



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
HIDRÁULICA  
Y MEDIO AMBIENTE

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO METROLÓGICO DE LOS  
CONTADORES EN ABASTECIMIENTOS DE AGUA  
OPTIMIZACIÓN DE SU GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN  
DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES**

**TESIS DOCTORAL**

Presentada por:

**FRANCESC J. GAVARA i TORTES**

Dirigida por:

**FRANCISCO J. ARREGUI DE LA CRUZ**

Valencia, Octubre de 2015



***Dedicada als meus pares***



***“No menys que saber, dubtar m’agrada més”***

***Dante Alighieri***



## Agraïments

Llarg ha estat el camí recorregut fins arribar a aquest moment en el que poder escriure aquestes línies. Des de les primeres medicions realitzades a l'any 2005 als abastaments de Vila-real i Betxí, passant per Moncofa, Xilxes, La Llosa i La Vall d'Uixó gairebé als inicis de 2015, moltes han estat les persones que directa o indirectament han fet possible la consecució d'aquest xicotet gran projecte. És per això que el primer agraïment va dirigit a tot el personal, tant administratiu com de brigada, d'aquests abastaments que, d'una forma desinteressada, han col·laborat i participat activament en gran part de les tasques desenvolupades. Aquesta col·laboració ha estat fonamentada gràcies al recolzament continu des de la direcció de FACSA, convençuda de que la investigació, desenvolupament i innovació són fonamentals per millorar el nostre entorn.

No puc oblidar-me d'aquells companys que per diferents motius han estat més involucrats, com són Fernando Bagán i especialment Felipe Bolos els qui, amb la seua experiència i interès, han estat fonamentals. Així mateix a tot el personal de FACSA que d'una forma conscient o inconscient han participat en alguna de les moltes etapes assolides.

Però especial és el reconeixement que li vull fer a Paco Arregui, al qui després d'aquesta aventura no el considere només l'impulsor i motivador constant de la mateixa, si no un bon amic. Gràcies per la perseverència, paciència i comprensió. Per potenciar-me la bellesa del detall, del rigor i al mateix temps de la senzillesa. Ha aconseguit transmetre'm la seua passió per aquest món tan desconegut. Vull fer-ho extensiu a tot el personal de l'ITA que amb major o menor grau han col·laborat i animat per a que aquest projecte siga una realitat.

Per últim, l'agraïment més emotiu a les tres dones de la meua vida, Desirée, Edurne i Martina. Pel seu voler i paciència infinita.





## Resumen

Uno de los desafíos más importantes que debe afrontar cualquier empresa gestora del ciclo integral del agua, es la reducción de los elevados niveles de pérdidas de agua. El agua no facturada es la diferencia entre el volumen inyectado al sistema y el agua facturada a los abonados, de acuerdo al balance hídrico propuesto por la International Water Association (IWA). El nivel de las pérdidas de agua es un indicador de la eficiencia en la operación del sistema por lo que altos niveles de éstas revelan un estado deficitario de la infraestructura hídrica y al mismo tiempo una gestión deficiente. Los componentes que integran el agua no facturada son las pérdidas comerciales, las pérdidas reales y el consumo autorizado pero no facturado. Tradicionalmente todos los esfuerzos se han centrado en minimizar las pérdidas reales, pero en lo que a las pérdidas comerciales se refiere, aquellas que representan el volumen de agua realmente suministrado a los usuarios pero que por diferentes causas no es registrado, mucho es el camino aún por recorrer. El principal componente de las pérdidas comerciales son los errores de medición de los contadores.

Como cualquier otro dispositivo de medición, los contadores de agua no son instrumentos perfectos y una vez instalados no son capaces de registrar la cantidad exacta de agua consumida por un usuario. Dependiendo de su tecnología de construcción, cada contador tiene limitaciones específicas de medición. Esto significa que una parte del agua consumida no puede ser registrada y por lo tanto no facturada al cliente. Visto que las inexactitudes de los contadores constituyen un componente crítico de las pérdidas comerciales, es importante cuantificar la magnitud de estos errores de medición.

Un punto crucial a considerar es que el error de un contador de agua no es constante e independiente del caudal que circula a través de él. Por lo general, a caudales bajos, los errores son más grandes y más sensibles a las variables externas, mientras que para caudales medios y altos, las variaciones de error son más pequeñas. Por lo tanto, la diferencia entre el volumen de agua registrada por el contador y el volumen real consumido, depende directamente de dos parámetros fundamentales: el patrón de consumo del usuario y la curva característica de error del contador. Por lo tanto, el error medio ponderado es una medida del funcionamiento real de un contador de agua en uso, al registrar el consumo de agua de un tipo determinado de usuario.

La obtención de los errores globales, tanto de contadores nuevos como de aquellos que están en uso, así como su evolución en el tiempo, es imprescindible para evaluar el

comportamiento de los mismos y para cuantificar el nivel de las pérdidas comerciales, lo que permitirá optimizar su gestión y reducir las pérdidas comerciales.

## Resum

Un dels desafiaments més importants que ha d'afrontar qualsevol empresa gestora del cycle integral de l'aigua, és la reducció dels elevats nivells de pèrdues d'aigua. L'aigua no facturada és la diferència entre el volum injectat al sistema i l'aigua facturada als abonats, d'acord amb el balanç hídric proposat per la International Water Association (IWA). El nivell de les pèrdues d'aigua és un indicador de l'eficiència en l'operació del sistema, pel que alts nivells d'aquestes revelen un estat deficitari de la infraestructura hídrica i al mateix temps una gestió deficient. Els components que integren l'aigua no facturada són les pèrdues comercials, les pèrdues reals i el consum autoritzat però no facturat. Tradicionalment tots els esforços s'han centrat a minimitzar les pèrdues reals, però pel que a les pèrdues comercials es refereix, aquelles que representen el volum d'aigua realment subministrat als usuaris però que per diferents motius no és registrat, molt és el camí encara per recórrer. El principal component de les pèrdues comercials són els errors de mesurament dels comptadors.

Com qualsevol altre dispositiu de mesurament, els comptadors d'aigua no són instruments perfectes i una vegada instal·lats no són capaços de registrar la quantitat exacta d'aigua consumida per un usuari. Depenent de la seua tecnologia de construcció, cada comptador té limitacions específiques de mesurament. Açò significa que una part de l'aigua consumida no pot ser registrada i per tant no facturada al client. Vist que les inexactituds dels comptadors constitueixen un component crític de les pèrdues comercials, és important quantificar la magnitud d'aquests errors de mesurament.

Un punt crucial a considerar és que l'error d'un comptador d'aigua no és constant i independent del cabal que circula a través d'ell. Generalment, a cabals baixos, els errors són més grans i més sensibles a les variables externes, mentre que per a cabals mitjans i alts, les variacions d'error són més xicotetes. Per tant, la diferència entre el volum d'aigua registrada pel comptador i el volum real consumit, depén directament de dos paràmetres fonamentals: el patró de consum de l'usuari i la corba característica d'error del comptador. Per tant, l'error mitjà ponderat és una mesura del funcionament real d'un comptador d'aigua en ús, al registrar el consum d'aigua d'un tipus determinat d'usuari.

L'obtenció dels errors globals, tant de comptadors nous com d'aquells que estan en ús, així com la seua evolució en el temps, és imprescindible per a avaluar el comportament dels mateixos i per a quantificar el nivell de les pèrdues comercials, el que permetrà optimitzar la seua gestió i reduir les pèrdues comercials.

## Abstract

One of the major issues affecting water utilities is the high level of water losses. Nonrevenue water (NRW) is the difference between the amount of water put into the distribution system and the amount of water billed to consumers according to the International Water Association (IWA) standard water balance. The quantity of water lost, or NRW, is a measure of the operational efficiency of a water distribution system and high levels of NRW are indicative of poor governance and poor physical condition of the water distribution system. NRW consists of apparent or commercial losses, real losses and unbilled authorized consumption. Traditionally most of the efforts focused mainly on the real losses reduction. Commercial losses are the nonphysical losses in that no water is physically lost from the distribution system and its principal component is the customer meter inaccuracy.

As any other measuring device, a water meter is not a perfect instrument and when installed it is not capable of registering the exact amount of water consumed by a user. Depending on its construction technology, each water meter has specific measuring limitations. This means that a portion of the water consumed may not be registered and therefore not billed to the customer. As meter inaccuracies are recognised to be a critical component of apparent losses, it is important to quantify the magnitude of these measuring errors.

The first aspect to be considered is that the error of a water meter is not constant and independent of the flow rate through the meter. Typically, at low flow rates, errors are larger and more sensitive to external variables while for medium and high flow rates only small variations appear. Thus, the difference between the amount of water registered by the meters installed in the field and the actual volume consumed is a function of two parameters: a) the water consumption patterns of the users, defined by their consumption flow rates distribution and b) the characteristic error curve of the meters. The weighted error of a meter, defined as the percentage difference between the actual consumption and the registered volume, can be obtained by combining these two parameters. Therefore, the parameter weighted error is a measure of the real field performance of a water meter when registering the water consumption of a given type of user.

Determining both, the weighted error of new and worn domestic meters and how it changes with the time, is necessary in order to provide information that can be expected from water meters and to quantify the commercial losses level in order to control and optimize it.

# INDICE GENERAL

---

AGRAÍMIENTS .....	7
RESUMEN .....	9
RESUM .....	11
ABSTRACT.....	12
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>31</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS .....	32
1.2 ANTECEDENTES.....	36
1.3 PROBLEMÁTICA EXISTENTE .....	37
1.4 OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	41
<b>CAPÍTULO 2 GESTIÓN DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES EN ABASTECIMIENTOS DE AGUA .....</b>	<b>43</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	44
2.2 SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL DE LAS PÉRDIDAS REALES.....	51
2.2.1 BALANCE HÍDRICO .....	51
2.2.2 METODOLOGÍAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE AGUA .....	52
2.3 SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES .....	56
2.4 AUDITORÍA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA EL CONTROL DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES.....	57
2.4.1 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE UNA AUDITORÍA EN UN ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	58
2.4.2 PLAN ESTRATÉGICO PARA EL CONTROL DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES .....	65
2.5 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN COMERCIAL .....	68
<b>CAPÍTULO 3 PATRÓN DE CONSUMO .....</b>	<b>75</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	76
3.2 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS DOMÉSTICOS .....	77
3.2.1 METODOLOGÍA .....	79
3.2.2 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA .....	80
3.2.3 INSTRUMENTACIÓN NECESARIA .....	83
3.2.4 DETERMINACIÓN DEL PATRÓN DE CONSUMO .....	86
3.3 PATRÓN DE CONSUMO DE GRANDES CONSUMIDORES .....	97
3.3.1 DEFINICIÓN DE GRAN CONSUMIDOR .....	98
3.3.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	102
3.3.3 INSPECCIÓN PREVIA DE LA INSTALACIÓN INTERIOR DEL USUARIO .....	104
3.3.4 MEDICIÓN DEL CONSUMO EN CONTINUO. OBTENCIÓN DE LOS PATRONES DE CONSUMO .....	111
3.3.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	117
3.3.6 ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LOS PATRONES .....	149
3.4 CONCLUSIONES.....	157

3.4.1	PATRONES DE CONSUMO EN USUARIOS DOMÉSTICOS .....	157
3.4.2	PATRONES DE CONSUMO EN GRANDES CONSUMIDORES .....	161

## **CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE LOS ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE AGUA ..... 165**

4.1	INTRODUCCIÓN .....	166
4.1.1	SELECCIÓN DE CAUDALES DE ENSAYO .....	166
4.2	ANÁLISIS DE LOS ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE AGUA DOMÉSTICOS .....	169
4.2.1	DATOS GENERALES DE LOS ENSAYOS REALIZADOS .....	170
4.2.2	ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE 13MM .....	177
4.2.3	ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE 15MM .....	225
4.2.4	ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE 20MM .....	266
4.2.5	ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE 25MM .....	289
4.2.6	ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE 30/32MM .....	311
4.2.7	ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE 40MM .....	332
4.3	ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE ERROR EN CAUDALÍMETROS (GRANDES CONSUMIDORES) .....	351
4.3.1	ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE ERROR EN CONTADORES DE 65MM .....	352
4.3.2	ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE ERROR EN CONTADORES DE 80MM .....	357
4.3.3	ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE ERROR EN CONTADORES DE 100MM .....	358
4.4	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	362
4.4.1	CONTADORES DE CALIBRES 13MM A 40MM .....	362
4.4.2	CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES .....	369
4.4.3	ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL BANCO DE ENSAYO .....	371
4.4.4	CONTADORES DE CALIBRES SUPERIORES A 40MM .....	373
4.5	CONCLUSIONES .....	374

## **CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN DEL ERROR GLOBAL EN CONTADORES DE AGUA ..... 377**

5.1	INTRODUCCIÓN .....	378
5.2	METODOLOGÍA .....	380
5.3	SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	381
5.4	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES DOMÉSTICOS .....	383
5.4.1	CONTADORES DE VELOCIDAD CHORRO ÚNICO .....	384
5.4.2	CONTADORES VOLUMÉTRICOS DE PISTÓN ROTATIVO .....	412
5.4.3	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE DEGRADACIÓN EN CONTADORES DOMÉSTICOS .....	438
5.5	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS .....	453
5.5.1	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS DE 15MM .....	456
5.5.2	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS DE 20MM .....	460
5.5.3	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS DE 25MM .....	462
5.5.4	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS DE 30MM .....	466
5.5.5	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS DE 32MM .....	469
5.5.6	ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN EN CONTADORES NO DOMÉSTICOS DE 40MM .....	471
5.6	INFLUENCIA DEL PATRÓN DE CONSUMO EN EL ERROR MEDIO PONDERADO .....	476
5.7	CONCLUSIONES .....	479

<b>CAPÍTULO 6 ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>485</b>
6.1 ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL CONTADOR EN FUNCIÓN DE SU DEGRADACIÓN.....	486
6.1.1 ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LA EDAD .....	488
6.1.2 ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN.....	490
6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO EN FUNCIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CONTADOR .....	492
6.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES .....	497
6.4 ANÁLISIS ECONÓMICO EN BASE AL CORRECTO DIMENSIONAMIENTO DEL CONTADOR .....	498
6.5 DIFERENCIAS EN EL COSTE DEL AGUA EN FUNCIÓN DEL ABASTECIMIENTO .....	508
6.6 CONCLUSIONES.....	511
 <b>CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y APORTACIONES.....</b>	 <b>515</b>
7.1 CONCLUSIONES.....	516
7.2 APORTACIONES.....	530
7.3 DESARROLLOS FUTUROS.....	535
 <b>CAPÍTULO 8 REFERENCIAS .....</b>	 <b>539</b>
 <b>ANEXOS .....</b>	 <b>547</b>
 <b>ANEXO A ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL ENSAYO DE CONTADORES .....</b>	 <b>549</b>
A.1 TIPOLOGÍAS DE BANCOS DE ENSAYO.....	550
A.2 INCERTIDUMBRE EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO .....	551
A.3 CONTROL DE CALIDAD A LA RECEPCIÓN .....	556
 <b>ANEXO B INFORMES SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN GRANDES CONSUMIDORES.....</b>	 <b>559</b>

# INDICE DE TABLAS

---

Tabla 1.1 Tecnologías de medición de contadores .....	38
Tabla 2.1 Indicadores propuestos por la IWA/AWWA.....	61
Tabla 3.1 Patrón de consumo en EEUU (AWWA, 1993).....	77
Tabla 3.2 Patrones de consumo en España por tipo de vivienda (Arregui, 2002).....	78
Tabla 3.3 Patrón de consumo en Australia (SEQREUS, 2011) .....	78
Tabla 3.4 Distribución de la muestra de usuarios por tipo de instalación.....	82
Tabla 3.5 Distribución de la muestra de usuarios por consumo .....	82
Tabla 3.6 Distribución de la muestra de usuarios por tipo de instalación y consumo.....	83
Tabla 3.7 Patrón de consumo de usuarios con instalación alimentada por bomba (101 viviendas).....	88
Tabla 3.8 Patrón de consumo de usuarios con instalación alimentada en directo (40 viviendas).....	90
Tabla 3.9 Patrón de consumo de usuarios con contador antes de depósito (30 viviendas) .....	91
Tabla 3.10 Patrón de consumo de usuarios con contador después de depósito (30 viviendas).....	92
Tabla 3.11 Patrón de consumo de usuarios con contador directo a vivienda (174 viviendas).....	94
Tabla 3.12 Patrones de consumo en función el consumo histórico de la vivienda (174 viviendas) .....	95
Tabla 3.13 Distribución de contadores en función de su calibre y consumo trimestral.....	99
Tabla 3.14 Criterio utilizado para la definición de contador infradimensionado.....	101
Tabla 3.15 Distribución de contadores mal dimensionados de un abastecimiento .....	102
Tabla 3.16 Selección de los usuarios de estudio.....	103
Tabla 3.17 Tipologías de sector y actividad.....	106
Tabla 3.18 Tipologías de instalación suministrada.....	108
Tabla 3.19 Tipologías de instalación interior suministrada.....	108
Tabla 3.20 Tipologías de sistemas de llenado de depósitos.....	109
Tabla 3.21 Tipologías de contadores.....	110
Tabla 3.22 Posibilidades de caudales nominales a seleccionar .....	110
Tabla 3.23 Rangos de caudal (l/h) seleccionados para la definición del patrón de consumo .....	116
Tabla 3.24 Análisis previo del dimensionado de contadores .....	118
Tabla 3.25 Dimensionado de contadores por calibre.....	119
Tabla 3.26 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 13mm.....	120
Tabla 3.27 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 15mm.....	120
Tabla 3.28 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 20mm .....	121
Tabla 3.29 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 25mm .....	121
Tabla 3.30 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 30mm.....	121
Tabla 3.31 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 32mm.....	122
Tabla 3.32 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 40mm .....	122
Tabla 3.33 Dimensionado de contadores de diámetro nominal 50mm .....	123
Tabla 3.34 Análisis del caudal máximo .....	123
Tabla 3.35 Patrón de consumo del registro 95 .....	126
Tabla 3.36 Análisis del caudal mínimo .....	130
Tabla 3.37 Caudales registrados del registro 98 .....	135
Tabla 3.38 Caudales registrados del registro 20 .....	136
Tabla 3.39 Caudales registrados del registro 3 .....	138



Tabla 3.40 Caudales registrados del registro 89 .....	139
Tabla 3.41 Caudales registrados del registro 83 .....	140
Tabla 3.42 Caudales registrados del registro 58.....	142
Tabla 3.43 Caudales registrados del registro 17 .....	143
Tabla 3.44 Caudales registrados del registro 35.....	144
Tabla 3.45 Patrón de consumo calibres 13/15/20mm (42 usuarios) .....	149
Tabla 3.46 Patrón de consumo calibres 25/30/32mm (28 usuarios) .....	150
Tabla 3.47 Patrón de consumo calibre 40mm (26 usuarios) .....	151
Tabla 3.48 Patrón de consumo calibre 50mm (10 usuarios) .....	151
Tabla 4.1 Caudales de ensayo en función del calibre y tecnología de medición .....	168
Tabla 4.2 Distribución de contadores ensayados por tipología de ensayo y año.....	170
Tabla 4.3 Distribución porcentual de contadores ensayados por tipología de ensayo y año .....	171
Tabla 4.4 Distribución de ensayos por tipología y año.....	172
Tabla 4.5 Distribución de ensayos por tipología .....	174
Tabla 4.6 Capacidad del banco de ensayo en función del calibre de contador .....	174
Tabla 4.7 Distribución de contadores ensayados en función del motivo de ensayo.....	175
Tabla 4.8 Distribución de contadores ensayados por calibre .....	176
Tabla 4.9 Distribución de contadores ensayados por tecnología de medición.....	176
Tabla 4.10 Distribución de contadores de calibre 13mm ensayados a origen .....	177
Tabla 4.11 Resultados de los ensayos para contadores de 13mm .....	181
Tabla 4.12 Patrón de consumo doméstico en suministro directo .....	182
Tabla 4.13 Error cuadrático medio por modelo y tecnología de medición (13mm) .....	184
Tabla 4.14 Contadores defectuosos y no conformes (13mm) .....	186
Tabla 4.15 Resultados de los ensayos para contadores de 13mm (sin unidades defectuosas) .....	186
Tabla 4.16 Error medio ponderado de contadores de 13mm en función de su longitud.....	192
Tabla 4.17 Resultados de los ensayos del modelo M1 (13mm).....	193
Tabla 4.18 Resultados de los ensayos del modelo M1 (13mm) sin unidades defectuosas .....	195
Tabla 4.19 Resultados de los ensayos del modelo M2 (13mm) .....	197
Tabla 4.20 Resultados de los ensayos del modelo M5 (13mm).....	199
Tabla 4.21 Resultados de los ensayos del modelo M5 (13mm) sin unidades defectuosas .....	200
Tabla 4.22 Resultados de los ensayos del modelo M7 (13mm) .....	202
Tabla 4.23 Resultados de los ensayos del modelo M7 (13mm) sin unidades defectuosas.....	203
Tabla 4.24 Comparativa del modelo M7 (13mm) en función de la longitud.....	203
Tabla 4.25 Resultados de los ensayos del modelo M20 (13mm).....	206
Tabla 4.26 Resultados de los ensayos del modelo M21 (13mm) .....	208
Tabla 4.27 Resultados de los ensayos del modelo M21 (13mm) sin unidades defectuosas .....	209
Tabla 4.28 Comparativa del modelo M21 (13mm) en función de la longitud.....	210
Tabla 4.29 Resultados de los ensayos del modelo M23 (13mm).....	213
Tabla 4.30 Resultados de los ensayos del modelo M25 (13mm).....	214
Tabla 4.31 Resultados de los ensayos del modelo M26 (13mm) .....	216
Tabla 4.32 Resultados de los ensayos del modelo M27 (13mm) .....	218
Tabla 4.33 Resultados de los ensayos del modelo M29 (13mm).....	220
Tabla 4.34 Resultados de los ensayos del modelo M30 (13mm) .....	222
Tabla 4.35 Comparativa del modelo M30 (13mm) en función de la longitud.....	223

Tabla 4.36 Distribución de contadores de calibre 15mm ensayados a origen .....	225
Tabla 4.37 Distribución de contadores de calibre 15mm ensayados a origen analizados.....	226
Tabla 4.38 Contadores defectuosos y no conformes (15mm) .....	227
Tabla 4.39 Resultados de los ensayos en contadores de 15mm.....	228
Tabla 4.40 Error cuadrático medio por modelo y tecnología de medición (15mm) .....	231
Tabla 4.41 Resultados de los ensayos del modelo M2 (15mm).....	238
Tabla 4.42 Resultados de los ensayos del modelo M5 (15mm) .....	240
Tabla 4.43 Resultados de los ensayos del modelo M7 (15mm) .....	242
Tabla 4.44 Resultados de los ensayos del modelo M8 (15mm).....	246
Tabla 4.45 Resultados de los ensayos del modelo M11 (15mm) .....	247
Tabla 4.46 Resultados de los ensayos del modelo M16 (15mm) .....	249
Tabla 4.47 Resultados de los ensayos del modelo M20 (15mm) .....	251
Tabla 4.48 Resultados de los ensayos del modelo M21 (15mm).....	253
Tabla 4.49 Resultados de los ensayos del modelo M23 (15mm) .....	255
Tabla 4.50 Resultados de los ensayos del modelo M25 (15mm) .....	257
Tabla 4.51 Resultados de los ensayos del modelo M26 (15mm).....	259
Tabla 4.52 Resultados de los ensayos del modelo M27 (15mm).....	261
Tabla 4.53 Resultados de los ensayos del modelo M29 (15mm) .....	263
Tabla 4.54 Resultados de los ensayos del modelo M30 (15mm) .....	264
Tabla 4.55 Distribución de contadores de calibre 20mm ensayados a origen analizados .....	266
Tabla 4.56 Contadores defectuosos y no conformes (20mm).....	268
Tabla 4.57 Resultados de los ensayos en contadores de 20mm .....	268
Tabla 4.58 Error cuadrático medio por modelo y tecnología de medición (20mm).....	271
Tabla 4.59 Resultados de los ensayos del modelo M2 (20mm).....	274
Tabla 4.60 Resultados de los ensayos del modelo M5 (20mm) .....	277
Tabla 4.61 Resultados de los ensayos del modelo M5 (20mm) Modificados .....	277
Tabla 4.62 Resultados de los ensayos del modelo M7 (20mm).....	279
Tabla 4.63 Resultados de los ensayos del modelo M21 (20mm) .....	281
Tabla 4.64 Resultados de los ensayos del modelo M23 (20mm).....	283
Tabla 4.65 Resultados de los ensayos del modelo M29 (20mm).....	286
Tabla 4.66 Resultados de los ensayos del modelo M30 (20mm) .....	287
Tabla 4.67 Distribución de contadores de calibre 25mm ensayados a origen analizados .....	290
Tabla 4.68 Contadores defectuosos y no conformes (25mm) .....	291
Tabla 4.69 Resultados de los ensayos en contadores de 25mm .....	292
Tabla 4.70 Patrón de consumo para contadores de 25mm .....	294
Tabla 4.71 Error cuadrático medio por modelo y tecnología de medición (25mm).....	297
Tabla 4.72 Resultados de los ensayos del modelo M5 (25mm) .....	300
Tabla 4.73 Resultados de los ensayos del modelo M10 (25mm) .....	302
Tabla 4.74 Resultados de los ensayos del modelo M13 (25mm).....	304
Tabla 4.75 Resultados de los ensayos del modelo M20 (25mm) .....	306
Tabla 4.76 Resultados de los ensayos del modelo M22 (25mm) .....	308
Tabla 4.77 Resultados de los ensayos del modelo M23 (25mm) .....	310
Tabla 4.78 Distribución de contadores de calibre 30/32mm ensayados a origen analizados .....	312
Tabla 4.79 Contadores defectuosos y no conformes (30/32mm) .....	314

Tabla 4.80 Resultados de los ensayos en contadores de 30mm .....	314
Tabla 4.81 Resultados de los ensayos en contadores de 32mm .....	314
Tabla 4.82 Patrón de consumo para contadores de 30/32mm.....	316
Tabla 4.83 Error cuadrático medio por modelo y tecnología de medición (30/32mm) .....	319
Tabla 4.84 Resultados de los ensayos del modelo M5 (30mm).....	323
Tabla 4.85 Resultados de los ensayos del modelo M10 (32mm) .....	325
Tabla 4.86 Resultados de los ensayos del modelo M13 (30mm) .....	327
Tabla 4.87 Resultados de los ensayos del modelo M22 (30mm) .....	329
Tabla 4.88 Resultados de los ensayos del modelo M23 (30mm).....	331
Tabla 4.89 Distribución de contadores de calibre 40mm ensayados a origen analizados.....	333
Tabla 4.90 Contadores defectuosos y no conformes (40mm).....	334
Tabla 4.91 Resultados de los ensayos en contadores de 40mm.....	334
Tabla 4.92 Patrón de consumo para contadores de 40mm .....	336
Tabla 4.93 Error cuadrático medio por modelo y tecnología de medición (40mm).....	339
Tabla 4.94 Resultados de los ensayos del modelo M5 (40mm) .....	343
Tabla 4.95 Resultados de los ensayos del modelo M9 (40mm) .....	345
Tabla 4.96 Resultados de los ensayos del modelo M13 (40mm).....	347
Tabla 4.97 Resultados de los ensayos del modelo M22 (40mm) .....	349
Tabla 4.98 Caudalímetros ensayados.....	352
Tabla 4.99 Error medio a caudal ensayado ( $m^3/h$ ) del modelo M2 (65mm).....	353
Tabla 4.100 Error medio a caudal ensayado ( $m^3/h$ ) del modelo M3 (65mm) .....	354
Tabla 4.101 Error medio a caudal ensayado ( $m^3/h$ ) del modelo M4 (65mm).....	355
Tabla 4.102 Error medio a caudal ensayado ( $m^3/h$ ) del modelo M2 (80mm) .....	357
Tabla 4.103 Error medio a caudal ensayado ( $m^3/h$ ) del modelo M1 (100mm) .....	358
Tabla 4.104 Error medio a caudal ensayado ( $m^3/h$ ) del modelo M2 (100mm).....	360
Tabla 4.105 Error medio ponderado en función del calibre y de la tecnología de medición ( $dn \leq 20mm$ )	363
Tabla 4.106 Error medio ponderado en función del modelo y del calibre ( $dn \leq 20mm$ ) .....	364
Tabla 4.107 Desviación estándar media en función del calibre y de la tecnología de medición ( $dn \leq 20mm$ ) .....	366
Tabla 4.108 Error cuadrático medio en función del calibre y de la tecnología de medición ( $dn \leq 20mm$ )	366
Tabla 4.109 Error medio ponderado en función del calibre y de la tecnología de medición ( $dn \geq 25mm$ )	367
Tabla 4.110 Error medio ponderado en función del modelo y del calibre ( $dn \geq 25mm$ ) .....	368
Tabla 4.111 Desviación estándar media en función del calibre y de la tecnología de medición ( $dn \geq 25mm$ ) .....	369
Tabla 4.112 Error cuadrático medio en función del calibre y de la tecnología de medición ( $dn \geq 25mm$ )	369
Tabla 4.113 Resumen de contadores analizados.....	369
Tabla 5.1 Distribución de contadores ensayados para el estudio de degradación.....	382
Tabla 5.2 Contadores ensayados del modelo M1 por edad .....	385
Tabla 5.3 Resultados de los ensayos de degradación para el modelo M1 .....	386
Tabla 5.4 Resultados de los ensayos de degradación por edad del modelo M1 .....	387
Tabla 5.5 Error medio ponderado por edad del modelo M1.....	390
Tabla 5.6 Contadores ensayados del modelo M1 por volumen acumulado .....	391
Tabla 5.7 Resultados de los ensayos de degradación por volumen acumulado del modelo M1 .....	392
Tabla 5.8 Error medio ponderado por volumen del modelo M1 .....	395

Tabla 5.9 Contadores ensayados del modelo M2 por edad .....	399
Tabla 5.10 Resultados de los ensayos de degradación del modelo M2 .....	399
Tabla 5.11 Resultados de los ensayos de degradación por edad del modelo M2.....	401
Tabla 5.12 Error medio ponderado por edad del modelo M2.....	404
Tabla 5.13 Contadores ensayados del modelo M2 por volumen .....	405
Tabla 5.14 Resultados de los ensayos de degradación por volumen del modelo M2.....	406
Tabla 5.15 Error medio ponderado por volumen del modelo M2.....	409
Tabla 5.16 Contadores ensayados del modelo M3 por edad.....	413
Tabla 5.17 Resultados de los ensayos de degradación para el modelo M3 .....	414
Tabla 5.18 Resultados de los ensayos de degradación por edad del modelo M3.....	415
Tabla 5.19 Error medio ponderado por edad del modelo M3 .....	418
Tabla 5.20 Contadores ensayados del modelo M3 por volumen .....	419
Tabla 5.21 Resultados de los ensayos de degradación por volumen del modelo M3.....	420
Tabla 5.22 Error medio ponderado por volumen del modelo M3 .....	423
Tabla 5.23 Contadores ensayados del modelo M4 por edad.....	426
Tabla 5.24 Resultados de los ensayos de degradación para el modelo M4.....	427
Tabla 5.25 Resultados de los ensayos de degradación por edad del modelo M4 .....	428
Tabla 5.26 Error medio ponderado por edad del modelo M4.....	431
Tabla 5.27 Contadores ensayados del modelo M4 por volumen.....	432
Tabla 5.28 Resultados de los ensayos de degradación por volumen del modelo M4 .....	433
Tabla 5.29 Error medio ponderado por volumen del modelo M4.....	436
Tabla 5.30 Resultados generales del estudio de degradación .....	438
Tabla 5.31 Edad máxima analizada por modelo.....	441
Tabla 5.32 Tipo de regresión en función de la edad y del volumen por modelo .....	445
Tabla 5.33 Contadores no domésticos en uso ensayados.....	456
Tabla 5.34 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M1 (15mm) .....	457
Tabla 5.35 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M1 (15mm). Resumen.....	459
Tabla 5.36 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M1 (20mm) .....	460
Tabla 5.37 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M1 (25mm) .....	463
Tabla 5.38 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M3 (25mm) .....	465
Tabla 5.39 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M3 (30mm).....	467
Tabla 5.40 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M1 (32mm).....	470
Tabla 5.41 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M2 (40mm) .....	472
Tabla 5.42 Error medio a caudal ensayado (l/h) del modelo M3 (40mm).....	474
Tabla 5.43 Errores globales en función del patrón de consumo.....	478
Tabla 6.1 Datos del contador del estudio económico.....	487
Tabla 6.2 Parámetros del abastecimiento .....	488
Tabla 6.3 VANC de la inversión para diferentes frecuencias de renovación (degradación lineal).....	488
Tabla 6.4 VANC y vida útil para cuatro modelos de contador (degradación lineal).....	489
Tabla 6.5 VANC de la inversión para diferentes frecuencias de renovación (degradación combinada) .....	490
Tabla 6.6 VANC y vida útil para cuatro modelos de contador (degradación combinada) .....	491
Tabla 6.7 Errores de medición en función del modelo de contador y edad.....	492
Tabla 6.8 Parámetros que definen el abastecimiento.....	493
Tabla 6.9 Registro unitario anual en función del modelo de contador y edad.....	493

Tabla 6.10 Registro anual del abastecimiento de estudio en función del modelo de contador y edad..	494
Tabla 6.11 Ingreso anual del abastecimiento de estudio en función del modelo de contador y edad ....	496
Tabla 6.12 Pérdidas comerciales anuales unitarias.....	497
Tabla 6.13 Incremento anual en la cuota fija respecto al contador don calibre inferior.....	502
Tabla 6.14 Incremento del registro necesario para igualar ingresos con respecto al contador de calibre superior.....	503
Tabla 6.15 Coste del cambio de contador.....	504
Tabla 6.16 Incremento del coste de cambio de contador con respecto al de calibre inferior.....	505
Tabla 6.17 Volumen (m <sup>3</sup> ) que podría dejar de registrar el contador de calibre inferior por el mayor coste de instalación del contador de calibre superior en el abastecimiento E en toda su vida útil .....	506
Tabla 6.18 Volumen (m <sup>3</sup> ) que podría dejar de registrar el contador de calibre inferior por el mayor coste de instalación del contador de calibre superior en el abastecimiento E trimestralmente para una vida estimada de 5 años.....	507
Tabla 6.19 Volumen (%) que podría dejar de registrar el contador de calibre inferior por el mayor coste de instalación del contador de calibre superior en el abastecimiento E trimestralmente para una vida estimada de 5 años.....	507
Tabla 6.20 Coste anual del consumo de 2.000 m <sup>3</sup> /trimestre en función del abastecimiento y del calibre del contador.....	509
Tabla 6.21 Comparativa del coste anual del consumo de 2.000 m <sup>3</sup> /trimestre en función del calibre del contador entre los abastecimientos A y D.....	509

# INDICE DE FIGURAS

---

Figura 1.1 Error de medición de un contador .....	39
Figura 2.1 Balance hídrico propuesto por la IWA .....	45
Figura 2.2 Ejemplos de conexiones ilegales.....	46
Figura 2.3 Ejemplos de manipulaciones en contadores .....	47
Figura 2.4 Rotura provocada del totalizador de un contador .....	48
Figura 2.5 Metodologías para la optimización de las pérdidas reales (AWWA) .....	53
Figura 2.6 Metodologías para la optimización de las pérdidas comerciales (AWWA) .....	66
Figura 3.1 Depósitos en azoteas.....	81
Figura 3.2 Ejemplo de instrumentación utilizada para la obtención del patrón de consumo .....	85
Figura 3.3 Cambio de contador para la obtención del patrón de consumo.....	86
Figura 3.4 Instalación sobre el contador del emisor de pulsos y data-logger.....	87
Figura 3.5 Patrón de consumo de usuarios con instalación alimentada por bomba (101 viviendas).....	88
Figura 3.6 Patrón de consumo de usuarios con instalación alimentada en directo (40 viviendas).....	89
Figura 3.7 Patrón de consumo de usuarios con contador antes de depósito (30 viviendas) .....	90
Figura 3.8 Patrón de consumo de usuarios con contador después de depósito (30 viviendas).....	92
Figura 3.9 Patrón de consumo de usuarios con contador directo a vivienda (174 viviendas) .....	93
Figura 3.10 Patrones de consumo en función el consumo histórico de la vivienda (174 viviendas) .....	95
Figura 3.11 Rotura de contador volumétrico por caudales elevados .....	112
Figura 3.12 Pantalla de programación del data-logger .....	113
Figura 3.13 Contadores almacenados en condiciones de humedad adecuadas para su posterior ensayo.....	114
Figura 3.14 Perfil de consumo registrado .....	115
Figura 3.15 Distribución porcentual del análisis del caudal máximo.....	124
Figura 3.16 Perfil de consumo del registro 95.....	125
Figura 3.17 Patrón de consumo del registro 95.....	126
Figura 3.18 Ejemplos de deterioro del contador correspondiente al registro 95 .....	127
Figura 3.19 Soporte de eje deteriorado del contador correspondiente al registro 95 .....	127
Figura 3.20 Ejemplo de rotura del totalizador de un contador .....	128
Figura 3.21 Desgaste y rotura del eje de la turbina de un contador de velocidad.....	128
Figura 3.22 Rotura del pistón en contadores volumétricos .....	128
Figura 3.23 Rotura y deterioro de turbinas en contadores de velocidad .....	129
Figura 3.24 Análisis del caudal mínimo nulo .....	130
Figura 3.25 Motivos de caudal mínimo .....	134
Figura 3.26 Perfil de consumo del registro 98 .....	135
Figura 3.27 Perfil de consumo del registro 20.....	136
Figura 3.28 Patrón de consumo del registro 20 .....	137
Figura 3.29 Perfil de consumo del registro 3.....	138
Figura 3.30 Perfil de consumo del registro 89 .....	139
Figura 3.31 Perfil de consumo del registro 83 .....	140
Figura 3.32 Patrón de consumo del registro 83 .....	141
Figura 3.33 Perfil de consumo del registro 58.....	141
Figura 3.34 Patrón de consumo del registro 58.....	142

Figura 3.35 Perfil de consumo del registro 17.....	143
Figura 3.36 Patrón de consumo del registro 17.....	143
Figura 3.37 Perfil de consumo del registro 35.....	144
Figura 3.38 Patrón de consumo del registro 35.....	145
Figura 3.39 Perfil de consumo perteneciente a un llenado de depósito mediante válvula progresiva y presencia de fuga interior.....	146
Figura 3.40 Perfil de consumo perteneciente a un llenado de depósito mediante válvula progresiva simultáneamente con consumo directo.....	147
Figura 3.41 Perfil de consumo perteneciente a un llenado de depósito mediante válvula todo-nada....	148
Figura 3.42 Perfil de consumo perteneciente a una instalación de suministro en directo.....	148
Figura 3.43 Patrón de consumo y variabilidad calibres 13/15/20mm (42 usuarios).....	150
Figura 3.44 Patrón de consumo y variabilidad calibres 25/30/32mm (28 usuarios).....	150
Figura 3.45 Patrón de consumo y variabilidad calibre 40mm (26 usuarios).....	151
Figura 3.46 Patrón de consumo y variabilidad calibre 50mm (10 usuarios).....	152
Figura 3.47 Patrones de consumo calibres 13/15/20mm por tipo de instalación (42 usuarios).....	153
Figura 3.48 Patrones de consumo calibres 25/30/32mm por tipo de instalación (28 usuarios).....	153
Figura 3.49 Patrones de consumo calibres 40mm por tipo de instalación (26 usuarios).....	154
Figura 3.50 Patrones de consumo calibres 50mm por tipo de instalación (10 usuarios).....	154
Figura 3.51 Patrones de consumo calibres 13/15/20mm por sector (35 usuarios).....	155
Figura 3.52 Patrones de consumo calibres 25/30/32mm por sector (18 usuarios).....	156
Figura 3.53 Patrones de consumo calibres 40mm por sector (15 usuarios).....	156
Figura 3.54 Patrones de consumo calibres 50mm por sector (9 usuarios).....	157
Figura 3.55 Comparativa de patrones de consumo (I).....	159
Figura 3.56 Comparativa de patrones de consumo (II).....	160
Figura 4.1 Distribución de contadores ensayados por tipología de ensayo.....	171
Figura 4.2 Distribución de contadores ensayados por tipología de ensayo para calibres 13/15mm.....	172
Figura 4.3 Distribución de contadores ensayados por tecnología de medición.....	176
Figura 4.4 Diferentes métodos de ajuste del caudal para un contador.....	180
Figura 4.5 Patrón de consumo doméstico en suministro directo.....	182
Figura 4.6 Errores medios ponderados de contadores de 13mm.....	183
Figura 4.7 Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 13mm.....	184
Figura 4.8 Errores medios ponderados de contadores de 13mm sin unidades defectuosas.....	187
Figura 4.9 Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 13mm sin unidades defectuosas.....	188
Figura 4.10 Curvas de error medias de contadores de chorro único clase B o R $\leq$ 125 13mm.....	189
Figura 4.11 Curva de error media de contadores de chorro único clase C 13mm.....	190
Figura 4.12 Curvas de error medias de contadores volumétricos 13mm.....	191
Figura 4.13 Curvas de error de contadores de 13mm.....	192
Figura 4.14 Curvas de error de contadores de 13mm en función de su longitud.....	193
Figura 4.15 Curvas de error del modelo M1 (13mm).....	194
Figura 4.16 Evolución del error a cada caudal del modelo M1 (13mm).....	195
Figura 4.17 Evolución del EMP del modelo M1 (13mm).....	196
Figura 4.18 Curvas de error del modelo M2 (13mm).....	197
Figura 4.19 Evolución del EMP del modelo M2 (13mm).....	198

Figura 4.20	Curvas de error del modelo M5 (13mm)	200
Figura 4.21	Evolución del EMP del modelo M5 (13mm)	201
Figura 4.22	Curvas de error del modelo M7 (13mm)	202
Figura 4.23	Curvas de error del modelo M7 en función de la longitud (13mm)	204
Figura 4.24	Evolución del EMP del modelo M7 longitud 100mm (13mm)	205
Figura 4.25	Evolución del EMP del modelo M7 longitud 115mm (13mm)	205
Figura 4.26	Curvas de error del modelo M20 (13mm)	206
Figura 4.27	Evolución del EMP del modelo M20 (13mm)	207
Figura 4.28	Curvas de error del modelo M21 (13mm)	209
Figura 4.29	Curvas de error del modelo M21 en función de la longitud (13mm)	210
Figura 4.30	Evolución del EMP del modelo M21 longitud 100mm (13mm)	211
Figura 4.31	Evolución del EMP del modelo M21 longitud 115mm (13mm)	212
Figura 4.32	Curvas de error del modelo M23 (13mm)	213
Figura 4.33	Evolución del EMP del modelo M23 (13mm)	214
Figura 4.34	Curvas de error del modelo M25 (13mm)	215
Figura 4.35	Evolución del EMP del modelo M25 (13mm)	216
Figura 4.36	Curvas de error del modelo M26 (13mm)	217
Figura 4.37	Evolución del EMP del modelo M26 (13mm)	218
Figura 4.38	Curvas de error del modelo M27 (13mm)	219
Figura 4.39	Evolución del EMP del modelo M27 (13mm)	219
Figura 4.40	Curvas de error del modelo M29 (13mm)	220
Figura 4.41	Evolución del EMP del modelo M29 (13mm)	221
Figura 4.42	Curvas de error del modelo M30 (13mm)	222
Figura 4.43	Curvas de error del modelo M30 en función de la longitud (13mm)	223
Figura 4.44	Evolución del EMP del modelo M30 longitud 100mm (13mm)	224
Figura 4.45	Evolución del EMP del modelo M30 longitud 115mm (13mm)	224
Figura 4.46	Errores medios ponderados de contadores de 15mm	230
Figura 4.47	Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 15mm	231
Figura 4.48	Curvas de error medias de contadores de chorro único clase B o $R \leq 125$ 15mm	233
Figura 4.49	Curva de error media de contadores de chorro único clase C 15mm	234
Figura 4.50	Curvas de error medias de contadores volumétricos 15mm	235
Figura 4.51	Curvas de error medias de contadores estáticos 15mm	236
Figura 4.52	Curvas de error de contadores de 15mm	237
Figura 4.53	Curvas de error del modelo M2 (15mm)	238
Figura 4.54	Evolución del EMP del modelo M2 (15mm)	239
Figura 4.55	Curvas de error del modelo M5 (15mm)	241
Figura 4.56	Evolución del EMP del modelo M5 (15mm)	242
Figura 4.57	Curvas de error del modelo M7 (15mm)	244
Figura 4.58	Evolución del EMP del modelo M7 (15mm)	245
Figura 4.59	Curvas de error del modelo M8 (15mm)	246
Figura 4.60	Evolución del EMP del modelo M8 (15mm)	247
Figura 4.61	Curvas de error del modelo M11 (15mm)	248
Figura 4.62	Evolución del EMP del modelo M11 (15mm)	248
Figura 4.63	Curvas de error del modelo M16 (15mm)	250



Figura 4.64 Evolución del EMP del modelo M16 (15mm) .....	250
Figura 4.65 Curvas de error del modelo M20 (15mm) .....	252
Figura 4.66 Evolución del EMP del modelo M20 (15mm) .....	252
Figura 4.67 Curvas de error del modelo M21 (15mm) .....	254
Figura 4.68 Evolución del EMP del modelo M21 (15mm) .....	254
Figura 4.69 Curvas de error del modelo M23 (15mm) .....	256
Figura 4.70 Evolución del EMP del modelo M23 (15mm) .....	256
Figura 4.71 Curvas de error del modelo M25 (15mm) .....	257
Figura 4.72 Evolución del EMP del modelo M25 (15mm) .....	258
Figura 4.73 Curvas de error del modelo M26 (15mm) .....	259
Figura 4.74 Evolución del EMP del modelo M26 (15mm) .....	260
Figura 4.75 Curvas de error del modelo M27 (15mm) .....	261
Figura 4.76 Evolución del EMP del modelo M27 (15mm) .....	262
Figura 4.77 Curvas de error del modelo M29 (15mm) .....	263
Figura 4.78 Evolución del EMP del modelo M29 (15mm) .....	264
Figura 4.79 Curvas de error del modelo M30 (15mm) .....	265
Figura 4.80 Evolución del EMP del modelo M30 (15mm) .....	265
Figura 4.81 Errores medios ponderados de contadores de 20mm .....	269
Figura 4.82 Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 20mm .....	270
Figura 4.83 Curvas de error medias de contadores chorro único clase B o $R \leq 125$ 20mm .....	271
Figura 4.84 Curva de error media de contadores chorro único clase C 20mm .....	272
Figura 4.85 Curvas de error medias de contadores volumétricos 20mm .....	273
Figura 4.86 Curvas de error de contadores de 20mm .....	274
Figura 4.87 Curvas de error del modelo M2 (20mm) .....	275
Figura 4.88 Evolución del EMP del modelo M2 (20mm) .....	276
Figura 4.89 Curvas de error del modelo M5 (20mm) .....	278
Figura 4.90 Evolución del EMP del modelo M5 (20mm) .....	278
Figura 4.91 Curvas de error del modelo M7 (20mm) .....	280
Figura 4.92 Evolución del EMP del modelo M7 (20mm) .....	280
Figura 4.93 Curvas de error del modelo M21 (20mm) .....	282
Figura 4.94 Evolución del EMP del modelo M21 (20mm) .....	282
Figura 4.95 Curvas de error del modelo M23 (20mm) .....	284
Figura 4.96 Evolución del EMP del modelo M23 (20mm) .....	285
Figura 4.97 Curvas de error del modelo M29 (20mm) .....	286
Figura 4.98 Evolución del EMP del modelo M29 (20mm) .....	287
Figura 4.99 Curvas de error del modelo M30 (20mm) .....	288
Figura 4.100 Evolución del EMP del modelo M30 (20mm) .....	289
Figura 4.101 Patrón de consumo para contadores de calibre 25mm .....	293
Figura 4.102 Errores medios ponderados de contadores de 25mm .....	295
Figura 4.103 Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 25mm .....	296
Figura 4.104 Curvas de error medias de contadores de chorro múltiple clase B o $R \leq 200$ 25mm .....	297
Figura 4.105 Curva de error media de contadores de chorro único clase C 25mm .....	298
Figura 4.106 Curvas de error medias de contadores volumétricos 25mm .....	299
Figura 4.107 Curvas de error del modelo M5 (25mm) .....	300

Figura 4.108 Evolución del EMP del modelo M5 (25mm) .....	301
Figura 4.109 Curvas de error del modelo M10 (25mm) .....	302
Figura 4.110 Evolución del EMP del modelo M10 (25mm) .....	303
Figura 4.111 Curvas de error del modelo M13 (25mm).....	304
Figura 4.112 Evolución del EMP del modelo M13 (25mm).....	305
Figura 4.113 Curvas de error del modelo M20 (25mm).....	306
Figura 4.114 Evolución del EMP del modelo M20 (25mm) .....	307
Figura 4.115 Curvas de error del modelo M22 (25mm) .....	308
Figura 4.116 Evolución del EMP del modelo M22 (25mm) .....	309
Figura 4.117 Curvas de error del modelo M23 (25mm) .....	310
Figura 4.118 Evolución del EMP del modelo M23 (25mm) .....	311
Figura 4.119 Patrón de consumo para contadores de calibre 30 y 32mm .....	315
Figura 4.120 Errores medios ponderados de contadores de 30/32mm.....	317
Figura 4.121 Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 30/32mm .....	319
Figura 4.122 Curvas de error medias de contadores chorro múltiple clase B o $R \leq 200$ 30mm.....	320
Figura 4.123 Curva de error media de contadores chorro único clase C 32mm.....	321
Figura 4.124 Curvas de error medias de contadores volumétricos 30mm.....	322
Figura 4.125 Curvas de error del modelo M5 (30mm) .....	323
Figura 4.126 Evolución del EMP del modelo M5 (30mm) .....	324
Figura 4.127 Curvas de error del modelo M10 (32mm).....	325
Figura 4.128 Evolución del EMP del modelo M10 (32mm) .....	326
Figura 4.129 Curvas de error del modelo M13 (30mm) .....	327
Figura 4.130 Evolución del EMP del modelo M13 (30mm).....	328
Figura 4.131 Curvas de error del modelo M22 (30mm).....	329
Figura 4.132 Evolución del EMP del modelo M22 (30mm).....	330
Figura 4.133 Curvas de error del modelo M23 (30mm) .....	331
Figura 4.134 Evolución del EMP del modelo M23 (30mm).....	332
Figura 4.135 Patrón de consumo para contadores de calibre 40mm.....	335
Figura 4.136 Errores medios ponderados de contadores de 40mm .....	337
Figura 4.137 Variabilidad de los errores medios ponderados de contadores de 40mm .....	338
Figura 4.138 Curvas de error medias de contadores chorro múltiple clase B o $R \leq 200$ 40mm.....	340
Figura 4.139 Curva de error media de contadores chorro único clase C 40mm.....	341
Figura 4.140 Curva de error media de contadores volumétricos 40mm .....	342
Figura 4.141 Curvas de error del modelo M5 (40mm) .....	343
Figura 4.142 Evolución del EMP del modelo M5 (40mm) .....	344
Figura 4.143 Curvas de error del modelo M9 (40mm) .....	345
Figura 4.144 Evolución del EMP del modelo M9 (40mm).....	346
Figura 4.145 Curvas de error del modelo M13 (40mm) .....	347
Figura 4.146 Evolución del EMP del modelo M13 (40mm).....	348
Figura 4.147 Curvas de error del modelo M22 (40mm) .....	349
Figura 4.148 Evolución del EMP del modelo M22 (40mm) .....	350
Figura 4.149 Curvas de error del modelo M2 (65mm).....	353
Figura 4.150 Curva de error del modelo M3 (65mm) .....	354
Figura 4.151 Curva de error del modelo M4 (65mm).....	355

Figura 4.152 Curvas de error de contadores de 65mm .....	356
Figura 4.153 Curva de error del modelo M2 (80mm).....	358
Figura 4.154 Curva de error del modelo M1 (100mm).....	359
Figura 4.155 Curva de error del modelo M2 (100mm) .....	360
Figura 4.156 Curvas de error de los modelos M1 y M2 (100mm).....	361
Figura 4.157 Evolución del EMP por modelo y calibre en contadores domésticos .....	364
Figura 4.158 Distribución de contadores defectuosos por calibre .....	370
Figura 4.159 Distribución de contadores no conformes por calibre .....	371
Figura 5.1 Evolución de la curva de error de un contador .....	380
Figura 5.2 Distribución de contadores del modelo M1 por edad.....	385
Figura 5.3 Curva de error media del modelo M1.....	386
Figura 5.4 Curvas de error en función de la edad (modelo M1).....	388
Figura 5.5 Evolución del error a cada caudal en función de la edad (modelo M1).....	389
Figura 5.6 Evolución del error medio ponderado del modelo M1 en función de la edad .....	390
Figura 5.7 Distribución de contadores del modelo M1 por volumen acumulado .....	391
Figura 5.8 Curvas de error en función del volumen acumulado (modelo M1) .....	393
Figura 5.9 Evolución del error a cada caudal en función del volumen acumulado (modelo M1) .....	394
Figura 5.10 Evolución del error medio ponderado del modelo M1 en función del volumen acumulado. ....	395
Figura 5.11 Evolución del error medio ponderado del modelo M1 en función de la edad y del volumen acumulado .....	397
Figura 5.12 Evolución del error medio ponderado del modelo M1 en función de la edad y del volumen acumulado. Modelo combinado .....	398
Figura 5.13 Distribución de contadores del modelo M2 por edad .....	398
Figura 5.14 Curva de error media del modelo M2.....	400
Figura 5.15 Curvas de error en función de la edad (modelo M2) .....	402
Figura 5.16 Evolución del error a cada caudal en función de la edad (modelo M2).....	403
Figura 5.17 Evolución del error medio ponderado del modelo M2 en función de la edad.....	404
Figura 5.18 Distribución de contadores del modelo M2 por volumen acumulado .....	405
Figura 5.19 Curvas de error en función del volumen acumulado (modelo M2).....	408
Figura 5.20 Evolución del error a cada caudal en función del volumen acumulado (modelo M2) .....	408
Figura 5.21 Evolución del error medio ponderado del modelo M2 en función del volumen acumulado. ....	409
Figura 5.22 Evolución del error medio ponderado del modelo M2 en función de la edad y del volumen acumulado .....	411
Figura 5.23 Evolución del error medio ponderado del modelo M2 en función de la edad y del volumen acumulado. Modelo combinado .....	412
Figura 5.24 Distribución de contadores del modelo M3 por edad .....	413
Figura 5.25 Curva de error media del modelo M3.....	414
Figura 5.26 Curvas de error en función de la edad (modelo M3) .....	416
Figura 5.27 Evolución del error a cada caudal en función de la edad (modelo M3) .....	417
Figura 5.28 Evolución del error medio ponderado del modelo M3 en función de la edad.....	418
Figura 5.29 Distribución de contadores del modelo M3 por volumen acumulado.....	419
Figura 5.30 Curvas de error en función del volumen acumulado (modelo M3).....	421
Figura 5.31 Evolución del error a cada caudal en función del volumen acumulado (modelo M3).....	421
Figura 5.32 Evolución del error medio ponderado del modelo M3 en función del volumen acumulado .....	422

Figura 5.33 Evolución del error medio ponderado del modelo M3 en función del volumen acumulado (modificada) .....	423
Figura 5.34 Evolución del error medio ponderado del modelo M3 en función de la edad y del volumen acumulado .....	424
Figura 5.35 Evolución del error medio ponderado del modelo M3 en función de la edad y del volumen acumulado. Modelo combinado .....	425
Figura 5.36 Distribución de contadores del modelo M4 por edad.....	426
Figura 5.37 Curva de error media del modelo M4.....	427
Figura 5.38 Curvas de error en función de la edad (modelo M4).....	429
Figura 5.39 Evolución del error a cada caudal en función de la edad (modelo M4) .....	430
Figura 5.40 Evolución del error medio ponderado del modelo M4 en función de la edad .....	431
Figura 5.41 Distribución de contadores del modelo M4 por volumen acumulado.....	432
Figura 5.42 Curvas de error en función del volumen acumulado (modelo M4).....	434
Figura 5.43 Evolución del error a cada caudal en función del volumen acumulado (modelo M4) .....	435
Figura 5.44 Evolución del error medio ponderado del modelo M4 en función del volumen acumulado .....	435
Figura 5.45 Evolución del error medio ponderado del modelo M4 en función de la edad y del volumen acumulado .....	437
Figura 5.46 Evolución del error medio ponderado del modelo M4 en función de la edad y del volumen acumulado. Modelo combinado .....	438
Figura 5.47 Porcentaje de contadores defectuosos.....	439
Figura 5.48 Errores medios ponderados de contadores en uso .....	440
Figura 5.49 Degradación del error medio ponderado .....	440
Figura 5.50 Errores medios ponderados de contadores en uso con una edad de 6 años.....	441
Figura 5.51 Degradación del error medio ponderado de contadores con una edad de 6 años.....	443
Figura 5.52 Porcentaje de contadores con sobrecontaje.....	444
Figura 5.53 Degradación del error medio ponderado en contadores de velocidad chorro único en función de la edad .....	446
Figura 5.54 Degradación del error medio ponderado en contadores de velocidad chorro único en función del volumen acumulado .....	447
Figura 5.55 Degradación del error medio ponderado en contadores volumétricos en función de la edad .....	447
Figura 5.56 Degradación del error medio ponderado en contadores volumétricos en función del volumen acumulado .....	448
Figura 5.57 Degradación del error medio ponderado en contadores domésticos en función de la edad .....	449
Figura 5.58 Degradación del error medio ponderado en contadores domésticos en función del volumen acumulado .....	450
Figura 5.59 Comparativa de las curvas de error de contadores domésticos en uso.....	451
Figura 5.60 Comparativa de la evolución del error global de contadores domésticos en uso en función de la edad y del volumen acumulado .....	452
Figura 5.61 Distribución de contadores ensayados (grandes consumidores).....	454
Figura 5.62 Comparativa de las curvas de error en función del cumplimiento de la normativa.....	455
Figura 5.63 Evolución del error medio ponderado en grandes consumidores .....	455
Figura 5.64 Curvas de error del modelo M1 (15mm) .....	458

Figura 5.65 Curvas de error del modelo M1 (15mm). Detalle.....	459
Figura 5.66 Curvas de error del modelo M1 (20mm).....	461
Figura 5.67 Curvas de error del modelo M1 (20mm). Detalle.....	462
Figura 5.68 Curvas de error del modelo M1 (25mm).....	463
Figura 5.69 Curvas de error del modelo M1 (25mm). Detalle.....	464
Figura 5.70 Curvas de error del modelo M3 (25mm).....	465
Figura 5.71 Curvas de error del modelo M3 (25mm). Detalle.....	466
Figura 5.72 Curvas de error del modelo M3 (30mm).....	468
Figura 5.73 Curvas de error del modelo M3 (30mm). Detalle.....	469
Figura 5.74 Curvas de error del modelo M1 (32mm).....	470
Figura 5.75 Curvas de error del modelo M1 (32mm). Detalle.....	471
Figura 5.76 Curvas de error del modelo M2 (40mm).....	473
Figura 5.77 Curvas de error del modelo M2 (40mm). Detalle.....	473
Figura 5.78 Curvas de error del modelo M3 (40mm).....	475
Figura 5.79 Curvas de error del modelo M3 (40mm). Detalle.....	475
Figura 5.80 Comparativa de patrones de consumo obtenidos en la tesis.....	477
Figura 5.81 Comparativa de patrones obtenidos por Arregui, F. (2002).....	478
Figura 6.1 Comparativa del registro según la selección del contador.....	495
Figura 6.2 Comparativa del valor mínimo de la cuota fija en diferentes abastecimientos.....	499
Figura 6.3 Comparativa del valor máximo de la cuota fija en diferentes abastecimientos.....	500
Figura 6.4 Comparativa del valor de la cuota de consumo en diferentes abastecimientos.....	500
Figura 6.5 Comparativa de los habitantes suministrados en diferentes abastecimientos.....	501
Figura 6.6 Evolución del coste del recibo del agua en función del abastecimiento para un contador de 40mm.....	510
Figura 6.7 Evolución del coste del recibo del agua en función del abastecimiento para un contador de 15mm.....	510



## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

---

## 1.1 Justificación de la tesis

Desde el inicio de los primeros sistemas de abastecimiento de agua, uno de los principales objetivos a alcanzar ha sido la mejora de las condiciones humanas, favoreciendo el suministro de agua como recurso esencial para la mejora de las condiciones higiénicas, y así mismo como principal base del desarrollo económico. Durante mucho tiempo, diferentes han sido las sociedades que han construido la infraestructura necesaria para conseguir transportar el agua desde las fuentes de suministro hasta las poblaciones. Aún considerándose todo un éxito, este suministro se realizaba de una forma muy ineficiente. Desde que el mundo se enfrenta al dilema del aumento de la población y de sus necesidades de agua, junto a unos recursos finitos de ésta, es obvio que estas ineficiencias deben mantenerse bajo unos niveles de control aceptables.

Para las empresas gestoras del ciclo integral del agua, la consecución de una correcta gestión debe abarcar una serie de estrategias tanto técnicas como medioambientales, económicas e incluso sociales, que mediante su planificación, organización y dirección, consigan incrementar y mejorar el control que se ejerce sobre el ciclo. Y es que este control se realiza sobre un recurso natural escaso y fundamental, cuya variabilidad en su disposición temporal es muy elevada, ya que rara vez coinciden las épocas de mayor demanda con las de mayor disponibilidad. Todavía hoy sigue en plena vigencia el debate sobre la suficiencia de recursos hídricos en cantidad y calidad después de varias décadas de deliberaciones. Y este debate cobra más importancia y preocupación especialmente en la cuenca mediterránea caracterizada por un alto estrés hídrico y un igualmente elevado consumo per cápita.

Las diferentes estrategias para la consecución de este control pueden dirigirse hacia la gestión de la oferta, mediante la realización de nueva infraestructura y procesos de producción o bien hacia la gestión de la demanda, la que actualmente parece más lógica y a su vez medioambientalmente más sostenible, ya que pretende reducir o modular la demanda final de los usuarios. Es evidente que el ahorro de agua y la mejora en la eficiencia de su uso, desde una perspectiva tanto económica como medioambiental, resultarán mucho más convenientes que el incremento de disponibilidad de la misma. Se deben sumar esfuerzos e intenciones en aras de contribuir hacia el cambio necesario de la cultura tradicional del agua, y éste debe de estar basado fundamentalmente, en la concienciación medioambiental.

En cualquier caso, resulta evidente que un mayor valor del recurso manejado, consecuencia de su escasez, debería llevar asociado un mayor control sobre el mismo,



desde su captación hasta su utilización por el usuario final. A su vez, el control del recurso requiere un exhaustivo proceso de medición, tanto de los caudales como de otras variables, que debe realizarse durante todo el ciclo. Sin embargo en España, a día de hoy, en un considerable número de abastecimientos de agua, el uso extensivo de los contadores no está totalmente implantado. Es más, en muchos municipios pequeños no existe control alguno sobre los caudales inyectados al sistema, ni sobre el consumo de los usuarios, con lo que es imposible estimar el volumen de agua que se pierde en fugas en la red de distribución y depósitos. La gestión de la red en estas condiciones resulta inaceptable. Aún así, en la mayoría de las ciudades se ha conseguido universalizar el uso de contadores de agua. No obstante, su gestión no se realiza mediante los métodos adecuados y no se conoce la precisión promedio del parque de contadores ni su ritmo de deterioro al operar bajo las condiciones de funcionamiento propias del abastecimiento.

No hay duda en que para poder controlar y mejorar cualquier proceso, es indispensable su correcto y completo conocimiento, para una vez detectados los diferentes problemas o ámbitos mejorables, establecer las acciones adecuadas para su solución. Como ya dijo en el siglo XIX el célebre físico y matemático Sir William Thomson, Lord Kelvin: *“Lo que no se define, no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”*.

Este serio problema se agrava cuando se aborda el estudio de los usos del agua en sectores como el industrial, comercial y servicios. El motivo es la mayor sensibilidad de los equipos de medición utilizados en estos casos a las condiciones de instalación, la carencia de datos fiables para un adecuado dimensionado y mantenimiento y las dificultades que supone la verificación del instrumento.

Es por ello que uno de los desafíos más importantes de cualquier abastecimiento de agua es el conocimiento, control y optimización del nivel de las pérdidas de agua. Estas, como se verá con detalle posteriormente, pueden ser reales o comerciales. Las pérdidas reales son aquellas pérdidas físicas que se producen en diferentes fases del ciclo, desde las aducciones, depósitos de cabecera o de regulación, hasta la red de distribución, tanto en las arterias principales de distribución como en cada una de las acometidas domiciliarias. Mientras que las pérdidas comerciales, también conocidas como aparentes, no son pérdidas físicas de agua, sino que es agua consumida pero no controlada, ya que no es registrada y por lo tanto tampoco facturada.

Elevados niveles de agua no facturada reflejan grandes volúmenes de ésta, perdida a través de fugas. Asimismo, evidencia que parte del agua que llega a los usuarios, no es registrada ni facturada. Esta situación afecta directamente a la sostenibilidad y

viabilidad económica del abastecimiento ya que incrementa sustancialmente los costes de operación. Ante este escenario, los gestores deben de afrontar inconvenientes tanto económicos como sociopolíticos de difícil solución, con el objetivo de mantener un delicado equilibrio en muchas ocasiones imposible de mantener.

Cada año más de 32.000 millones de metros cúbicos de agua tratada se pierden físicamente en las redes de distribución en todo el mundo, mientras que son aproximadamente 16.000 millones de metros cúbicos los que, siendo suministrados a los usuarios, no son registrados ni facturados (Kingdom et al., 2006). Aún asumiendo que los resultados comentados son optimistas (la realidad posiblemente sea más preocupante), resulta evidente que mejorar esta situación únicamente aportará beneficios. Por un lado, con el agua perdida se podrían abastecer a muchas poblaciones que actualmente no disponen de suministro o tienen serios problemas para obtenerlo con suficientes garantías. Por otro, las pérdidas económicas que esta situación lleva asociada, estimadas en más de 14.000 millones de US\$ al año, son superiores a gran parte de las inversiones que actualmente se están llevando a cabo para mejorar los sistemas de abastecimiento. Aunque las cifras anteriormente expuestas puedan variar, ponen de manifiesto el orden de magnitud del problema, por lo que éste no puede ser ignorado.

De los 14.000 millones de US\$ de pérdidas al año estimados, aproximadamente el 45%, es decir alrededor de 6.500 millones de US\$, corresponden a pérdidas comerciales. Estas están integradas por cuatro componentes fundamentales: imprecisiones de los contadores de agua, consumo no autorizado (fraude, bypass al contador, conexiones ilegales, uso inadecuado de las bocas de incendio,...), errores en la transmisión y gestión de datos y consumos estimados inadecuadamente. Dependiendo de cada abastecimiento y de las circunstancias locales, cada uno de estos componentes puede adoptar mayor o menor importancia. Evidentemente una estimación precisa de cada uno de los componentes de las pérdidas comerciales, debe de constituirse como una tarea imprescindible para los gestores de abastecimientos de agua, que con esta información, podrán optar a tomar las decisiones más óptimas de cara a rentabilizar las inversiones a abordar (Arregui et al., 2013).

A su vez, resulta necesario asumir que la reducción total de las pérdidas de agua, tanto reales como comerciales, es un objetivo irreal. En función de las características del abastecimiento y de sus condicionantes, deberán establecerse ratios de mejora asumibles. Para ello es indispensable establecer planes estratégicos que definan claramente los objetivos a alcanzar. Lamentablemente en la actualidad muchos son los abastecimientos cuya única política de mejora es la improvisación y la adaptación continua sin ningún horizonte claro. No existen planes globales a largo plazo donde

queden estructuradas todas las tareas a realizar con el objetivo de reducir las pérdidas de agua. No se utilizan indicadores fiables para un correcto seguimiento de las acciones realizadas. Únicamente se aplican soluciones parciales y aisladas a un grave problema cuya solución pasa irremediabilmente por un análisis global.

Volviendo a los datos mencionados anteriormente, si el objetivo en la reducción de las pérdidas de agua se fijara en un 50%, objetivo bastante realista, los beneficios obtenidos a nivel mundial son evidentes. Se dispondrían de 16.000 millones de metros cúbicos de agua tratada adicionales para abastecer a los usuarios, con los cuales se podría abastecer una población superior a los 175 millones de personas<sup>1</sup> sin incrementar la generación de recursos hídricos. Asimismo, el ahorro del bombeo y distribución de estos 16.000 millones de metros cúbicos generarían un ahorro de aproximadamente 3.200 millones de US\$<sup>2</sup>. A su vez, con la recuperación de 8.000 millones de metros cúbicos de pérdidas comerciales, se obtendrían unos ingresos añadidos de 2.000 millones de US\$<sup>3</sup>, con lo que se dispondrían de un total de 5.200 millones de US\$. Aparte de estos beneficios, no hay que olvidar que esta reducción proporcionaría a los usuarios un servicio más eficiente, sostenible y seguro, sin considerar la necesaria mano de obra y recursos para la consecución de los objetivos analizados.

Pero, a pesar de los beneficios en la reducción de las pérdidas de agua, muchos de los abastecimientos no consiguen llevarla a término, o al menos no de una forma eficiente, ya que no es tarea fácil. Aunque técnicamente no presenta grandes dificultades, la reducción de las pérdidas de agua es una tarea muy compleja. Deben conocerse y cuantificarse cada uno de sus componentes, definir y calcular indicadores de seguimiento y convertir los volúmenes de agua perdidos en valor monetario para entender claramente el problema y adoptar las decisiones óptimas. Debe disponerse en definitiva, de un programa o plan de actuación a largo plazo. Para ello se necesita personal cualificado y con experiencia. Agrava la situación la poca “popularidad” y apoyo institucional de las acciones a adoptar.

Por ello la optimización en la gestión del parque de contadores de un abastecimiento, es una de las prioridades a abordar para conseguir la reducción de las pérdidas comerciales. Solamente conociendo el comportamiento metrológico de los contadores que lo constituyen, se podrán adoptar aquellas actuaciones más eficientes que consigan optimizar el nivel de pérdidas.

---

<sup>1</sup> Para una dotación por persona y día de 250 litros de agua inyectada al sistema.

<sup>2</sup> Considerando un coste de bombeo y distribución medio de 0,20 US\$/m<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Suponiendo una tarifa media de 0,25 US\$/m<sup>3</sup>

## 1.2 Antecedentes

Los contadores de agua y caudalímetros han sido desde hace décadas objeto de estudio (Brittain, 1974; Hayward, 1979; AWWA, 1989; Bowen et al., 1991), pero hasta la irrupción de las nuevas tecnologías de medición y adquisición de datos, no se habían realizado avances importantes en lo referente a su gestión.

Para entender la importancia de estos avances hay que tener presente que el volumen no registrado por un contador o un caudalímetro depende no solo del estado de la curva de error del contador sino, además, de los caudales a los cuales consumen los usuarios, lo que en la bibliografía técnica se denomina patrón de consumo. Y son precisamente los consumos a caudales bajos los que condicionan en mayor grado el error de medición. Por ello, hasta que no se dispuso de instrumentos más precisos y equipos de adquisición de datos con más capacidad de almacenamiento, no fue posible establecer con precisión el porcentaje de agua que se utiliza en diferentes rangos de caudal.

Como consecuencia de estos avances surgieron diversos estudios en los que se pretendía obtener los patrones de consumo típicos para diferentes categorías de vivienda y, en especial, definir el rango inferior de caudales, indicativo de las fugas en las instalaciones interiores (Bowen et al., 1993; DeOreo et al., 1996; Buchberger & Wells, 1996; Arregui, 1999). El conocimiento de los volúmenes circulados a cada caudal permite adecuar el caudal nominal de los contadores a las exigencias de los usuarios, mejorando la precisión de la medida del consumo y alargando su vida útil.

Posteriormente, y una vez se dispone de técnicas para calcular el error de medición de los contadores de agua, es posible calcular, desde un punto de vista económico, el tiempo que éstos deben permanecer en servicio para obtener el máximo rendimiento de la inversión. Para ello se requiere, como se ha dicho, conocer diversos parámetros entre los que destacan el ritmo de deterioro de la curva de error y los patrones de consumo, que caracterizan la demanda de los diferentes usuarios.

Como resultado se han desarrollado numerosos trabajos para determinar el periodo óptimo de sustitución de los contadores domésticos. Destacan los publicados por (Hans & Allender, 1996; Yee, 1999; Johnson, 2001). A pesar de todo, el gran punto débil de la mayoría de los estudios presentados reside en la escasa fiabilidad de los patrones de consumo que caracterizan la demanda de los abonados, punto de partida en todas las metodologías, y que habitualmente se refieren a la vivienda tipo americana, unifamiliar con jardín propio.

Además cabe destacar que las publicaciones y trabajos técnicos realizados hasta la fecha se refieren a contadores domésticos de pequeño calibre pero no a los calibres grandes y medianos. Es más, no se ha encontrado en la literatura técnica ningún trabajo que describa el deterioro y los problemas que sufre la curva de error de los contadores de cierto diámetro. Tampoco existe ningún estudio exhaustivo publicado en el que se caracterice, mediante mediciones en continuo del consumo, la demanda de agua en estos usuarios para obtener patrones de consumo que permitan calcular el error y dimensionar los contadores.

La mayor parte de los trabajos se centran bien en desarrollar modelos estadísticos para la modelación del consumo doméstico (Buchberger & Wu, 1995), por lo que las predicciones solamente son aplicables a bloques de viviendas, o bien en proponer prácticas de buena gestión (Sullivan & Speranza, 1992).

Aún así, de entre la documentación publicada hasta el momento, pueden destacarse los trabajos realizados por (Rizzo & Cilia, 2005; Barfuss, 2011; Mukheibir et al., 2012; Arregui et al., 2013) en los que se analizan los errores de medición de los contadores domésticos especialmente a caudales bajos. Asimismo especial aportación han constituido los trabajos realizados para la obtención de patrones de consumo en E.E.U.U. (Bowen et al., 1993), en España (Arregui, 2002) o en Australia (Beal & Stewart, 2011). Otros trabajos relevantes relacionados con la gestión de las pérdidas comerciales que evidentemente guardan estrecha relación con el comportamiento metrológico de los contadores son los realizados por (Kingdom et al., 2006; Criminisi et al., 2009; Mutikanga et al., 2011) entre otros. La mayor parte de la investigación realizada hasta el momento está dirigida básicamente hacia contadores residenciales y/o domésticos de pequeño calibre, por lo que su metodología y objetivos perseguidos guardan grandes analogías con el presente trabajo.

Por ello se estima que la propuesta realizada, es la continuación natural a los trabajos realizados hasta la fecha por otros autores y completa la laguna de información que existe actualmente en la materia.

### **1.3 Problemática existente**

Como cualquier otro dispositivo de medición, los contadores de agua no son instrumentos perfectos y una vez instalados no son capaces de registrar la cantidad exacta de agua consumida por un usuario. Dependiendo de su tecnología de

construcción, cada contador tiene limitaciones específicas de medición (Rizzo & Cilia, 2005; Thornton et al., 2008; Criminisi et al., 2009). Esto significa que una parte del agua consumida no puede ser registrada y por lo tanto no facturada al cliente. En tales casos, el más frecuente, se dice que el contador tiene subcontaje o un error negativo. Otras veces, algunas tecnologías de medición, bajo un conjunto particular de circunstancias, pueden conducir a un resultado opuesto (Yaniv, 2009), es decir, registrar más agua que el volumen realmente consumido por el cliente. Entonces, se dice que el contador tiene sobrecontaje o un error positivo.

Asimismo cabe destacar que no todos los tipos de contadores sufren el mismo tipo de degradación. Incluso, para un mismo tipo de contador existen diferencias importantes según su construcción y calidad en los acabados. Además, parámetros externos como la calidad del agua pueden afectar a cada modelo de distintas maneras. Por ello, será necesario realizar un estudio específico para conocer la evolución de la curva de error de cada tipo de contador.

Diversas son las tecnologías existentes para contadores de agua. De entre los contadores más habituales se encuentran los de velocidad, tanto de chorro único como múltiple, y los contadores volumétricos, de pistón rotativo o disco nutante. Asimismo, tecnologías como la Woltmann, o contadores tangenciales, proporcionales, electromagnéticos o ultrasonidos pueden encontrarse con relativa facilidad. Como en todos los equipos de medida, cada una de las tecnologías de medición presenta unas ventajas o inconvenientes que determinarán la elección más óptima en función de las características del suministro a medir (Arregui et al., 2006). A modo de resumen se muestran a continuación las diferentes tecnologías o tipologías de contadores más frecuentes:

TABLA 1.1 TECNOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE CONTADORES

Contadores de velocidad	Contadores volumétricos	Caudalímetros
Chorro único	Pistón rotativo	Presión diferencial
Chorro múltiple	Disco nutante	Electromagnéticos
Woltmann		Inserción
Proporcionales		Ultrasonidos
Tangenciales		
Combinados		

En cualquier caso, visto que las inexactitudes de los contadores constituyen un componente crítico de las pérdidas comerciales, es importante cuantificar la magnitud de estos errores de medición (Lambert & Hirner, 2000; Alegre et al., 2006), más asumiendo que los contadores de agua constituyen uno de los pilares fundamentales en los que se apoya la gestión de un abastecimiento.

Un punto crucial a considerar es que el error de un contador de agua no es constante e independiente del caudal que circula a través de él. Por lo general, a caudales bajos, los errores son más grandes y más sensibles a las variables externas, mientras que para caudales medios y altos, las variaciones de error son más pequeñas. El conocimiento y análisis de la evolución del error en función del caudal circulante, lo que se conoce como la curva de error del contador, es vital para la correcta gestión del mismo.

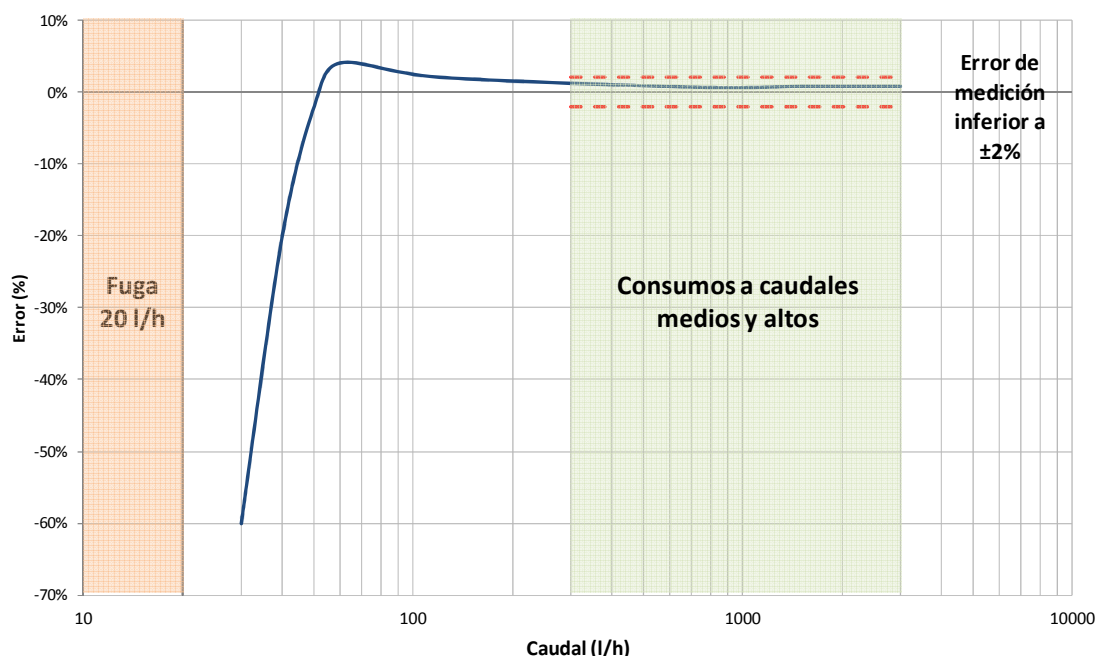


FIGURA 1.1 ERROR DE MEDICIÓN DE UN CONTADOR

Es importante tener en cuenta que la curva de error a caudales medios y altos generalmente se mantiene estable y no sufre excesivo deterioro, por lo que las variaciones de error son más pequeñas (Figura 1.1). Es en el rango inferior de medida donde aparecen los mayores errores de conteo ya que la curva de error varía bruscamente y el desgaste del instrumento se acentúa considerablemente. En este rango los errores son más grandes y más sensibles a las variables externas. En consecuencia, los consumos que condicionan en mayor grado el error de medición de un contador serán los que tienen lugar a caudales bajos. Habitualmente dichos

consumos están originados por fugas en las instalaciones interiores o la presencia de depósitos de almacenamiento intercalados entre el contador y los puntos de consumo. Es más, siempre existirá un caudal hasta el cual el contador permanecerá completamente parado, por lo cual el error de medición será del 100%. A partir de este caudal, conocido como caudal de arranque, el contador empezará a funcionar pero con errores muy elevados. No será hasta caudales más altos, próximos al caudal conocido como mínimo, cuando el valor del error de medición se encontrará en valores más acotados y próximos al 0%.

Todos los contadores que se encuentran en el mercado deben de cumplir con la normativa vigente relativa a instrumentos de medida, donde quedan establecidos los requisitos de precisión, las características metrológicas y la nomenclatura y definición de los caudales característicos o de ensayo. Existen diferentes directivas y normas de referencia. En el año 2004 se aprobó la Directiva europea 2004/22/CEE que ha convivido con la anterior Directiva 75/33/CEE del año 1974. En el año 1993 se redactó la norma internacional ISO 4064. Asimismo, cada país ha adaptado toda esta normativa al marco legal propio, como es el caso de la UNE-EN 14154 redactada originariamente por el Comité Europeo de Normalización (CEN) en base a las recomendaciones dadas por la Organización Internacional de Metrología en sus documentos OIML R49-1, OIML R49-2 y OIML R49-3 y del Real Decreto 889/2006 de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida. Para una mejor comprensión y detalle de la misma, se remite a la normativa legislativa referenciada en el Capítulo 8.

El control metrológico de los contadores de agua, tanto de nueva adquisición como usados, es uno de los pilares fundamentales en el que se apoya la gestión integral del parque de contadores. Es imprescindible conocer de cada modelo de contador cual es su curva de error tanto a origen como la evolución de ésta mientras el contador está en uso, para de esta forma poder tomar decisiones técnica y económicamente justificadas, tanto para la selección inicial de contadores como para determinar una frecuencia de renovación óptima de los mismos.

A pesar de su importancia, también es conocido que el ensayo de contadores es una actividad costosa y requiere de mucho tiempo de personal cualificado. En el panorama actual, y más en estos tiempos de crisis, la necesidad de conseguir unos aparatos con una notable fiabilidad y que reproduzcan las pérdidas con un error mínimo, va en aumento. A pesar de ello, son muy pocas las empresas que pueden presumir de poseer laboratorios, o en su defecto, bancos de ensayo e instrumentos para la verificación y análisis de contadores de agua.



Uno de los principales condicionantes que convierte al ensayo de contadores en una actividad costosa, es la necesidad de representar la curva de error con la máxima precisión posible. Es evidente que la reconstrucción real de toda la curva es inviable y esta debe reconstruirse en base a una cantidad limitada de información. Es decir, se deben de elegir los caudales a los que se ensayará el contador para, a partir de estos, reconstruir la totalidad de la curva. Este es uno de los puntos cruciales del ensayo de contadores. Si se pretende reconstruir toda la curva de error de un contador con pocos caudales, se corre el riesgo de asumir un funcionamiento que no será representativo y llevará a conclusiones equivocadas con sus consecuencias asociadas. Evidentemente, el número de caudales a ensayar dependerá en gran medida del objetivo del ensayo. No es lo mismo ensayar un contador a origen para comprobar si su comportamiento sigue la normativa establecida y cumple las especificaciones ofrecidas por el fabricante, que ensayar un contador para determinar su degradación en campo. La realidad es que muchas compañías y estudios realizados se limitan a ensayar a tres caudales (los establecidos por normativa) o incluso solamente a un solo caudal (normalmente al caudal nominal del contador ensayado).

Por lo tanto, la diferencia entre el volumen de agua registrada por el contador y el volumen real consumido, depende directamente de dos parámetros fundamentales: la curva característica de error del contador y el patrón de consumo del usuario. Es decir, tan importante es saber cómo evoluciona el error de medición en función del caudal circulante a través del contador como, evidentemente, cuales son los caudales a los que consume el usuario. De la combinación de ambos parámetros se obtendrá el error global de un contador, también denominado error medio ponderado, que se define como la diferencia porcentual entre el consumo real y el volumen registrado. Por lo tanto, el error medio ponderado es una medida del funcionamiento real de un contador de agua en uso, al registrar el consumo de agua de un tipo determinado de usuario.

## **1.4 Objetivos y estructura de la tesis**

Vista la problemática asociada a la gestión de las pérdidas comerciales de agua y con el objetivo principal de reducir sus niveles, se abordarán en la presente Tesis las diferentes actuaciones y estrategias necesarias para su consecución. Para ello, una vez introducido el problema en el presente capítulo, se profundizará en el Capítulo 2 en todas aquellas metodologías que a lo largo del tiempo han ido aplicándose para la

correcta gestión de los sistemas de abastecimiento con el objetivo principal de reducir las pérdidas de agua, tanto las reales como especialmente las comerciales.

Posteriormente, en el Capítulo 3, se detallará el proceso de obtención de diferentes patrones de consumo, que como se ha comentado, constituye uno de los dos parámetros principales para la obtención del error global de medición. En función de la tipología de usuario, vivienda, instalación o sector, se obtendrán diferentes patrones que serán comparados con los obtenidos anteriormente por otros autores. Se analizarán los resultados obtenidos para los usuarios domésticos y especialmente para los no domésticos o grandes consumidores. Gracias a las auditorías en las instalaciones de los usuarios, se conocerá cómo se consume el agua. De esta forma se podrán proponer métodos efectivos y viables que promuevan un uso más eficiente en los diferentes sectores abordados: residencial, comercial, servicios e industrial. Además, se obtendrán valores sobre la incidencia de fugas en las instalaciones interiores, lo que además de constituir un parámetro que condiciona significativamente la precisión de las medidas de consumo, posibilitará evitar desde consumos excesivos, fugas interiores incontroladas, consumos innecesarios hasta consumos fraudulentos y/o ilegales.

Una vez con los patrones obtenidos, se procederá al estudio en detalle de las curvas de error de los contadores, para poder obtener junto al patrón de consumo correspondiente, el error medio ponderado. En el Capítulo 4, se analizarán las curvas de error de contadores nuevos con el objetivo de obtener los errores iniciales que presentan los contadores en función de su tecnología de medición, modelo o calibre. Será en el Capítulo 5, donde se analizarán las curvas de error, pero en este caso de contadores en uso. De esta forma se obtendrá la tasa de degradación que sufren los contadores cuando estos están siendo utilizados en campo, obteniendo la evolución del error global desde las condiciones iniciales hasta las delimitadas bien por su edad o por el volumen acumulado a lo largo de su vida útil.

Con las degradaciones obtenidas, se podrán cuantificar las pérdidas comerciales por errores de medición de los contadores. Esta cuantificación se realizará tanto en volumen como en términos económicos en el Capítulo 6. Asimismo en el mismo se analizará económicamente lo que puede llegar a suponer la elección de un contador u otro, así como la importancia que llega a tener el precio del agua y la tarifa aplicada en función del abastecimiento.

Con todo, se pretende mejorar la eficiencia y aprovechamiento de los sistemas de medición, aumentando así la precisión de estos, contribuyendo a un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos, en concepto de disminución de pérdidas y de consumos ajustados a cada tipo de consumidor.

## **CAPÍTULO 2**

# **GESTIÓN DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES EN ABASTECIMIENTOS DE AGUA**

---

## 2.1 Introducción

Actualmente, la escasez de recursos hídricos obliga a incrementar y mejorar el control que se ejerce sobre el agua en todo su ciclo de vida, desde su captación hasta su uso final. Como ya se ha comentado, la mejora del control del recurso requiere un exhaustivo proceso de medición, tanto de los caudales como de otras variables, que debe realizarse durante todo el ciclo, para una vez conocidas las más determinantes, poder actuar sobre ellas y mejorarlas.

Mediante la obtención de patrones de consumo que caractericen el consumo de agua, se podrán aplicar pautas para la gestión activa de fugas, modelación y planificación de redes y el diseño y dimensionado de instalaciones interiores. Todas estas herramientas contribuirán a reducir el volumen perdido por fugas, tanto en las redes de abastecimiento como en las instalaciones interiores y al mismo tiempo permitirán dimensionar correctamente los contadores, factor clave en la minimización de los errores de medición.

Afirmar que el agua es un recurso escaso y, al mismo tiempo, no tener un conocimiento preciso de cómo se utiliza ni de las posibilidades de ahorro que ofrece, constituye la principal paradoja que envuelve el complejo mundo del agua.

Partiendo de la premisa de que no se puede gestionar lo que no se mide, es evidente que para poder conocer y mejorar cualquier proceso, especialmente el de la gestión integral del ciclo del agua, se deben establecer metodologías y procesos que consigan obtener información sobre el sistema. La información derivada de los instrumentos se puede utilizar en múltiples áreas, internamente dentro de la compañía o externamente, por parte de las autoridades competentes que demandan estadísticas fiables de consumos o los valores reales de los rendimientos hidráulicos conseguidos.

Sin duda la correcta gestión de una red de distribución de agua, exige conocer con exactitud el destino final de toda agua introducida en el sistema a través de los distintos puntos de inyección. Al conjunto de actuaciones requeridas para establecer con precisión el balance hídrico se le denomina auditoría.

Según el balance hídrico propuesto por la IWA (International Water Association), dentro del campo de pérdidas de agua, aparte de las reales motivadas principalmente por fugas, ya sea en depósitos, conducciones de distribución o en acometidas, encontramos también el concepto de pérdidas aparentes o comerciales.



FIGURA 2.1 BALANCE HÍDRICO PROPUESTO POR LA IWA

Como puede observarse en la figura adjunta, se contemplan dos tipos de pérdidas comerciales bien diferenciadas:

- Consumo no autorizado
- Errores de medición

Consumo no autorizado es todo aquel consumo de agua que se ha producido sin el consentimiento de la empresa abastecedora, bien por la sustracción fraudulenta de volúmenes de agua de la red, bien por la manipulación de los equipos de medida. La sustracción fraudulenta de volúmenes de agua de la red se suele realizar de varias formas:

- Mediante la realización de acometidas o conexiones ilegales a la red: Esta forma de fraude además de provocar pérdidas económicas puede provocar también alteraciones en la presión y el caudal al resto de usuarios, así como problemas en la calidad del agua.
- Mediante la reconexión de contadores desinstalados por suspensión del suministro, bien por falta de pago o bien por baja voluntaria.
- Mediante la manipulación de elementos de la red como: Ventosas, descargas, hidrantes con traincendios, etc...



FIGURA 2.2 EJEMPLOS DE CONEXIONES ILEGALES

La manipulación de los equipos de medida se realiza de diversas formas y siempre se persigue un subcontaje del volumen de agua suministrado e incluso la total inutilización del elemento de medida. Algunas de las formas más utilizadas en la manipulación de los contadores son:

- Introducción de elementos extraños en la cámara de medición para impedir el movimiento de la turbina o émbolo.
- Colocación de imanes para desacoplar la turbina de los engranajes.
- Introducción de elementos como agujas o alambres para conseguir el bloqueo de los engranajes.
- Rotura de los totalizadores en los puntos adecuados.

- Invertir el sentido de colocación del contador (en aquellos cuyo diámetro de entrada es igual al de salida) para que el totalizador descuente.
- Retirada del contador temporalmente y sustitución del mismo por un tubo.
- Realización de bypass al contador.
- Consumo intencionado a caudales bajos a fin de situarse por debajo del caudal de arranque del contador.
- Manipulación de los equipos de telelectura si estos existen.
- En el caso de caudalímetros en alta, la modificación de parámetros de configuración para conseguir subcontajes.



FIGURA 2.3 EJEMPLOS DE MANIPULACIONES EN CONTADORES

Los consumos no autorizados, se podrían resumir en los siguientes:

- Conexiones ilegales a la red
- Manipulación de contadores
- Robo y destrucción de los contadores
- Bypass del contador
- Reconexiones no autorizadas de contadores
- Manipulación de los equipos de telelectura
- Conexiones y consumos no autorizados a hidrantes

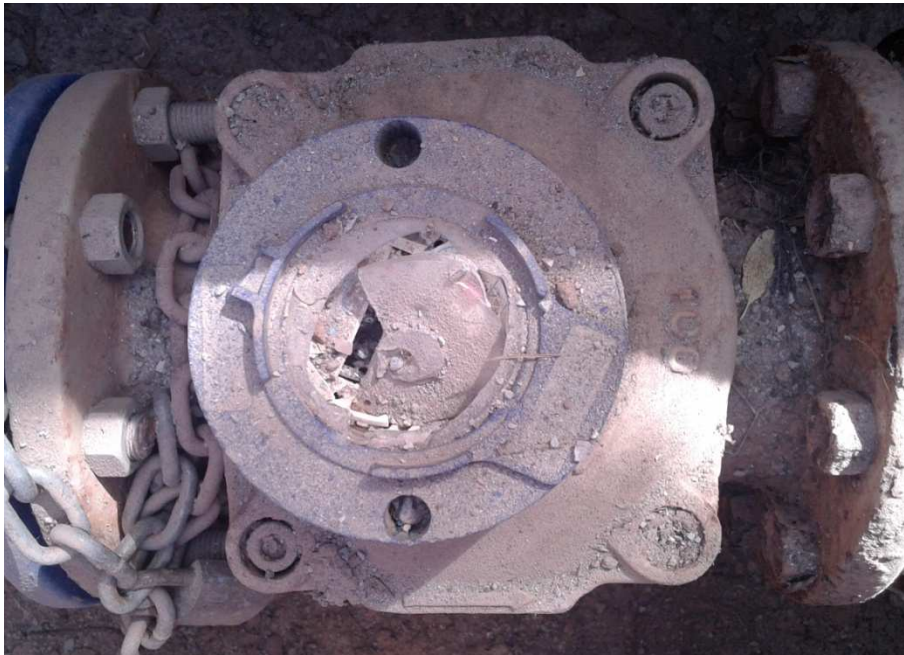


FIGURA 2.4 ROTURA PROVOCADA DEL TOTALIZADOR DE UN CONTADOR

El principal componente de las pérdidas comerciales lo constituyen los errores de medición. Estos pueden estar causados por los errores de los contadores y los errores en el tratamiento de datos. En condiciones reales de funcionamiento los sistemas de medición no se comportan como idealmente se espera. Existen multitud de factores que pueden afectarles originándose ciertas discrepancias entre el valor real de la variable observada y la lectura de los instrumentos. Por ello, en la práctica, cualquier lectura de un aparato de medida difiere en mayor o menor grado del verdadero valor de la variable monitorizada. En consecuencia, siempre se debe hablar de un intervalo de confianza, donde se espera, con una determinada probabilidad, se encuentre dicho valor verdadero (Arregui et al., 2006).



Entre los factores que afectan al error de medida cabe distinguir dos tipos, los que causan errores sistemáticos y los que originan errores aleatorios. Los errores son sistemáticos, para unas determinadas condiciones del sistema, cuando ocurren siempre en el mismo sentido y son de una magnitud más o menos constante. Por ejemplo, el desplazamiento de la curva de error en un contador debido a la sedimentación de cal en el interior del cuerpo del instrumento siempre provoca que el registro del consumo a un determinado caudal se produzca, aproximadamente, con el mismo error. Es decir, cada vez que se repitiese la medida del consumo a un determinado caudal, éste se registraría con errores similares. Otro ejemplo de error sistemático en la medida es el causado por la mala calibración de un instrumento o por un sensor en mal estado.

Entre las variables que pueden afectar a la medición del caudal de agua (Arregui et al., 2006), destacan:

- La tecnología de medición
- La calidad de fabricación
- Las características de consumo de los usuarios
- La calidad del agua
- La calidad del suministro (cortes, presión de red, etc.)
- Perfil de velocidades distorsionado
- Mal funcionamiento del sensor
- Rango de funcionamiento inadecuado
- Mala instalación o posición del instrumento
- Ruido eléctrico
- Variación en la sección nominal de la conducción

Por lo que respecta a los errores en el tratamiento de datos estos pueden ser debidos a diferentes motivos:

- Errores en la transcripción de las lecturas.
- Errores en el análisis de las lecturas.
  - Deficientes estimaciones del consumo de agua.
  - Manipulaciones interesadas del consumo de agua.
  - Mala gestión de abonados.
- Errores y atajos en los procedimientos.
  - Posibilitar que ciertos usuarios sean considerados como no facturables
  - Políticas de ajuste de lecturas que no se ciñan a los volúmenes medidos.

- Burocracia que retrase las actuaciones de instalación de un medidor y la facturación del volumen registrado.

Cabe destacar que muchos errores en el tratamiento de los datos se originan al no distinguir entre volumen registrado y volumen facturado.

Debido a la gran cantidad de errores que se pueden cometer tanto en lo referente a los instrumentos como en el tratamiento de datos cabe pensar que los equipos son instalados, mantenidos y tratados con gran cautela por parte de todos los gestores. Sin embargo, la realidad muestra todo lo contrario ya que es frecuente encontrar muchas localidades con un parque de contadores antiguo y con una verificación prácticamente inexistente, añadiendo a estos problemas una más que deficiente instalación y dimensionado.

Entre las causas de estas situaciones se podrían citar las siguientes:

- El precio de venta del agua es muy barato con lo que la inversión en contadores no siempre se recupera.
- No se destina ninguna partida presupuestaria para el mantenimiento del parque de contadores.
- El personal del servicio de aguas no posee información tecnológica adecuada acerca de los equipos.
- No existe conciencia de que el conocimiento del agua consumida es fundamental para la gestión técnica del sistema de abastecimiento de agua.

El estudio y análisis en profundidad de los dos componentes que integran las pérdidas comerciales así como la implantación de metodologías de seguimiento y control de la evolución de sus magnitudes es, hoy en día, uno de los problemas a abordar con decisión. Resulta evidente que optimizar y reducir al máximo las pérdidas comerciales mediante una correcta gestión de los sistemas de medición de agua en abastecimientos, beneficiará tanto a la gestión de los abastecimientos, como a los consumidores ya que cuando los sistemas de medición son ineficientes unidos a tarifas bajas de suministro, la sostenibilidad financiera de los servicios públicos puede estar en peligro (Mutikanga et al., 2011).

Por ello, muchas son las metodologías que a lo largo del tiempo han ido aplicándose para la correcta gestión de los sistemas de abastecimiento con el objetivo principal de reducir el agua no facturada. En el presente capítulo se realizará un breve análisis de aquellas más relevantes, tanto de las destinadas al control de las pérdidas reales, de las que se hará una breve descripción con el objetivo de situarlas en contexto, pero sobre

todo de aquellas centradas en la optimización de las pérdidas comerciales, especialmente en lo que a los errores de medición de los contadores se refiere.

## **2.2 Sistemas de gestión y control de las pérdidas reales**

### **2.2.1 Balance hídrico**

No cabe duda de que la base de cualquier metodología que persiga la optimización de las pérdidas de agua de un abastecimiento, debe de consistir en un sistema de medición fiable. Recordando el balance hídrico propuesto por la IWA (International Water Association), resulta evidente que las pérdidas de agua podrían definirse como la diferencia entre el volumen de entrada al sistema y el consumo autorizado. De la correcta obtención y fiabilidad del valor de ambos volúmenes, depende totalmente la veracidad de los resultados que se obtengan, por lo que la gestión de la totalidad de instrumentos que conformen el sistema de medición del abastecimiento es clave para la determinación de las estrategias a seguir para la reducción de las pérdidas de agua.

En primera instancia, la obtención del volumen inyectado al sistema parece relativamente sencilla. Dependiendo de la complejidad y tamaño del abastecimiento, existirán más o menos aportes, los cuales deberán de disponer de los elementos de medición del volumen y/o caudal correspondientes. Normalmente estos aportes están controlados mediante caudalímetros. Aunque su cantidad en ocasiones suele ser elevada, no supondrá inconveniente para su correcta gestión. Pero la verificación de sus condiciones de funcionamiento debe de convertirse en el primer paso a abordar, asegurando una gran fiabilidad en los valores ofrecidos ya que constituyen el volumen de referencia del balance (Thornton et al., 2008).

Es el segundo componente, el consumo autorizado, el que debido a su gran cantidad de instrumentos, complicará sensiblemente la obtención del resultado final. Y no simplemente por la cantidad de mediciones a gestionar sino, más bien, porque la obtención de los volúmenes siempre va asociada a un determinado período de tiempo, que deberá coincidir con el de los aportes medidos por los caudalímetros.

A todo este proceso, se le conoce como balance hídrico y en él se engloban todas las medidas y acciones a realizar para la obtención del resultado perseguido. Resultado

que tradicionalmente se ha expresado como rendimiento porcentual o absoluto, de gran utilidad para analizar la evolución en el tiempo de un abastecimiento, pero que presenta limitaciones a la hora de realizar comparaciones entre diferentes abastecimientos. Por ello son más representativos los indicadores relativos. Estos consideran diferentes aspectos determinantes como pueden ser la presión de suministro, la longitud total de las tuberías de distribución de la red, el número de acometidas existentes y su longitud, elementos cruciales en el volumen total de agua fugada de un abastecimiento. Uno de los indicadores adimensionales más extendido en la gestión de las pérdidas de agua reales es el ILI (Infraestructure Leakage Index) o Índice de fugas estructural, cuyo uso promueve la IWA. Asimismo otros indicadores tradicionales y más simples como son litros/acometida/día o  $m^3/km/día$  acompañados de un valor de presión, son útiles y deben de analizarse conjuntamente (Liemberger et al., 2007).

Muchos son los estudios que evidencian la no idoneidad de utilizar indicadores referidos a volúmenes o variables que puedan variar significativamente de un período a otro, como puede ser el volumen de agua inyectada al sistema al año o incluso la existencia de agua exportada, que ofrecería siempre mejores valores del rendimiento hidráulico independientemente de las demás variables (Liemberger et al., 2007).

No es objeto de este capítulo profundizar en los detalles de la consecución de cada fase del balance, sino más bien, mostrar los avances que en los últimos años se han venido produciendo para optimizar su obtención y al mismo tiempo dar soporte e información al gestor de un abastecimiento, para tomar las decisiones oportunas en el menor tiempo posible.

### **2.2.2 Metodologías de control y reducción de las pérdidas de agua**

Una vez realizado el balance hídrico del abastecimiento y obtenidos los diferentes indicadores, se dispone de un diagnóstico de la situación general del abastecimiento. Para mejorar esta, será necesario identificar donde existe mayor potencial de mejora y qué medidas son las más eficaces. Como se ha comentado anteriormente, uno de los problemas con los que se encuentra el gestor de un abastecimiento es la gran cantidad de datos que continuamente genera el sistema. Para su correcta gestión y análisis, es necesario un soporte que recoja, almacene, filtre y comunique estos datos a un servidor, para posteriormente procesarlos y convertirlos en información útil.

Las estrategias potenciales para minimizar las pérdidas reales de agua son:

- Gestión de la presión
- Control activo de las fugas
- Rapidez y calidad de las reparaciones
- Gestión de la infraestructura

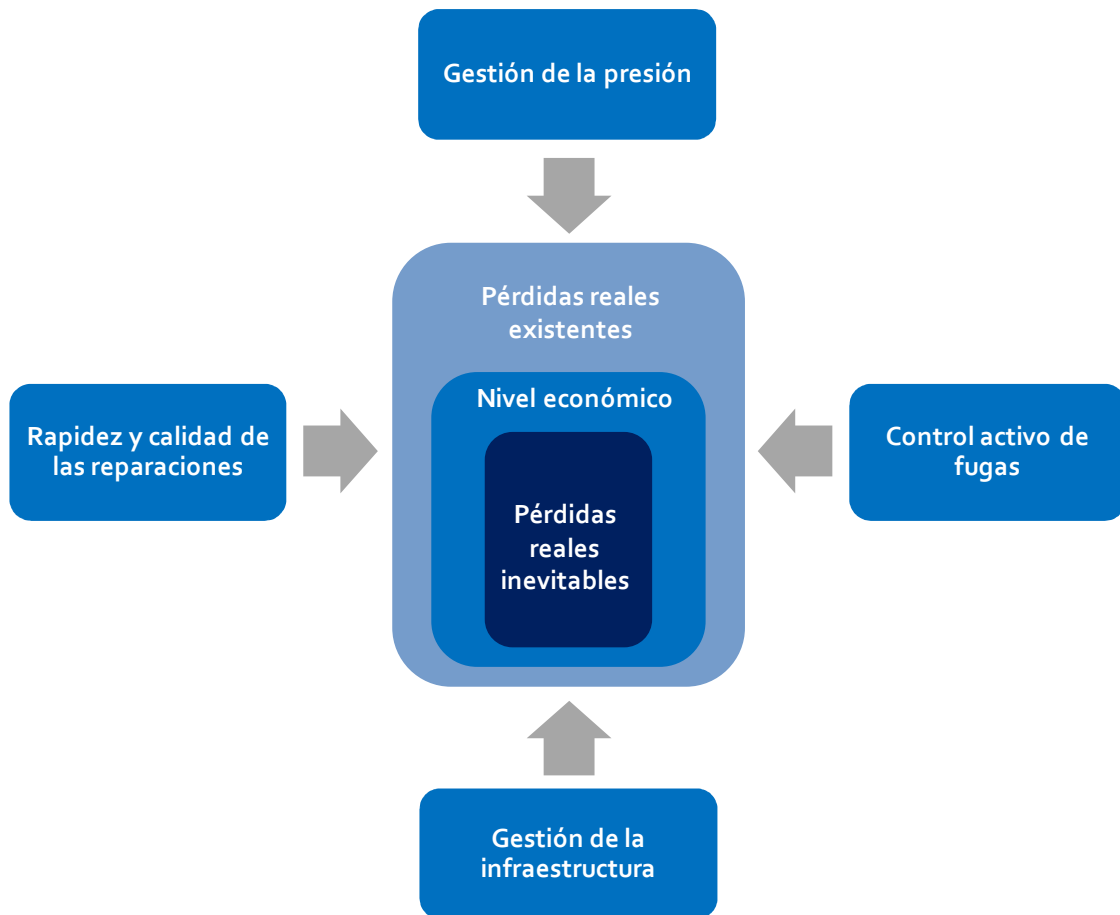


FIGURA 2.5 METODOLOGÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS PÉRDIDAS REALES (AWWA)

Para cada una de ellas, una adecuada información en tiempo y forma, es imprescindible, para su óptima consecución. Asimismo, especialmente para abastecimientos de cierto tamaño, la sectorización del mismo resulta necesaria para poder abordar soluciones parciales y geográficamente delimitadas (DMAs o *District Metered Areas*). El control activo de fugas es una de las principales estrategias para una óptima gestión de las pérdidas reales. A las técnicas acústicas habituales para la localización de fugas (registradores de ruido, correladores, geófonos, varillas

electrónicas,...), junto a otras más sofisticadas como la termografía infrarroja, georradar y gas trazador, se han añadido como alternativa o complemento, técnicas basadas en la monitorización en continuo de las principales variables hidráulicas, como son el caudal y la presión. Estas técnicas incrementan la cantidad de datos a procesar requiriendo esfuerzos computacionales bastante grandes, llegando a niveles inabordables con metodologías tradicionales.

Por ello, en los últimos años se han desarrollado sistemas que facilitan el procesamiento de toda la información generada en el abastecimiento y mediante modelos matemáticos y técnicas estadísticas, ofrecen tendencias en la evolución de parámetros, alertas en base a niveles de consigna predeterminados, pautas de comportamiento de las principales variables controladas, desviaciones de las mismas en función de valores históricos, determinación de fugas mediante la medición de caudales nocturnos, modelos de predicción del caudal de fuga, incluso simulaciones de funcionamiento de la red, entre otras posibilidades. Todo ello encaminado a la optimización y simplificación de la gestión, mediante un control activo de las fugas.

A su vez muchos de estos sistemas son compatibles en la integración de otra información disponible en el abastecimiento: programas informáticos basados en modelos matemáticos para el análisis de redes, bases de datos comerciales de los usuarios, programas cartográficos (CAD), sistemas de información geográfica (GIS), sistemas de control de la calidad del agua ... pueden compartir y transferir información entre ellos.

En primera instancia aparecieron los sistemas conocidos como SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) que permiten monitorizar la red con los parámetros característicos, midiendo las variables más significativas en tiempo real y comparándolas con los valores previstos. Progresivamente se fueron introduciendo sistemas más complejos con capacidad de análisis destinados básicamente al control de las instalaciones principales del abastecimiento (telecontrol o telemando). A su vez, estos sistemas paulatinamente se han ido introduciendo en niveles inferiores hasta llegar a los sectores e incluso a las acometidas domiciliarias de los usuarios (telelectura). Este alcance se ha visto favorecido sustancialmente gracias al gran desarrollo de la tecnología y de los sistemas de comunicación experimentado recientemente, junto a la disminución de los costes asociados.

Aparte del control activo de las fugas, una de las metodologías más efectivas en la reducción de las pérdidas reales es la correcta gestión de la presión. El principal objetivo de la gestión de la presión es minimizar el exceso de presión en un sistema de distribución de agua. La presión de funcionamiento de la red de distribución tiene un

efecto directo, prácticamente lineal, con las pérdidas reales. Debe tenerse especial atención a la reparación de fugas ya que estas provocan incrementos de presión en otras zonas de la red de distribución lo que puede provocar roturas y fugas adicionales. Debe de llevarse a cabo una correcta gestión de la presión que se adecue a la realidad del sistema en cada momento.

La gestión de la presión no se limita necesariamente a su reducción, sino también a la minimización de las sobrepresiones en rango y frecuencia así como al control del nivel de los depósitos de regulación con el objetivo de conseguir una presión lo más uniforme posible. Debe de establecer los niveles de presión adecuados en función de la zona o sector del abastecimiento y de la franja horaria del día. Incluso de la época del año si el abastecimiento posee zonas estacionales. Una correcta gestión, no únicamente reduce la probabilidad de aparición de fugas, sino que de las existentes, reduce el caudal y volumen fugado considerablemente. De hecho no pocos son los casos en los que se ha observado que la gestión de la presión es la base esencial de una gestión eficaz de las fugas (Thornton, 2003).

Por ello se trata de una de las metodologías más efectivas para reducir las fugas latentes o inevitables, denominadas así por la dificultad que entraña su detección y localización. Pero uno de los principales inconvenientes de la reducción de la presión es que puede conllevar la reducción en el consumo de los abonados. Sin embargo si esta reducción es sustancial e implica una reducción de los ingresos inasumible, la gestión de la presión puede limitarse al horario nocturno, donde el consumo es más bajo y las presiones alcanzan sus máximos valores.

Como en el caso de la sectorización hidrométrica, la gestión de la presión precisa de la definición de aquellas zonas a las que afectará, denominándose estas PMAs. Estas pueden coincidir con los DMAs aunque no siempre es posible combinar ambas áreas. Y evidentemente, el primer paso en la gestión de la presión es la medición regular de las presiones en puntos seleccionados y representativos del sistema de distribución. Todos los datos obtenidos son básicos para el conocimiento del comportamiento del sistema y junto a los obtenidos en los DMAs deben integrarse y analizarse conjuntamente para una correcta y eficiente gestión (Cabrera et al., 2004).

Recientemente se han desarrollado diferentes técnicas o métodos que pretenden gestionar las pérdidas de agua reales mediante el uso de diferentes enfoques. Técnicas de optimización donde se analiza el sistema con el objetivo de reducir la presión y las fugas utilizando algoritmos genéticos (Wu et al., 2010), análisis de decisión multicriterio (Mutikanga et al., 2011), monitorización y detección en continuo mediante la instalación

de sensores y microprocesadores (Farley et al., 2010), son entre otras, las últimas aportaciones para la mejora en el control de las pérdidas de agua.

Junto a las estrategias comentadas, resulta imprescindible una óptima planificación en el mantenimiento de toda la infraestructura del abastecimiento que permita establecer prioridades en la renovación o rehabilitación de la misma (gestión patrimonial de la infraestructura). Todo ello junto a la implantación de procesos de reparación rápidos y de calidad, posibilitarán mejorar la gestión y el nivel de las pérdidas reales.

## **2.3 Sistemas de gestión y control de las pérdidas comerciales**

Actualmente se puede asumir que se ha universalizado la medición del agua en los abastecimientos, es decir, en la mayoría de los sistemas de gestión de suministro de agua se han instalado contadores en todas las viviendas o suministros conectados al abastecimiento. Es más, en muchos casos ya se ha optado por la instalación de contadores generales que controlan el consumo de varios contadores, llamados divisionarios, y que se encuentran a cierta distancia de la acometida general que suministra agua a un conjunto de viviendas o suministros. De hecho estas instalaciones de contadores en serie como herramienta de conservación y control del suministro del agua, han demostrado que son efectivas ya que se puede llegar a reducciones de hasta el 30%, principalmente por detección de fugas en las instalaciones particulares del abonado, por detección de conexiones ilegales o por consumos inadecuados (AWWA, 2000).

Sin embargo, pocos son los estudios y/o publicaciones que se han realizado al respecto en los que se establezca una metodología clara y estandarizada que permita realizar una correcta evaluación de las pérdidas comerciales ni, por lo tanto, de los errores de medición del parque de contadores de un abastecimiento. Probablemente la principal razón sea la complejidad para su cálculo que conlleva el uso de muchos parámetros de difícil comprensión.

El cálculo de los diferentes componentes que constituyen las pérdidas comerciales requiere de un enorme trabajo tanto en campo como en laboratorio ya que son necesarias inspecciones de las instalaciones, relaciones con los consumidores,



obtención de patrones de consumo, ensayos de contadores en laboratorio, etc. (Allender, 1996; Male et al., 1985; Arregui et al., 2006). Ante esta complejidad es necesario simplificar y asumir ciertas hipótesis de cálculo pero sin que ello pueda llevar a conclusiones erróneas.

Teniendo en cuenta que estos instrumentos son la herramienta fundamental para controlar la facturación del agua consumida por los usuarios, las compañías deberían tener un control exhaustivo para así poder garantizar los ingresos entre todos los abonados en función de su consumo. Pero en la realidad, esto no resulta tan estricto y en bastantes ocasiones los contadores están desactualizados o presentan incoherencias entre la lectura real y la de la base de datos.

Por todo ello, no es hasta el año 2003 cuando la American Water Works Association (AWWA) publica su informe “*Applying Worldwide Best Management Practices in Water Loss Control*” con el objetivo de estandarizar conceptos, definiciones y procedimientos hasta el momento dispersos e inconsistentes. Este informe, fruto de la colaboración con la *International Water Association* (IWA) a través de su Grupo Especialista en Pérdidas de Agua (*Water Loss Task Force*), pretende reunir las mejores metodologías, desarrollos, estrategias, técnicas y aplicaciones en la gestión de las pérdidas de agua. En él se detalla claramente la metodología para la realización de una auditoría al sistema de abastecimiento de agua con el fin de identificar y valorar cada uno de los componentes integrantes de las pérdidas de agua, tanto las reales como las comerciales.

## **2.4 Auditoría del sistema de abastecimiento para el control de las pérdidas comerciales**

La reducción de las ineficiencias en la gestión del ciclo integral del agua pasa, entre otras estrategias, por la reducción de las pérdidas de agua. Es por ello que para la consecución de este gran objetivo y como en cualquier otro reto, en primera instancia debe de conocerse perfectamente aquello que se pretende optimizar. De esta forma resulta evidente que tanto la correcta definición de todos los componentes involucrados en la reducción de las pérdidas de agua, como su óptima medición, resultan indispensables para el inicio de la tarea a abordar.

La auditoría de sistemas de abastecimientos de agua debe de iniciarse asumiendo un correcto conocimiento e inequívoca definición de cada concepto a tratar. En el año

2000 la *International Water Association* (IWA) publicó el manual “*Performance Indicators For Water Supply Services*” donde se describían tanto los indicadores más convenientes para el control, mejora y seguimiento en la gestión de las pérdidas de agua, así como los pasos a seguir en la elaboración de una auditoría a un sistema de abastecimiento (Alegre et al., 2000). Muchas de las características de esta auditoría fueron sacadas de la publicación original de la *American Water Works Association* M36 “*Water Audits and Loss Control Programs*”, cuyos principios fundamentales se revisan a continuación.

### **2.4.1 Metodología para la realización de una auditoría en un abastecimiento de agua**

La importancia en la realización de una auditoría que lleve a la consecución de un plan estratégico para la reducción de las pérdidas de agua, se fundamenta en tres pilares básicos:

- Gestión de los recursos de agua en origen, para la limitación o eliminación de usos innecesarios.
- Optimización económica del servicio, promoviendo la equidad entre los usuarios.
- Operabilidad del servicio, minimizando las interrupciones de suministro, optimizando su eficiencia y obteniendo datos fiables.

Evidentemente, el objetivo principal es la determinación y cuantificación de las pérdidas. De la auditoría deben de obtenerse respuestas a las preguntas: ¿Cuánta agua se está perdiendo? ¿Cuánto le cuesta al abastecimiento el agua que se pierde? La metodología propuesta por la AWWA en su publicación M36, se fundamenta en dos procedimientos claramente diferenciados. El primero de ellos es el denominado “*Top-down approach*”, consistente en una primera aproximación o estimación de los conceptos constituyentes de las pérdidas para incluirlos en la auditoría, siguiendo el proceso lógico de distribución del agua, es decir, desde las instalaciones productoras hasta el consumidor. Constituye un trabajo técnico de análisis de los datos ya disponibles en los diferentes registros, procedimientos o sistemas de información del abastecimiento. Posteriormente se procede a la realización del “*Bottom-up approach*”, proceso más laborioso en el que se deben de obtener los datos en campo o laboratorio y cuyo sentido es inverso al anterior, es decir, se toman datos inicialmente de los usuarios para ir “subiendo” hacia los aportes o fuentes de suministro del

abastecimiento, con el objetivo de validar los resultados obtenidos en el anterior proceso.

Centrándose en la cuantificación de las pérdidas comerciales, a continuación se detallan ambos procesos.

#### **2.4.1.1 Top-down approach**

El proceso o auditoría “top-down” debe de ser capaz de ofrecer una primera estimación de las pérdidas y a la vez identificar aquellos conceptos que necesiten de un análisis más exhaustivo. Para ello en primera instancia debe de cuantificarse el consumo individual y los componentes de las pérdidas, para posteriormente realizar el balance hídrico (Figura 2.1). Para ello se facilitan instrucciones paso a paso de la información necesaria, como conseguirla así como el cálculo de los indicadores recomendados.

Uno de los primeros pasos a realizar es la delimitación del sistema. Aunque lo habitual suele ser auditar un sistema de abastecimiento completo, en ocasiones puede resultar conveniente realizar auditorías a sectores del mismo. Asimismo la correcta delimitación en el tiempo debe de establecerse. Aunque muchos periodos pueden elegirse, resulta adecuado que este no sea inferior a los 12 meses para asegurar una mínima estabilidad y representatividad de los datos analizados. De la misma forma, la selección de las unidades de medida debe de ser inequívoca y coherente. No deben de utilizarse unidades diferentes para la misma magnitud.

Toda la información debe de ser correctamente organizada en una base de datos que debe de ser actualizada periódicamente. Información imprescindible debe de ser el agua producida, agua suministrada a sectores (si estos existen), presiones de suministro, registro y facturación de consumos, control de consumos municipales y de empresa. Tan importante es la información a recabar como la precisión y fiabilidad de las medidas que cada instrumento ofrece. Es en este momento de la auditoría cuando debe de prestarse especial atención a los instrumentos de medida, obteniendo información sobre su estado de funcionamiento así como la precisión máxima que estos poseen. Debe de aprovecharse la información cartográfica, sistema de información geográfica, planes de mantenimiento, sistemas de facturación e incluso la información aportada por los sistemas SCADA.

Una vez con los requerimientos preliminares establecidos, se está en disposición de iniciar la auditoría propiamente dicha. Para ello se definen una serie de tareas a seguir:

- Información descriptiva del sistema de distribución (infraestructura, económica y operativa).
- Medida del agua suministrada al sistema (agua en alta).
- Cuantificar el agua facturada.
- Cuantificar el agua no facturada.
- Cuantificar el consumo autorizado pero no facturado (medido y no medido: hidrantes contra incendios, limpieza viaria, riego en zonas verdes, fuentes ornamentales, piscinas, tareas de prueba, limpieza y desinfección de nuevas redes de distribución, instalaciones itinerantes como ferias o circos,...)
- Cuantificar las pérdidas de agua.
- Cuantificar las pérdidas comerciales.
  - Estimar el error de medición de los contadores.
  - Revisar el proceso de selección y dimensionado de los contadores.
  - Ensayo de una muestra de contadores nuevos y en uso.
  - Calcular el error medio ponderado (tanto para contadores domésticos como para grandes consumidores).
  - Estimar el error en el tratamiento de datos (errores de lectura tanto manual como automática, imposibilidad de toma de lecturas por inaccesibilidad al contador, contador inundado o empañado, ajustes en el proceso de facturación que modifican el volumen a facturar).
  - Revisar procedimientos deficientes que permitan la no instalación de contadores a ciertos suministros especiales.
  - Estimación del consumo no autorizado (puede utilizarse por defecto un valor entre el 0,25% y el 0,5% del agua suministrada, considerados como los valores mínimos para abastecimientos con una buena gestión en la materia (Seago & Mckenzie, 2007). El consumo no autorizado suele ser más habitual en grandes abastecimientos urbanos que en aquellos rurales de tamaño mediano o pequeño).
  - Cálculo del total de pérdidas comerciales.
- Cuantificar las pérdidas reales.
- Asignación del coste de las pérdidas. Hasta que no se cuantifiquen las pérdidas, no se tendrá la visión de lo que realmente suponen. En su cuantificación se evidencia al mayor impacto que tienen las pérdidas comerciales ya que su coste unitario es mucho mayor que el de las pérdidas reales. Las pérdidas comerciales se cuantifican en base a la tarifa establecida, mientras que las pérdidas reales se cuantifican en base al coste marginal de producción que supone su tratamiento

y distribución. De esta forma, se requiere un volumen de pérdidas reales muy superior al de las comerciales para igualar su coste. Por lo tanto las pérdidas comerciales tienen un gran impacto en el resultado total de ingresos del sistema.

- Cálculo de los indicadores de rendimiento.

TABLA 2.1 INDICADORES PROPUESTOS POR LA IWA/AWWA

FUNCION		NIVEL	CODIGO	INDICADOR	DESCRIPCION
Financiero	Agua no facturada por volumen	Básico	Fi36	Volumen de agua no facturada en función del volumen de entrada al sistema (%)	Fácil de calcular desde el balance hídrico pero con un valor limitado, únicamente en términos financieros. Evitar su uso como medida de la eficiencia operativa, ya que es muy sensible al consumo facturado.
Financiero	Agua no facturada por coste	Detallado	Fi37	Valor del agua no facturada (% del coste total de explotación)	Incorpora diferentes costes unitarios para componentes no facturados. Buen indicador financiero.
Operativo	Pérdidas comerciales	Básico	Op23	m3/acometida/día	Básico pero representativo. Fácil de calcular una vez cuantificadas las pérdidas comerciales
Operativo	Pérdidas reales	Básico	Op24	m3/acometida/día o m3/km/día	Útil para establecer objetivos en un mismo abastecimiento pero no para intercomparar sistemas
Operativo	Pérdidas reales	Intermedio		m3/acometida/día/bar o m3/km/día/bar	Fácil de calcular si el ILI no es conocido. Útil para comparar abastecimientos

FUNCION	NIVEL	CODIGO	INDICADOR	DESCRIPCION	
Operativo	Pérdidas reales inevitables	Detallado	UARL	UARL	Valor de referencia teórico que representa el valor mínimo de fugas que puede alcanzarse con la tecnología actualmente disponible. Indispensable para el cálculo del ILI. No válido para sistema con menos de 3000 acometidas.
Operativo	Pérdidas reales	Detallado	Op25	Índice de fugas estructurales (ILI: Infrastructure Leak Index) Adimensional = CARL/UARL	Ratio entre el nivel de fugas actual y el nivel de fugas inevitable. Mejor indicador para comparar abastecimientos.

El primero de los indicadores indica el porcentaje de agua no facturada y únicamente tendrá valor su comparación para diferentes períodos de tiempo dentro de un mismo abastecimiento. Es muy sensible al nivel de consumo de los usuarios ya que cualquier variación en este, manteniéndose constante el aporte al sistema, modificará su valor sin indicar esta variación, cambios en el nivel de pérdidas del abastecimiento. Además este indicador no distingue entre pérdidas reales o comerciales y tampoco aporta información sobre volúmenes de agua ni sobre costes.

El segundo indicador financiero proporciona el valor o coste del agua no facturada sobre el total de costes de explotación, por lo que ofrece orden de magnitud del valor económico que suponen las pérdidas para el abastecimiento.

Así como para las pérdidas reales existen diferentes indicadores universalmente aceptados como puede ser el ILI (Infrastructure Leak Index), para las pérdidas comerciales no existe un indicador de referencia. Suele hablarse de porcentajes de subcontaje, es decir, el porcentaje de agua que consumen los abonados pero que no se contabiliza. Este debería relacionarse con el volumen de consumo autorizado y no con la totalidad del volumen inyectado al sistema ya que puede desvirtuarse en sistemas con elevados niveles de pérdidas reales (Kingdom et al., 2006). Existen propuestas para la implantación de algún indicador para las pérdidas comerciales similar al ILI de las pérdidas reales. Se trataría de definir un *Nivel Máximo Aceptable de Pérdidas Comerciales* expresado en litros/acometida/día o litros/contador/día (Liemberger et al., 2007), con el cual comparar el estado real del sistema a analizar. Todo ello con el objetivo de considerar la complejidad que presentan las pérdidas comerciales:

- Tres componentes principales constituyen las pérdidas comerciales (consumo no autorizado, errores de medición y errores de tratamiento de los datos).
- Sistemas con depósitos domiciliarios constituyen un escenario completamente diferente a aquellos cuyo suministro se realiza directamente desde la red. Los niveles de subcontaje en sistemas con depósitos, son considerablemente superiores a los que no disponen de ellos (Arregui et al., 2005).
- Podría darse el caso de obtener en circunstancias muy concretas valores negativos de pérdidas comerciales (sobrecontaje).
- El coste de las pérdidas comerciales supone ingresos a recuperar, gran parte de ellos con un esfuerzo modesto.

Una vez realizadas todas las tareas anteriores, únicamente resta completar el balance. Este ofrecerá el valor de cada componente y se podrán identificar los campos de mejora. Si las pérdidas comerciales no están definidas ni controladas, dentro del concepto de pérdidas reales quedarán enmascaradas éstas, aspecto a considerar ya que no todas las pérdidas contabilizadas como reales lo serán.

Se ha visto como la auditoría “top-down” es una tarea de estudio, con mínimos requerimientos de trabajo de campo o investigación. Se basa en el análisis de la información disponible del servicio y su ventaja reside en que su consecución es rápida, ofreciendo unos resultados razonables del estado del servicio y de la existencia de pérdidas de agua. Su fiabilidad e incluso su validación y refinamiento, debe de ser realizada mediante el enfoque “bottom-up” cuya metodología se detalla a continuación.

#### **2.4.1.2 Bottom-up approach**

Como se ha visto en el apartado anterior, la auditoría preliminar “top-down” ofrece una aproximación del nivel de pérdidas comerciales existentes. Mediante el enfoque “bottom-up”, a través de procesos de investigación detallados, se pretende obtener valores mucho más precisos que permitan optimizar las pérdidas comerciales. Básicamente consiste en las siguientes actividades:

- Análisis del sistema de facturación.
- Definición de muestras de usuarios para determinar el error de medición del parque de contadores.
- Evaluación de los consumos no autorizados potenciales.

Del análisis del sistema de facturación se pueden detectar posibles errores sistemáticos en el tratamiento de datos. Debe de analizarse la existencia de un doble registro que diferencie entre el agua facturada y la realmente registrada. Si no fuera así, podría darse el caso de que se pierda la información ofrecida por el contador, por modificaciones en las facturaciones en base a diferentes motivos. Dentro de este análisis deben de evaluarse los siguientes aspectos:

- Existencia de normativa que regule el proceso.
- Establecimiento y documentación de todos los procedimientos: lectura del contador, revisión, inspección, procesado de datos, estimación de consumos o lecturas, cambio de contador,...
- Grado de seguimiento de los procedimientos establecidos.
- Estado del parque de contadores municipal: normalmente al ser consumos registrados pero no facturados, su gestión no es considerada prioritaria por lo que el estado del parque de contadores no suele ser el óptimo.
- Evaluación y control de los procesos de estimación de consumos y lecturas.
- Análisis de la reglamentación para regular el consumo no autorizado. Medidas adoptadas y efectividad. Régimen sancionador.
- Procesos de suspensión temporal del suministro por falta de pago.
- Análisis de la frecuencia y proporción en las conexiones ilegales. Existencia de mecanismos de detección.
- Evaluación de existencia de reconexiones bien por suspensión del suministro por falta de pago o por baja definitiva del suministro. Instalación de elementos que impidan la reconexión. Sistemas antifraude. Implantación de inspecciones periódicas.
- Existencia de mecanismos automáticos en el sistema de facturación que detecten variaciones importantes en el consumo.
- Existencia de un control exclusivo para los grandes consumidores.
- Sistema de detección de consumos nulos. Evaluación de su validez para determinar fallos o manipulación en el contador o en el sistema de telelectura (si este existiese).

Para la determinación del error global de medición debe de conocerse previamente el patrón de consumo de los usuarios. Una vez obtenido este debe de ensayarse una muestra representativa del parque de contadores para determinar su estado. Las muestras deben de considerar las diferentes tecnologías de medición, modelos, calibres, y asimismo diferentes rangos de edad y volumen acumulado existentes, para ofrecer unos resultados representativos y válidos. De esta forma se dispondrá de la información necesaria para conocer en detalle el estado de los contadores. Resulta



más frecuente de lo deseado encontrarse con parques de contadores de mucha edad y de los que nunca se ha realizado ningún ensayo, por lo que el conocimiento de su comportamiento es nulo.

Ningún abastecimiento es inmune a la presencia de consumos no autorizados, únicamente varía la proporción y su localización, tanto espacial como temporal. Pueden existir por diferentes motivos aunque los más frecuentes son las conexiones ilegales, bypass al contador o manipulaciones del mismo. Normalmente estos consumos existen en mayor proporción en abastecimientos donde no existen o son muy débiles las políticas de seguimiento y sanción. Por lo tanto deben de establecerse y planificarse las actuaciones necesarias para detectar estos consumos de una forma periódica.

#### **2.4.2 Plan estratégico para el control de las pérdidas comerciales**

La Figura 2.6 muestra el enfoque conceptual para establecer un plan de control de las pérdidas comerciales. En primer lugar, se conocen cuales son las pérdidas comerciales existentes en la actualidad, obtenidas de la auditoría realizada. El siguiente paso será conocer cuál es el nivel óptimo, o también llamado económico, de pérdidas comerciales a alcanzar como objetivo para el abastecimiento en particular.



FIGURA 2.6 METODOLOGÍAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS PÉRDIDAS COMERCIALES (AWWA)

Evidentemente este nivel de pérdidas (en terminología anglosajona: *ELAL: Economic Level of Apparent Losses*) será aquel cuyos costes en su consecución igualen a los ingresos logrados. No tiene ningún sentido reducir por completo las pérdidas si, entre otros parámetros a considerar, el esfuerzo económico en conseguirlo no es compensado por los beneficios generados. Por ello siempre existirá un nivel de pérdidas comerciales inevitable (*UAAL: Unavoidable Annual Apparent Losses*) que representa el nivel mínimo al que se puede llegar si todos los esfuerzos posibles son realizados. Al contrario de lo que ocurre con el control de las fugas reales donde se definía un concepto análogo (*UARL: Unavoidable Annual Real Losses*), con un procedimiento establecido para el cálculo de su valor, no existe en la actualidad una fórmula de cálculo o valor de referencia para el nivel inevitable de fugas comerciales. Por lo tanto deberá ser cada abastecimiento el que cuantifique este nivel para así convertirlo en el objetivo a alcanzar.

En términos generales, vista la rápida recuperación de costes que supone la reducción del nivel de pérdidas comerciales en un abastecimiento, y por lo tanto el aumento de ingresos correspondiente, resulta conveniente priorizar estas tareas frente a otras para que con los beneficios obtenidos, poder abordar más actividades de reducción de pérdidas, como pueden ser las reales.

Dentro del plan para la reducción de las pérdidas comerciales no hay que olvidar una serie de consideraciones efectivas que mejorarán significativamente la optimización del proceso:

- Deben de calibrarse periódicamente los caudalímetros que registran el agua inyectada al sistema desde las fuentes de suministro para asegurar que el primer valor de la auditoría tenga la suficiente credibilidad.
- Importante resulta la formación de los lectores de los contadores en tareas de detección de consumos no autorizados. Debe de aprovecharse la circunstancia de que el lector o lectores de los contadores, periódicamente visitan cada instalación para detectar conexiones ilegales o contadores manipulados. Si las lecturas se obtienen mediante sistemas automáticos (*AMR: Automatic Meter Reading*), deben de establecerse inspecciones periódicas a las zonas correspondientes para detectar la presencia de estos consumos.
- Deben de establecerse y hacerse cumplir claramente los usos de bocas de riego e hidrantes contraincendios.
- Especial atención deben de tener los grandes consumidores ya que cualquier comportamiento anómalo en sus contadores lleva asociado un subcontaje en el registro de su consumo real. Para muchos abastecimientos, más del 50% de la facturación recuperada es obtenida desde menos del 20% de los usuarios clasificados como industriales o comerciales (AWWA, 2006).
- Considerar la posibilidad de instalar sistemas de lectura remota o registro en continuo de datos para al menos los grandes consumidores. Incluso, por los beneficios que ofrece tanto al usuario como a la empresa gestora, se puede plantear la posibilidad de que esta llegue a un acuerdo con el usuario para facilitarle el análisis de los datos registrados. Este análisis puede ayudar al cliente a conocer su demanda de agua para mejorar la eficiencia en su proceso productivo a la vez de disponer en tiempo real la posibilidad de detectar consumos anómalos, como puedan ser las fugas interiores. De esta forma la empresa gestora puede recuperar el coste de instalación de los equipos instalados.

- Automatizar el análisis del sistema de facturación para que este detecte anomalías como pueden ser consumos irreales (negativos) o largos períodos de consumos nulos.

## 2.5 Análisis del sistema de información comercial

El sistema de información comercial o base de datos del que dispone la empresa gestora de un abastecimiento, es una herramienta poderosa de la que realizando un correcto análisis, se pueden obtener de una forma sencilla, conclusiones rápidas y efectivas, que permitirán optimizar las pérdidas comerciales. Se ha comentado en diversas ocasiones que uno de los principales problemas a los que se enfrenta el gestor de un abastecimiento, es la gran cantidad de datos de que dispone, por lo que si no se realiza una perfecta estructuración, jerarquización y filtrado de la misma, su consulta puede ser inabordable y poco provechosa. Muchos son los datos que deben gestionarse: características del propio contador, de la instalación del abonado, evolución de sus consumos y lecturas, históricos de periodos de estimación, tarifa aplicada, método de facturación, cambios de contador, pertenencia a grupos de suministro, consumos adicionales,... Incluso si el abonado dispone de sistemas de monitorización en continuo del consumo realizado, como pueden ser los sistemas de telelectura (*AMR: Automatic Meter Reading*) o actualmente también llamados “*Smart metering systems*”, aparte de los datos anteriores, se dispone de información del consumo en continuo e incluso de la información que el propio sistema genera: alarmas de consumo excesivo, consumo nulo, flujos en sentido inverso, manipulación, existencia de fugas,...

Es por ello que recientemente están proliferando herramientas de apoyo a la toma de decisiones en base a la información disponible en el abastecimiento, en aras de facilitar la comprensión y sencillez de interpretación de los mismos para gestionar las pérdidas de agua. Muchos de ellos utilizan métodos estadísticos o introducen el análisis multicriterio para evaluar las mejores soluciones a problemas planteados (Mutikanga et al., 2011). Otros incluso integran la reconstrucción y validación de datos de diferentes sensores de la red de abastecimiento, ya que constituye uno de los actuales problemas a la hora de analizar el conjunto de volúmenes de agua involucrados (Quevedo et al., 2013). Pero no hay que olvidar que todos los sistemas automáticos también poseen su posibilidad de fallo por lo que no evitan la realización de revisiones y auditorías continuas para comprobar su correcto funcionamiento.

Los sistemas de telelectura o telegestión (*Smart metering systems*), aparte de monitorizar en continuo el consumo de los abonados, ofrecen solución especialmente en la obtención de lecturas de contadores inaccesibles que de otro modo provocarían períodos de estimación. Asimismo aseguran un nivel de error en las lecturas, menor que si estas son obtenidas de forma manual. Al mismo tiempo, reducen el período de obtención de las mismas lo que facilita la elaboración de balances. Pero no debe de caerse en el error de asumir que por si solos, estos sistemas van a solucionar todos los problemas relacionados con el control de las pérdidas comerciales provocadas por los errores en la gestión en los contadores. Debe de analizarse detalladamente la implantación de estos sistemas automáticos. En muchas ocasiones, la problemática asociada a la compatibilidad entre contador, emisor de pulsos, dispositivo de comunicación y base de datos receptora, condiciona la elección del tipo o modelo de contador a instalar. De esta forma puede seleccionarse el contador a instalar simplemente por criterios de compatibilidad en la comunicación y no por los estrictamente metrológicos u óptimos en base al patrón de consumo y características del abonado. Así, se puede resolver un problema pero generar otro ya que ni el mejor de los sistemas inteligentes puede detectar fugas por debajo del mínimo caudal del contador (Burns, 2011), por lo que debe de analizarse detenidamente toda la información para no llegar a conclusiones erróneas.

Resulta incuestionable que la automatización de las consultas más efectivas al sistema de información dará una mayor utilidad a éste a la vez que se disminuirá el tiempo de respuesta ante la detección de posibles anomalías en el registro de los consumos a los abonados. Por ello se detallan a continuación aquellas que se consideran básicas por lo que deberían de implantarse con el objetivo de optimizar las pérdidas comerciales.

- **Grandes consumidores**

Para los usuarios no domésticos y especialmente para aquellos considerados como grandes consumidores, son necesarios estudios individualizados. La gran diversidad de instalaciones y usuarios, complica y motiva estudios individuales y detallados que permitan obtener la información necesaria y suficiente para determinar la correcta política de selección y renovación de estos contadores.

En general, las lecturas de los contadores de los clientes más importantes deberían realizarse con mayor periodicidad que la de los contadores domésticos, disminuyendo esta cuanto mayor sea su consumo. En estos usuarios el uso de contadores electrónicos y/o equipos de telelectura puede estar más que justificado ya que se rentabilizan en un plazo de tiempo corto.

El potencial de mejora en estos consumidores es muy elevado, ya que aunque dentro del parque de contadores no constituyan una proporción importante, el volumen que consumen puede llegar a ser determinante en la facturación de un abastecimiento. Como ejemplo de la posible recuperación de pérdidas comerciales en grandes consumidores se podría citar el caso de la *Companhia de Saneamento Básico do Estado de Sao Paulo (SABESP)* donde el 34% de la recuperación de pérdidas total obtenida correspondía únicamente al 2% de los usuarios (Kingdom et al., 2006).

Por este motivo, el control de los grandes consumidores debe de ser una prioridad en la gestión del parque de contadores ya que con relativamente poco esfuerzo pueden conseguirse grandes mejoras.

- **Contadores infradimensionados**

Deben de detectarse aquellos contadores que por consumo se encuentren infradimensionados para optar a su correcto dimensionado. Este grupo de contadores está muy relacionado con el anterior, ya que suele ser habitual que los calibres de los contadores de los grandes consumidores no se correspondan con el consumo habitual que están registrando.

- **Contadores sobredimensionados**

De la misma forma que se han definido los contadores infradimensionados, deben de detectarse los contadores sobredimensionados. Los constituyen aquellos contadores con un calibre superior al que le correspondería por consumo.

La gran mayoría de contadores sobredimensionados corresponden a instalaciones contraincendios. El calibre de estos contadores está correctamente dimensionado para su utilidad pero como realmente no se utiliza la instalación, excepto para su correcto y necesario mantenimiento, los consumos registrados enmascaran un posible error de dimensionado. Los criterios de sobredimensionado no deberían obviar diferentes aspectos como son el tipo de contador (los contadores de chorro único son menos robustos que los de chorro múltiple) y la presencia de depósitos, especialmente la tipología de la válvula de llenado (un contador instalado en un usuario con depósito con válvula de entrada proporcional puede soportar cargas de consumo muy superiores que si la válvula es todo/nada o si, evidentemente, no existe depósito).

- **Contadores interiores no accesibles**

Se deben adoptar las medidas oportunas para conseguir lecturas de contadores interiores (cerrados), especialmente de aquellos que llevan varios periodos de lectura sin leer. Debe estudiarse si en base al Reglamento del Servicio, se puede iniciar una

campaña de información y estimación de consumo para incentivar la entrega de estas lecturas. Asimismo trimestralmente debe notificarse a los abonados la necesidad de facilitar la lectura. Cuando se proceda a la renovación de red y de acometidas, se debe de estudiar la posibilidad de reinstalar en el exterior de la vivienda o edificio, aquellos contadores interiores que existan.

- **Contadores con consumo muy bajo o nulo**

Especial importancia presentan aquellos usuarios cuyos registros son muy bajos o incluso nulos en uno o varios periodos de facturación. Deberán controlarse todos los usuarios que presenten esta circunstancia con el objetivo de determinar si el registro es real o bien el contador presenta alguna anomalía (grave error de medición, contador parado, manipulación, bypass al contador,...).

- **Grupos de suministro con consumo adicional**

En aquellos suministros que dispongan de contadores generales o de control, deberá de realizarse el balance entre estos y los divisionarios que dependan de ellos, para comprobar si existen consumos adicionales. La existencia de consumos adicionales indica diferencias de registro entre el contador general y aquellos que dependen de él, por lo que evidencia la existencia de consumos no autorizados, fugas interiores o mal funcionamiento de alguno o algunos de los contadores del conjunto.

- **Instalación de contadores de control**

Dado el estado deficiente de muchas instalaciones interiores que a su vez no disponen de contador general o de control, deben de identificarse aquellos grupos de suministro o edificios de viviendas a los que resultaría conveniente su instalación para detectar y registrar tanto fugas interiores no contabilizadas, como consumos fraudulentos motivados por conexiones ilegales.

- **Contadores B.I. con consumo**

Se deben controlar periódicamente los consumos reiterados de las bocas de incendio para detectar cualquier anomalía de registro en los contadores. Al ser normalmente contadores de gran calibre, si se producen consumos (no autorizados) estos no son registrados correctamente.

- **Contadores inclinados o verticales**

Visto que la posición de instalación del contador puede ser determinante en el correcto funcionamiento de este, deben de detectarse aquellos contadores cuya posición de

instalación no sea alguna para las que esté homologado. En caso de que se dé esta circunstancia, se deberá valorar la posibilidad de reposicionar el contador, o si esto fuera imposible, instalar un contador cuyo correcto funcionamiento no esté condicionado por la posición.

#### ▪ **Partes de trabajo de cambio de contador en espera**

Uno de los problemas de cualquier abastecimiento es la gran cantidad de contadores cuyo cambio es complicado por varios motivos, entre los que destacan:

- Instalación interior en mal estado
- Contador empotrado en la hornacina
- Contador interior
- Batería en malas condiciones
- Válvulas rotas
- Contadores en hornacinas con llave y/o candado
- Dimensiones hornacina insuficientes

Para proceder al cambio de estos contadores y en base a la normativa vigente de aplicación, se debería informar al abonado de la necesidad de adecuar su instalación y así permitir el cambio de contador.

Deben de identificarse y controlarse la cantidad total de contadores en este estado para proceder a la tramitación pertinente o en su defecto plantear una posible estimación de consumo.

#### ▪ **Suspensión del suministro por falta de pago**

Uno de los procedimientos que deben llevarse a cabo periódicamente es el control de las suspensiones de suministro realizadas por falta de pago, ya que una práctica habitual es encontrar conexiones ilegales en estos casos. Por lo tanto deben de generarse automáticamente revisiones periódicas a aquellas instalaciones donde se ha procedido la suspensión por falta de pago, para descartar la presencia de consumos no autorizados.

#### ▪ **Conexiones ilegales detectadas y desconectadas**

Con el objetivo de conocer cuál es la magnitud del consumo no autorizado motivado por las conexiones ilegales, deberá realizarse un control de aquellas que se hayan detectado y desconectado para realizar una estimación de consumo.



- **Precintado de contadores**

Una de las estrategias que permiten conocer si ha existido manipulación en el contador de un abonado, consiste en el precinto del mismo. Si el contador ha sufrido manipulación, el precinto lo indicará. Asimismo, en aquellos suministros que se hayan desconectado por baja definitiva o bien por falta de pago y se intuya que pueda producirse una conexión ilegal, resulta conveniente precintar la llave de paso. De esta forma pueden detectarse conexiones temporales que se hayan podido producir.

- **Control consumos municipales y empresa**

Se debe llevar un seguimiento en el registro de consumos municipales, ya que suelen ser instalaciones de estado mejorable, por lo que la presencia de fugas interiores es bastante frecuente. Además, habitualmente el consumo no es facturado, por lo que el gestor tiende a priorizar el mantenimiento del parque de contadores facturable dejando en un segundo plano el mantenimiento del parque de contadores no facturable. Asimismo es frecuente que entre los consumos municipales existan suministros importantes como puedan ser grandes zonas verdes o instalaciones deportivas de gran consumo.

- **Inspección continua del abastecimiento**

Tanto en las nuevas altas, cambios de contador, comprobación de anomalías, lectura de contador, así como en cualquier incidencia que requiera de la presencia de personal del servicio en la instalación del abonado, se debe proceder a una breve inspección de las características básicas de la instalación. Ello permitirá la detección de cualquier anomalía o servirá de mejora o validación de la información disponible. Asimismo se deben precintar todos aquellos contadores que no lo estén a la vez que se toma lectura de los mismos para introducir estas como informativas en el sistema. De este modo se está reinspeccionando continuamente el abastecimiento.

- **Nuevas altas**

Por defecto, deberá instalarse el contador en armario equipado homologado para asegurar su correcta posición de instalación así como posibilitar su correcta lectura y cambio o sustitución.

- **Procesos previos a la facturación**

Con el objetivo de minimizar los errores en el tratamiento de los datos, deben de definirse detalladamente todos los procedimientos a revisar antes de proceder a la facturación de los consumos. Una correcta definición de lo que son lecturas estimadas, consumos estimados, lecturas en espera, cambios de contador, grupos de suministro, altas pendientes de instalar, bajas pendientes de finalizar, consumos no facturables,... debe de ser la base para evitar cualquier error en la validación de consumos incorrectos.

## **CAPÍTULO 3**

# **PATRÓN DE CONSUMO**

---

## 3.1 Introducción

A la vista de lo expuesto en capítulos anteriores, queda claro que todos los equipos de medida presentan errores y estos no son constantes. El error de medición depende del caudal circulante. Por ello, es imposible determinar el porcentaje de agua que un contador registrará de más o de menos sin conocer los caudales que circularán por el mismo. Se da el caso de que un mismo contador, dependiendo de las características de consumo del usuario, registre su consumo con una precisión muy elevada o con un error notable.

Si definimos el error global de un contador como el cociente entre el volumen registrado en un intervalo de tiempo y el volumen realmente consumido en ese mismo intervalo, será necesario tener en cuenta todos los rangos de caudal en los que el contador ha estado midiendo. En definitiva, será necesario combinar la curva de error del contador con la forma en que ha consumido el abonado, es decir, con el patrón de consumo.

El patrón de consumo o curva de consumos clasificados, es el volumen de agua que se consume en cada rango de caudales, es decir, similar a un histograma de frecuencias que detalla el porcentaje de volumen consumido en cada intervalo de caudal (Arregui, 1999).

La obtención de la curva de error no plantea gran dificultad puesto que únicamente se necesita para ello un laboratorio con un banco de ensayo. A pesar de esto, es evidente la incapacidad de muchas empresas suministradoras de incorporar en sus instalaciones bancos de ensayos para el análisis de contadores, viéndose obligadas a subcontratar este trabajo a otras empresas que posean un laboratorio adecuado. Por lo que respecta a la determinación del patrón de consumo, esta tarea es más costosa y está sujeta a mayores incertidumbres y dificultades en el trabajo de campo. Siguiendo esta línea, han aparecido diversas publicaciones en las que se describe la metodología y se facilita información sobre el consumo en viviendas. A pesar de esto, los estudios suelen ser muy limitados y las conclusiones son tan específicas que no se pueden aplicar al resto de abastecimientos. De hecho, la ausencia de datos fiables y reales, es la mayor causa de incertidumbre en el cálculo del error de medición.

La determinación de estos caudales es difícil de establecer con precisión para usuarios domésticos, y adquieren especial relevancia en el correcto dimensionamiento de contadores de mediano y gran calibre, donde la variabilidad de los consumos y la heterogeneidad de las instalaciones de los usuarios dificultan considerablemente la

predicción de las demandas de agua. En estos casos, el patrón de consumo se debe obtener individualmente para cada usuario.

En este capítulo se abordará la determinación del patrón de consumo tanto para usuarios domésticos como para aquellos considerados grandes consumidores. Para la determinación del patrón de consumo de los primeros, se podrá recurrir a muestreos estadísticos mientras que para el caso de los segundos, serán necesarios estudios individualizados de cada uno de ellos.

### 3.2 Patrón de consumo de usuarios domésticos

Vista la importancia que tiene el patrón de consumo a la hora de determinar el error global de un parque de contadores, en este apartado se va a abordar la determinación de éste para usuarios domésticos. Como se comentaba anteriormente, diversos estudios se han realizado sobre el patrón de consumo doméstico desde principios de los años 60, aunque no fue hasta finales del siglo pasado con la publicación del estudio realizado por la *AWWA Research Foundation* (Bowen et al., 1993) cuando se abordó con metodologías que aseguraban unos resultados más fiables. En este estudio se monitorizaron 706 viviendas en 5 ciudades de los EEUU.

TABLA 3.1 PATRÓN DE CONSUMO EN EEUU (AWWA, 1993)

Caudal (l/h)	Promedio
0-4,5	2,50%
4,5-14	2,30%
14-28	2,00%
28-57	2,00%
57-114	1,20%
114-170	1,40%
170-227	1,70%
227-454	14,20%
454-681	13,40%
681-908	14,80%
908-1363	27,90%
1363-1817	9,80%
1817-2271	3,30%
2271-3407	2,50%

Caudal (l/h)	Promedio
3407-4542	0,70%
4542-5678	0,10%
>5678	0,20%

Aunque los resultados de este estudio puedan parecer desfasados, estudios recientes (DeOreo & Mayer, 2013) han demostrado la estabilidad del patrón obtenido no influenciando sus mínimas variaciones en el resultado del error global de medición.

Posteriormente se determinaron diferentes patrones de consumo por tipo de vivienda en España (Arregui, 2002)<sup>4</sup>, llegando a resultados similares a los alcanzados anteriormente. En este caso se monitorizaron un total de 481 viviendas de ciudades españolas.

TABLA 3.2 PATRONES DE CONSUMO EN ESPAÑA POR TIPO DE VIVIENDA (ARREGUI, 2002)

Caudal (l/h)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
0-12	4,7%	10,0%	2,7%
12-24	2,8%	3,1%	1,9%
24-36	1,9%	1,8%	1,6%
36-72	4,3%	4,2%	4,5%
72-180	8,5%	11,6%	5,7%
180-1500	75,7%	69,3%	63,6%
1500-3000	1,9%	0,0%	17,3%
>3000	0,2%	0,0%	2,7%

Recientemente, en el año 2011 la “Urban Water Security Research Alliance (Beal & Stewart, 2011)” publicó el patrón de consumo obtenido en diferentes ciudades de Australia (South-East Queensland) mediante la monitorización en tres periodos distintos de un total de 542 viviendas.

TABLA 3.3 PATRÓN DE CONSUMO EN AUSTRALIA (SEQREUS, 2011)

Caudal (l/h)	Promedio
0-5	1,20%
5-10	1,30%

<sup>4</sup> Vivienda Tipo 1: Apartamentos en edificios con alimentación directa de la red o de un equipo de bombeo (389 viviendas monitorizadas). Vivienda Tipo 2: Apartamentos en edificios con alimentación desde depósito elevado (58 viviendas monitorizadas). Vivienda Tipo 3: Unifamiliares con jardín (34 viviendas monitorizadas).

Caudal (l/h)	Promedio
10-20	2,00%
20-30	1,50%
30-50	1,30%
50-70	1,20%
70-100	2,30%
100-300	12,40%
300-600	36,40%
600-1000	30,70%
1000-1500	8,20%
1500-1800	0,80%
>1800	0,70%

Aunque en una primera aproximación se puedan utilizar patrones de consumo doméstico publicados como los mostrados anteriormente, resulta recomendable si se pretende alcanzar una mínima fiabilidad en los resultados, obtener estos específicamente para las características particulares del abastecimiento y de sus usuarios. Diferentes parámetros que puedan afectar al patrón como puedan ser la calidad del agua, cortes de suministro frecuentes que puedan provocar un mayor deterioro en las instalaciones interiores de los usuarios y a su vez mayor ocurrencia de fugas, presencia de depósitos acumuladores, estacionalidad en los consumos por periodos vacacionales, etc. deben tenerse en consideración ya que pueden ser determinantes en la mayor o menor proporción de consumo a caudales bajos. Y a su vez, con el patrón de consumo propio obtenido, actualizar este de una manera periódica para comprobar si existen variaciones en los porcentajes obtenidos o por el contrario, el patrón obtenido se mantiene estable en el tiempo.

### 3.2.1 Metodología

En el uso residencial el origen de la demanda de agua está muy definido, clasificándose habitualmente en grifos, lavadoras, lavavajillas, duchas, cisternas, fugas y uso exterior. Uno de los primeros pasos a realizar, será seleccionar cuidadosamente los rangos de caudal para clasificar los consumos, especialmente aquellos que se produzcan a caudales bajos, que como ya se ha comentado influirán notablemente en el error global.

Éstos deberán clasificarse en función de la distribución esperada de caudales de consumo, especialmente teniendo en cuenta parámetros como el estado de conservación y la calidad de la instalación interior, la presencia de depósitos domiciliarios y el tamaño y tipo de la vivienda. No obstante, determinar de manera precisa el patrón de consumo considerando todas las variables, resulta extremadamente costoso por lo que se ha de reducir el ámbito de la clasificación y centrarse en las variables con mayor impacto: la presencia de depósitos de almacenamiento domiciliarios y el tipo de alimentación de agua.

Otro de los aspectos principales a abordar, será la clasificación de los usuarios en grupos con características de consumo similares, tanto por tipo de alimentación hidráulica como por consumo trimestral.

Una vez generadas las poblaciones de usuarios, se deberá realizar un muestreo sobre las mismas. En este punto hay que tener en cuenta que las conclusiones extraídas de la muestra se extrapolarán al resto de la población, por lo que este proceso resulta crítico para la validez del estudio. Por ello, el valor de cada parámetro estará siempre asociado a una incertidumbre relativa al intervalo de valores en los cuales se espera se encuentre el verdadero valor con una determinada probabilidad. La incertidumbre asociada a cada valor estará condicionada por diversos factores, entre los que destacan el tamaño de muestra y la heterogeneidad de la población estudiada.

### **3.2.2 Definición de la muestra**

Abordar el estudio individual de los usuarios domésticos resulta inviable económicamente. En consecuencia, el estudio debe realizarse siempre desde un punto de vista estadístico. Esta forma de realizar el trabajo lleva implícita una serie de consecuencias entre las que cabe destacar el posible error en la estimación de los valores reales que tratan de determinarse. Dicha incertidumbre será tanto más pequeña cuanto mayor será el tamaño de muestra. Por el contrario, tamaños de muestra considerables llevan asociados costes muy elevados.

El estudio realizado, pretende ser el inicio de una serie de trabajos que conduzcan a un mejor conocimiento del comportamiento real del consumo de los usuarios domésticos. De este modo se optó por un tamaño de muestra suficientemente grande para que, a priori, los resultados fuesen significativos, pero siempre teniendo presente que dichos valores se podrán ir completando en el futuro con nuevas medidas.



Para determinar el patrón de consumo se estratificaron los usuarios del sistema en grupos según su tipología de instalación interior y su consumo trimestral.

Se contemplaron cuatro tipologías de instalación interior que podrían tener influencia en los caudales de consumo de los usuarios:

- Alimentación con bomba. El contador se encuentra entre una bomba, que aspira normalmente de un depósito a nivel del suelo, y los puntos de consumo de la vivienda. Los caudales circulantes del contador serán los que se utilicen directamente en los aparatos.
- Alimentación directamente de la red. Esta configuración es típica de las casas y pisos bajos en edificios. El contador está situado entre la red de abastecimiento y los puntos de consumo en la vivienda. Los caudales circulantes del contador serán los que se utilicen directamente en los aparatos.
- Alimentación al depósito en la azotea. El contador está instalado entre la red de suministro y el depósito situado en el tejado del edificio. Los caudales de consumo que transcurren a través del contador se concentran en el rango inferior de medida por el tipo de válvula de llenado del depósito (habitualmente de boya o progresiva).
- Alimentación desde el depósito en la azotea. El contador se encuentra entre el depósito y los puntos de consumo en la vivienda. Debido a la escasa presión disponible en la entrada de las viviendas, en algunos casos, el usuario instala una bomba que aspira del depósito situado en la azotea. Los caudales circulantes del contador serán los que se utilicen directamente en los aparatos.



FIGURA 3.1 DEPÓSITOS EN AZOTEAS

La distribución de estas tipologías es la que se muestra en la siguiente tabla. El número de viviendas monitorizada de cada tipo se detalla en la última columna.

TABLA 3.4 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA DE USUARIOS POR TIPO DE INSTALACIÓN

Tipo de instalación	Número	Peso	Muestra
Viviendas con bomba	52.812	60%	101
Viviendas con agua directa	20.890	24%	44
Viviendas con contador antes del depósito	4.305	5%	26
Viviendas contador después del depósito	10.199	11%	30
	<b>88.206</b>	<b>100%</b>	<b>201</b>

Dado que la incertidumbre está relacionada con el número de viviendas monitorizadas, el grupo correspondiente a las viviendas en las que el contador se encuentra instalado antes del depósito ha sido sobreponderado para alcanzar un número cercano a 30.

Además de cada grupo se ha subdividido la muestra en función de su consumo trimestral. Para ello se ha estratificado los usuarios en tres grupos según su consumo. Cada uno de los grupos supone un peso sobre el consumo total de los contadores de 13 y 15 mm cercano al 33%.

TABLA 3.5 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA DE USUARIOS POR CONSUMO

Volumen trimestral por usuario	Usuarios	Consumo trimestre (*)	Peso	Muestra
Hasta 30 m <sup>3</sup>	53.014	750.392 m <sup>3</sup>	36%	94
Entre 30 y 50 m <sup>3</sup>	18.314	711.662 m <sup>3</sup>	34%	63
Más de 50 m <sup>3</sup>	9.257	623.229 m <sup>3</sup>	30%	44
	<b>80.585</b>	<b>2.085.283 m<sup>3</sup></b>	<b>100%</b>	<b>201</b>

(\*) Consumo trimestral total del conjunto de usuarios del grupo

A su vez, se ha intentado distribuir la muestra de usuarios con su tipología de vivienda por igual entre los rangos de consumo. En algunos casos, por dificultades en la instalación no ha sido posible ajustar completamente el tamaño de muestra. El resultado final de la distribución de la muestra por tipos de vivienda y consumo se detalla en la Tabla 3.6.

TABLA 3.6 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA DE USUARIOS POR TIPO DE INSTALACIÓN Y CONSUMO

Tipo vivienda	Muestra	Consumo trimestral	Muestra
Viviendas con bomba	101	Hasta 30 m <sup>3</sup>	43
		Entre 30 y 50 m <sup>3</sup>	35
		Más de 50 m <sup>3</sup>	23
Viviendas con agua directa	39	Hasta 30 m <sup>3</sup>	20
		Entre 30 y 50 m <sup>3</sup>	13
		Más de 50 m <sup>3</sup>	7
Viviendas con contador antes de depósito	30	Hasta 30 m <sup>3</sup>	17
		Entre 30 y 50 m <sup>3</sup>	8
		Más de 50 m <sup>3</sup>	5
Viviendas con contador después de depósito	30	Hasta 30 m <sup>3</sup>	14
		Entre 30 y 50 m <sup>3</sup>	7
		Más de 50 m <sup>3</sup>	9

### 3.2.3 Instrumentación necesaria

Una vez definida la muestra de los usuarios, se está en disposición de iniciar la monitorización del consumo de agua. Esta debe realizarse correctamente, intentando que la instrumentación utilizada no distorsione el modo en que realmente se ha producido la demanda de agua. Básicamente el equipo debe estar compuesto por un contador, un emisor de pulsos y un equipo registrador, aunque otras variables son posibles.

Durante la fase de medición en campo se utilizaron los siguientes equipos para establecer los patrones de consumo:

- Contadores volumétricos de caudal nominal 1.500 l/h, clase metrológica C, con un caudal de arranque próximo a 1 l/h que logran detectar prácticamente cualquier tipo de consumo.

Idealmente, se debería disponer de la curva de error de los contadores de prueba y corregir la distribución de consumos en cada rango de caudal en función del error del contador en dicho rango. Esta corrección resulta especialmente importante a caudales bajos, donde el porcentaje de consumo registrado puede verse afectado significativamente por el error del contador de prueba.

- Emisores de pulsos inductivos acoplados al contador, capaces de enviar una señal cada 0,1 litros. La distorsión en el patrón está directamente relacionada con el volumen asociado. Un volumen alto (p.e. 1 l/pulso), limita los caudales punta detectados y aumenta artificialmente el volumen asignado a caudales más bajos.

La transmisión de la lectura del contador al equipo registrador (data-logger) es también una fuente de distorsiones muy importante. Si se utilizan emisores de pulsos se debe procurar que el volumen asociado a cada pulso sea el menor posible, sin descuidar la previsión de volumen a registrar y la memoria disponible. Habitualmente en usuarios domésticos se suele utilizar un volumen por pulso de 0,1 litro o incluso menor.

El emisor de pulsos no debe afectar a la metrología del medidor. Visto que los emisores de pulsos tipo Reed en algunos casos aumentan el caudal de arranque del contador, causado por la necesidad de instalar un imán en alguno de los engranajes del totalizador, por lo que se aumenta la fricción y la inercia, degradando así su funcionamiento, se ha decidido instalar emisores de pulsos inductivos de 2 hilos, ya que en la práctica han demostrado tener mayor fiabilidad. Entre las ventajas encontradas se pueden destacar las siguientes (Arregui et al., 2006):

- Posibilidad de trabajar con una frecuencia de conmutación alta, mayor que 10 Hz.
  - Normalmente permiten conocer el sentido de giro del contador. Para ello serían necesarios emisores de 4 hilos.
  - A diferencia de los emisores tipo Reed, con funcionamiento mecánico, los emisores inductivos no dan señales falsas provocadas por el rebote del interruptor.
  - Son menos sensibles a las interferencias de origen electromagnético.
  - Son muy robustos. En algunos casos alcanzan grados de protección IP68.
  - Son emisores autónomos que no hace falta alimentar mediante baterías.
  - No afectan a la sensibilidad del contador a caudales bajos
- Equipos registradores (data-loggers) programables con 2 y 4 entradas digitales, lo que posibilita la medición de varios usuarios al mismo tiempo, con capacidad de registro para aproximadamente dos semanas de consumo.

Los equipos registradores son los elementos encargados de almacenar, en formato digital, el consumo de los usuarios. Hasta hace unos pocos años la capacidad de memoria de estos equipos era una limitación muy importante. Por lo general, estos equipos almacenan el número de pulsos registrados en cada intervalo de tiempo. En otras ocasiones, la información que almacenan es el instante de ocurrencia de cada pulso. Con esta última opción, utilizada en este estudio, se consigue reproducir más fidedignamente el consumo, reduciéndose las distorsiones. Las características más importantes a tener presente en la adquisición y utilización de un equipo registrador son:

- Capacidad de la memoria del equipo registrador y método utilizado para el almacenamiento de la información recibida.
- Posibilidad de incorporar entradas analógicas.
- Número de canales de entrada.
- Grado de protección contra condiciones ambientales. Robustez del equipo.
- Duración de las baterías.
- Tamaño.
- Posibilidad de proteger el equipo contra hurtos y manipulaciones.



FIGURA 3.2 EJEMPLO DE INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA PARA LA OBTENCIÓN DEL PATRÓN DE CONSUMO

### 3.2.4 Determinación del patrón de consumo

Seleccionados los usuarios a estudiar y seleccionados los equipos adecuados, se procede a su instalación para la medición en continuo de los caudales consumidos. Previamente, analizada toda la información, se realiza la programación del data-logger, configurando los parámetros para la correcta recogida y almacenamiento de los datos. Se comprueba al mismo tiempo su funcionamiento así como la carga de la batería.

En la elección del período total a registrar se ha intentado mantener el criterio de registrar datos al menos durante una semana completa, en la que quedarán registrados tanto los días laborales como los correspondientes al fin de semana. Vista la regularidad de consumo que presentan los usuarios domésticos, este período de registro es suficiente aunque en todos los registros se ha ampliado el período.



FIGURA 3.3 CAMBIO DE CONTADOR PARA LA OBTENCIÓN DEL PATRÓN DE CONSUMO



FIGURA 3.4 INSTALACIÓN SOBRE EL CONTADOR DEL EMISOR DE PULSOS Y DATA-LOGGER

Una vez transcurrido el período seleccionado de registro de datos, se desinstala el data-logger y el emisor de pulsos y se procede al volcado informático de estos. Con el software correspondiente se procede al análisis y se obtiene tanto el perfil de consumo en el tiempo como el propio patrón de consumo. A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los grupos muestreados.

#### 3.2.4.1 Alimentación por bomba

El patrón de consumo de las 101 viviendas monitorizadas durante un promedio de 12,3 días, cuya alimentación se realiza mediante un equipo de bombeo instalado en el edificio es el que se muestra en la Figura 3.5.

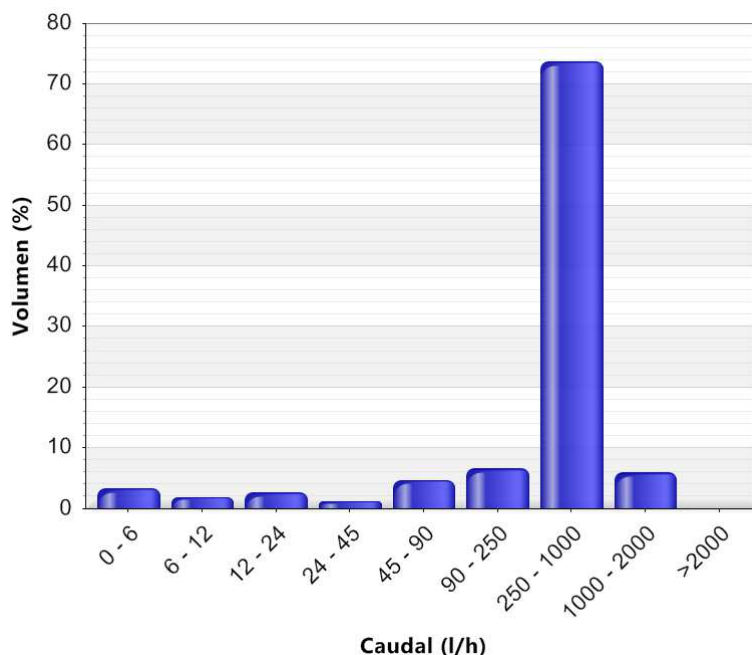


FIGURA 3.5 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON INSTALACIÓN ALIMENTADA POR BOMBA (101 VIVIENDAS)

Puede observarse como la gran mayoría del consumo se realiza en caudales donde el contador no debe presentar problemas significativos de registro. Aún así, si consideramos que lo más habitual en una vivienda con características similares a las monitorizadas en este grupo, es que disponga de un contador con clase metrológica B o similar, cuyo rango de caudales más crítico se encuentra entre el de arranque (7 l/h) y el mínimo (30 l/h), se puede concluir que en aproximadamente el 8,4% del consumo realizado, el contador presentará grandes errores de medición. Incluso existirá un 3,3% de este consumo que no se registrará por completo.

TABLA 3.7 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON INSTALACIÓN ALIMENTADA POR BOMBA (101 VIVIENDAS)

Rango de caudales (l/h)	Volumen diario (l)	Promedio
0-6	11,4	3,3%
6-12	6,6	1,9%
12-24	9,0	2,6%
24-45	4,1	1,2%
45-90	16,2	4,7%
90-250	23,0	6,6%
250-1000	256,2	73,7%
1000-2000	20,5	5,9%



Rango de caudales (l/h)	Volumen diario (l)	Promedio
2000-3000	0,4	0,1%
<b>Volumen total (l)</b>	<b>347,3</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.2 Alimentación en directo

El patrón de consumo de las 40 viviendas monitorizadas durante un promedio de 9,4 días, cuya alimentación se realiza en directo es el que se muestra en la Figura 3.6.

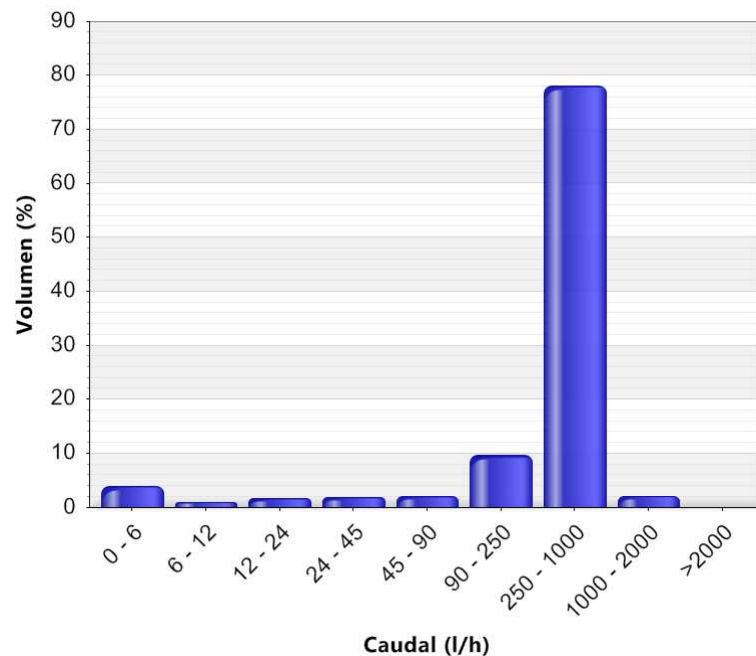


FIGURA 3.6 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON INSTALACIÓN ALIMENTADA EN DIRECTO (40 VIVIENDAS)

No se observan grandes diferencias entre el presente patrón de consumo y el obtenido para viviendas con alimentación por bomba. Los porcentajes en cada rango de caudales son muy similares. Si en el patrón anterior el porcentaje correspondiente a consumos hasta aproximadamente 30 l/h era del 8,4%, en este caso se convierte en 7,4%. Mientras que el consumo producido a caudales inferiores al del caudal de arranque típico de un contador doméstico es en este caso del 3,9%.

TABLA 3.8 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON INSTALACIÓN ALIMENTADA EN DIRECTO (40 VIVIENDAS)

Rango de caudales (l/h)	Volumen diario (l)	Promedio
0-6	11,6	3,9%
6-12	3,0	1,0%
12-24	4,7	1,6%
24-45	5,4	1,8%
45-90	6,1	2,0%
90-250	28,8	9,6%
250-1000	234,6	78,0%
1000-2000	6,5	2,1%
2000-3000	0,0	0,0%
<b>Volumen total (l)</b>	<b>300,7</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.3 Alimentación con el contador instalado antes de depósito

El patrón de consumo de las 30 viviendas monitorizadas durante un promedio de 8,9 días, cuya alimentación se realiza mediante contador instalado antes de depósito es el que se muestra en la Figura 3.7.

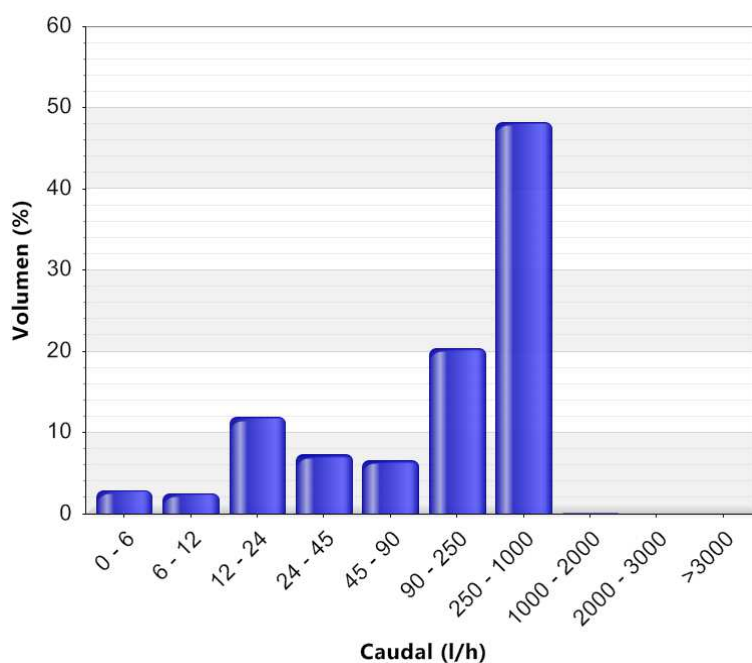


FIGURA 3.7 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON CONTADOR ANTES DE DEPÓSITO (30 VIVIENDAS)

Si entre los patrones obtenidos hasta ahora las diferencias eran mínimas, la obtención del patrón de consumo de las viviendas alimentadas con el contador instalado antes del depósito, muestra cambios significativos. Aunque el consumo realizado hasta caudales próximos al de arranque es similar (en torno al 3%), en este caso el consumo realizado a caudales inferiores a 30 l/h supone un total del 20,9%. Obtener un porcentaje de esta magnitud, identifica claramente la gran influencia que supone el llenado de los depósitos y a su vez la válvula progresiva que habitualmente llevan instalada. Pasar de un porcentaje aproximado del 8% a uno de prácticamente el 21% del consumo producido a caudales “críticos”, en los que el error de medición es sustancialmente más elevado, resulta clave a la hora de seleccionar el contador a instalar si se pretende minimizar el subcontaje de este y a su vez las pérdidas comerciales asociadas.

TABLA 3.9 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON CONTADOR ANTES DE DEPÓSITO (30 VIVIENDAS)

Rango de caudales (l/h)	Volumen diario (l)	Promedio
0-6	9,6	2,9%
6-12	8,4	2,5%
12-24	39,3	11,9%
24-45	24,1	7,3%
45-90	21,8	6,6%
90-250	67,4	20,4%
250-1000	159,6	48,2%
1000-2000	0,7	0,2%
2000-3000	0,0	0,0%
<b>Volumen total (l)</b>	<b>330,9</b>	<b>100%</b>

#### 3.2.4.4 Alimentación con el contador instalado después de depósito

El patrón de consumo de las 30 viviendas monitorizadas durante un promedio de 8,5 días, cuya alimentación se realiza mediante contador instalado después de depósito es el que se muestra en la Figura 3.8.

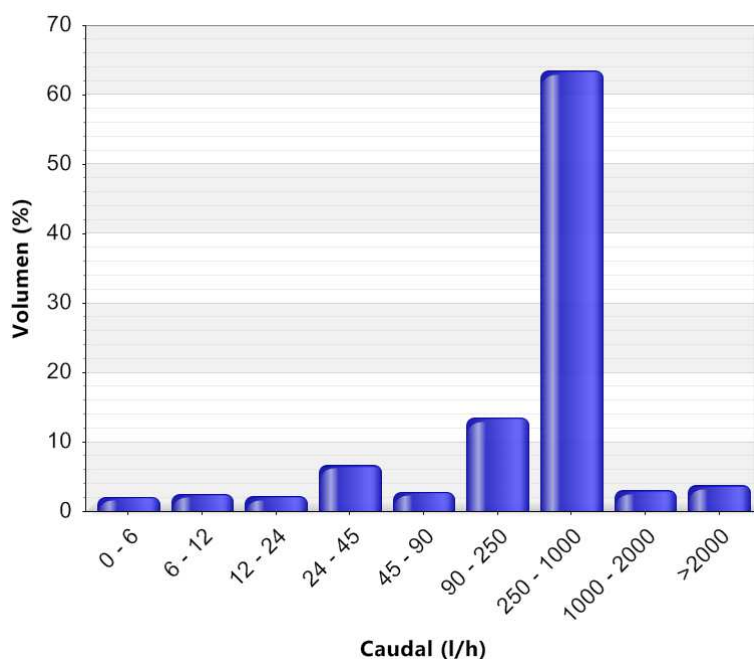


FIGURA 3.8 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON CONTADOR DESPUÉS DE DEPÓSITO (30 VIVIENDAS)

Puede observarse como el presente patrón no difiere demasiado de los anteriores en los que el contador no se encontraba instalado antes de depósito. Los porcentajes en los rangos de caudales inferiores son similares. Por ello a continuación se analizará si estos tres patrones que han presentado similitudes evidentes, pueden fusionarse y constituirse en un único patrón.

TABLA 3.10 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON CONTADOR DESPUÉS DE DEPÓSITO (30 VIVIENDAS)

Rango de caudales (l/h)	Volumen diario (l)	Promedio
0-6	8,2	2,1%
6-12	9,4	2,5%
12-24	8,5	2,2%
24-45	25,7	6,7%
45-90	10,8	2,8%
90-250	51,9	13,5%
250-1000	243,4	63,5%
1000-2000	11,6	3,0%
2000-3000	14,2	3,7%
<b>Volumen total (l)</b>	<b>383,6</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.5 Alimentación con el contador directo a vivienda

El patrón de consumo de los usuarios con contador directo a vivienda comprende tres tipos de instalaciones: las alimentadas por grupo de bombeo, las alimentadas en directo y las alimentadas a través de un depósito con el contador instalado aguas abajo del mismo. Se ha comprobado, mediante técnicas de inferencia estadística, que no se puede rechazar la hipótesis nula de que de los patrones de consumo correspondientes a estos tipos de instalaciones sean iguales al patrón medio de la Tabla 3.11 con una probabilidad superior al 99%.

Teniendo en cuenta el anterior resultado, y por simplicidad en el tratamiento de los datos, se cree conveniente utilizar un único patrón de consumo para los tres tipos de instalaciones interiores mencionados.

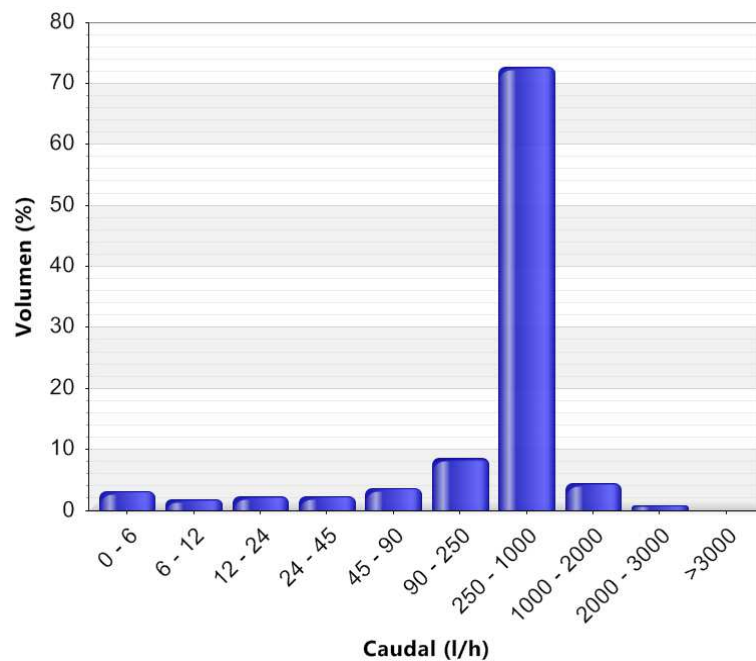


FIGURA 3.9 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON CONTADOR DIRECTO A VIVIENDA (174 VIVIENDAS)

TABLA 3.11 PATRÓN DE CONSUMO DE USUARIOS CON CONTADOR DIRECTO A VIVIENDA (174 VIVIENDAS)

Rango de caudales (l/h)	Volumen diario (l)	Promedio
0-6	10,9	3,2%
6-12	6,1	1,8%
12-24	7,8	2,3%
24-45	8,1	2,4%
45-90	12,7	3,7%
90-250	29,4	8,6%
250-1000	248,5	72,7%
1000-2000	15,4	4,5%
2000-3000	2,7	0,8%
<b>Volumen total (l)</b>	<b>341,7</b>	<b>100%</b>

### 3.2.4.6 Patrón de consumo por consumo de usuario

A continuación se muestra el patrón de consumo de la totalidad de viviendas monitorizadas excepto aquellas cuyo contador se encontraba instalado antes de depósito. Del total de las 174 viviendas, agrupadas esta vez en función del consumo promedio trimestral, en base a si este es inferior a 30 m<sup>3</sup>, se encuentra entre 30 y 50 m<sup>3</sup> o bien el consumo es superior a los 50 m<sup>3</sup> trimestrales, se obtiene el patrón detallado en la Tabla 3.12.

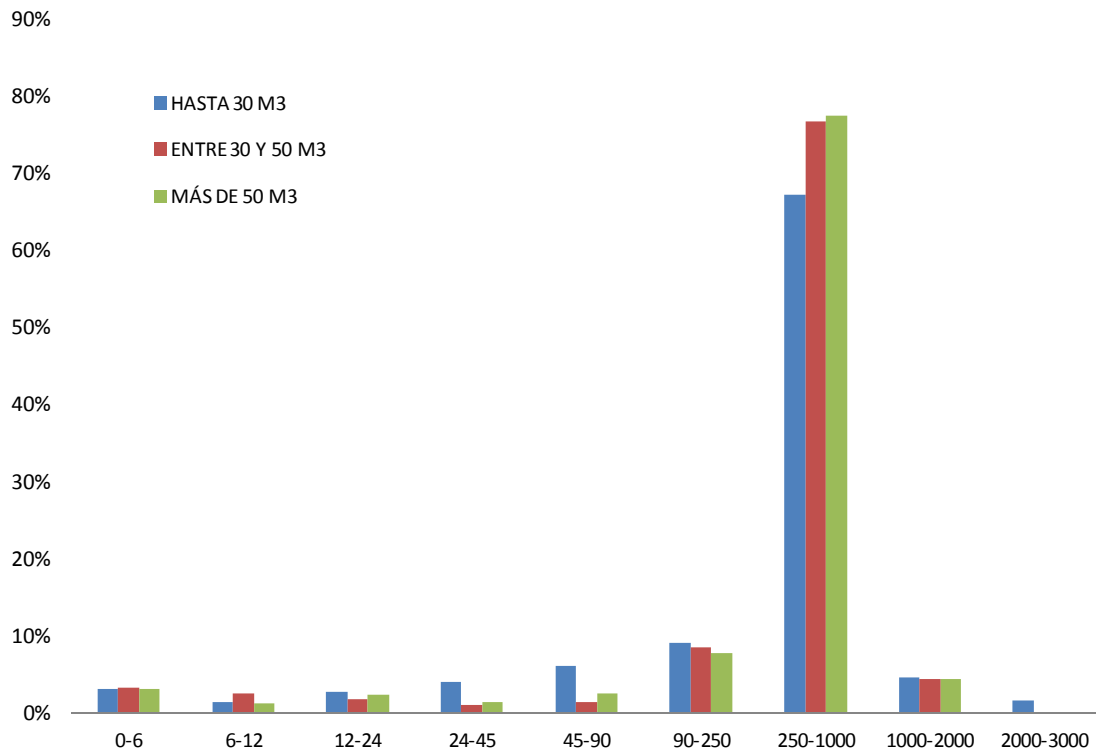


FIGURA 3.10 PATRONES DE CONSUMO EN FUNCIÓN EL CONSUMO HISTÓRICO DE LA VIVIENDA (174 VIVIENDAS)

TABLA 3.12 PATRONES DE CONSUMO EN FUNCIÓN EL CONSUMO HISTÓRICO DE LA VIVIENDA (174 VIVIENDAS)

Rango de caudales (l/h)	Menos de 30 m <sup>3</sup>	Entre 30 y 50 m <sup>3</sup>	Más de 50 m <sup>3</sup>
0-6	3,1%	3,4%	3,2%
6-12	1,5%	2,6%	1,2%
12-24	2,7%	1,8%	2,3%
24-45	4,0%	1,0%	1,4%
45-90	6,2%	1,4%	2,5%
90-250	9,1%	8,6%	7,7%
250-1000	67,2%	76,7%	77,4%
1000-2000	4,6%	4,5%	4,4%
2000-3000	1,7%	0,1%	0,1%
<b>Nº de viviendas</b>	<b>72</b>	<b>60</b>	<b>42</b>

Las viviendas estudiadas, corresponden a las viviendas con tipo de alimentación directa, con bomba o con contador después del depósito.

Del análisis se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las viviendas con supuestamente más consumo no presentaron durante los días en que se realizaron las mediciones un consumo superior.
- No puede concluirse que existan diferencias significativas entre los patrones de consumo de cada grupo y el presentado en la Tabla 3.12. Por tanto, no se hará distinción del patrón de consumo en usuarios domésticos (en viviendas situadas en edificios) según el consumo que presenten.



### 3.3 Patrón de consumo de grandes consumidores

Como se comentaba en la introducción del presente capítulo, conocer como consumen los usuarios para junto con la curva de error de sus contadores obtener el error global de medición, resulta imprescindible para la correcta gestión de cualquier parque de contadores. El desconocimiento de la precisión promedio del parque de contadores y de su ritmo de deterioro al operar bajo las condiciones de funcionamiento propias del abastecimiento, es uno de los problemas habituales en la actualidad.

Asimismo se incidía en que este serio problema se agravaba cuando el estudio de los usos del agua se realizaba en sectores como el industrial, comercial y servicios. El motivo es la mayor sensibilidad de los equipos de medición utilizados en estos casos a las condiciones de instalación y a la carencia de datos fiables para un adecuado dimensionado y mantenimiento de los mismos.

La mayor parte de los trabajos desarrollados hasta el momento, se centran bien en desarrollar modelos estadísticos para la modelación del consumo doméstico (Buchberger & Wu, 1995), por lo que las predicciones solamente son aplicables a bloques de viviendas, o bien en proponer prácticas de buena gestión (Sullivan & Speranza, 1992).

Por lo tanto, una vez determinados los patrones de consumo para usuarios domésticos, en este apartado se abordará la determinación del mismo pero para grandes consumidores, máxime teniendo en cuenta que los grandes consumidores, aunque pocos en número, representan un elevado porcentaje de la facturación, que frecuentemente supera el 30% y para los que, además, existe un elevado potencial de mejora respecto al aprovechamiento de los recursos. Para conseguir este objetivo, serán necesarios estudios individualizados de cada uno de ellos.

Como se enfatizaba en el caso de los usuarios domésticos, la determinación y análisis de los caudales bajos resulta un aspecto determinante a la hora de determinar el patrón de consumo de cualquier usuario, ya que los consumos que el contador registra con mayor dificultad son las fugas, que normalmente están asociadas a caudales bajos y continuos. Aunque siempre debe tenerse en cuenta este aspecto, en el análisis y estudio de la medición de grandes consumidores no cobra tanta importancia como en los usuarios domésticos. Realmente en medianos y grandes consumidores resulta determinante el correcto dimensionamiento inicial de aquel contador que tenga una curva de error óptima para su caudal nominal, que deberá coincidir con el rango de caudal de mayor peso en el patrón.

### 3.3.1 Definición de gran consumidor

Una de las decisiones clave a la hora de iniciar el presente análisis, fue la definición de gran consumidor. Por un lado se pueden clasificar los consumidores, o más bien los medidores, en base a su caudal nominal o a su calibre. De esta forma sería necesario establecer cuál es el caudal nominal o calibre que delimita a un pequeño consumidor de un mediano o gran consumidor. Así por ejemplo se podría considerar que todos aquellos instrumentos con  $Q_n < 15 \text{ m}^3/\text{h}$  (habitualmente corresponde a un calibre de 50 mm) pueden ser considerados como micromedidores y los que superan este valor como macromedidores. El problema se encuentra en que con esta clasificación son considerados como micromedidores instrumentos que requerirían un control más exhaustivo de su funcionamiento ya que su consumo de agua es considerablemente elevado. La clasificación por calibre es otra posibilidad similar a la anterior, en la que se define un calibre límite que separa ambos sistemas.

Se ha optado inicialmente por definir como sistema de macromedición a aquellos instrumentos usados para la medición del caudal de usuarios no domésticos que consumen un elevado volumen de agua, por lo que es recomendable un seguimiento individualizado de su funcionamiento. Esto es impracticable con el sistema de micromedición, ya que por una parte el número de usuarios domésticos es muy elevado y requiere un tratamiento estadístico por muestreos de la población y, por otra, los volúmenes consumidos en este caso son de poca entidad para ser evaluados individualmente.

Por lo tanto se considerará gran consumidor aquel usuario cuyo consumo sea tal que requiera de un estudio individualizado, preferentemente correspondiente a sectores como el industrial, comercial y servicios. Se descarta la clasificación en función del caudal nominal y/o calibre por dos motivos fundamentales. Por un lado se podría incurrir en seleccionar usuarios con calibres importantes pero con consumos muy bajos (como por ejemplo instalaciones contra incendios) y a su vez descartar usuarios cuyo calibre inicialmente podría clasificarlo como micromedidor o pequeño consumidor pero su consumo ser lo suficientemente elevado como para ser necesario su estudio detallado. A su vez, de esta manera se detectarán dos grupos de usuarios o contadores de especial interés en la gestión del parque de contadores:

- Contadores infradimensionados, es decir, aquellos con un diámetro nominal inferior al que le correspondería por consumo.
- Contadores sobredimensionados, con un calibre superior al que le correspondería por consumo.

A modo ilustrativo se muestra a continuación la distribución del parque de contadores de un abastecimiento en función de su calibre y de su consumo trimestral.

TABLA 3.13 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES EN FUNCIÓN DE SU CALIBRE Y CONSUMO TRIMESTRAL

Consumo trimestral (m <sup>3</sup> )	Calibre contador (mm)									Total
	13	15	20	25	30	40	50	65	100	
100	11702	3371	252	59	17	90	7	1	1	15500
200	91	36	8	4	2	4				145
300	17	11	4	2		3	1			38
400	5	5	1	4		3				18
500	5	3		3		1				12
600	4		3	1	2	1				11
700	3	1		1	1	1				7
800				1						1
900		1	2			1				4
1000			1	2	1	1				5
1200						1				1
1300	1									1
1400		1				2	1			4
1500				1		2				3
1600		1		1	1					3
1900	1									1
2300				1						1
2500	1									1
2800		1								1
3300			1							1
4100									1	1
5200						1				1

Calibre contador (mm)										
5800	1									1
8000	1									1
14400	1									1
57700	1									1
TOTALES	11830	3431	273	80	24	112	9	2	3	15764
	75,04%	21,76%	1,73%	0,51%	0,15%	0,71%	0,06%	0,01%	0,02%	100%

Queda patente la existencia de contadores que inicialmente parecen estar mal dimensionados. Se encuentran tanto contadores infradimensionados como sobredimensionados.

De estos dos grupos, cobra especial interés el de los contadores infradimensionados. Inicialmente porque sus condiciones de trabajo acelerarán su deterioro con lo que su envejecimiento se acelerará provocando un aumento excesivo del empeoramiento de su curva de error. También, como se verá posteriormente, un consumo trimestral elevado, puede suponer un volumen acumulado bastante elevado, por lo que se estima que parte de estos contadores estén llegando, si no lo están ya, al final de su ciclo de vida útil.

Además, no hay que olvidar que, en función de la tarifa aplicada, posiblemente la selección del calibre superior adecuado a su consumo, podría conllevar también un incremento en la recaudación por cuota de servicio.

Normalmente la causa de este infradimensionamiento es la falta o incongruencia de la información que el petionario suministra a la empresa gestora para realizar el dimensionamiento del equipo medidor. También como posible causa se debe mencionar el cambio de uso de la instalación a suministrar. Es frecuente que el usuario modifique su instalación interior y que pase a consumir caudales importantes a través de un contador que en su origen no estaba dimensionado para tal fin.

Es evidente también la presencia de contadores sobredimensionados. Aunque resulta interesante su estudio detallado, no cobra la misma importancia que el grupo de contadores infradimensionados, ya que la gran mayoría de contadores sobredimensionados corresponden a instalaciones contraincendios. El calibre de estos contadores está correctamente dimensionado para su utilidad pero como habitualmente no se utiliza la instalación, excepto para su correcto y necesario mantenimiento, los consumos registrados enmascaran un posible error de

dimensionamiento. Los criterios de sobredimensionamiento no deberían obviar diferentes aspectos como son el tipo de contador (los contadores de chorro único son menos robustos que los de chorro múltiple) y la presencia de depósitos, especialmente la tipología de la válvula de llenado (un contador instalado en un usuario con depósito con válvula de entrada proporcional puede soportar cargas de consumo muy superiores que si la válvula es todo/nada o si, evidentemente, no existe depósito).

Así, uno de los grupos a estudiar será el de los contadores infradimensionados. Como criterios para su selección se ha utilizado un consumo trimestral mínimo en función de su caudal nominal. Para contadores hasta 25 mm, se considerará infradimensionado aquel contador que registre a partir de 100 veces su caudal nominal. Para contadores de diámetro nominal 30 mm o superior, el consumo que delimitará el infradimensionamiento será a partir de 400 veces su caudal nominal. En base a este criterio se puede resumir en la siguiente tabla los contadores infradimensionados en función de su calibre y consumo:

TABLA 3.14 CRITERIO UTILIZADO PARA LA DEFINICIÓN DE CONTADOR INFRADIMENSIONADO

Calibre (mm)	Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Consumo trimestral (m <sup>3</sup> )	Consumo anual (m <sup>3</sup> )
13	1,5	150	600
15	1,5	150	600
20	2,5	250	1000
25	3,5	350	1400
30	5	2000	8000
32	6	2400	9600
40	10	4000	16000
50	15	6000	24000
65	20	8000	32000
80	30	12000	48000
100	50	20000	80000

Aplicando este criterio a la distribución de contadores mostrada en la Tabla 3.14, se obtienen los contadores mal dimensionados, tanto infradimensionados como

sobredimensionados, en función de su consumo trimestral real del abastecimiento en estudio (Tabla 3.15).

TABLA 3.15 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES MAL DIMENSIONADOS DE UN ABASTECIMIENTO

	Calibre contador (mm)									
	13	15	20	25	30	40	50	65	100	TOTAL
<b>Infradimensionados</b>	128	60	13	15				1	1	218
	0,81%	0,38%	0,08%	0,10%				0,01%	0,01%	1,39%
<b>Sobredimensionados</b>				59	17	101	8	1	1	187
				0,37%	0,11%	0,64%	0,05%	0,01%	0,01%	1,19%

### 3.3.2 Selección de la muestra

Como se ha comentado anteriormente, el análisis y mejora del sistema de medición de los grandes consumidores hace necesarios estudios individualizados de cada uno de ellos. De esta forma queda descartada la selección estadística de muestras que, como se podría acometer en el estudio de pequeños consumidores domésticos, garantizaría en función de los intervalos de confianza aceptados, la representatividad de esta para así generalizar los resultados y conclusiones conseguidas.

Así, para la selección de los usuarios a estudiar, se han escogido inicialmente dos parámetros que, como se justificaba en apartados anteriores, definen en primera instancia lo que se puede considerar como gran consumidor:

- Consumo promedio trimestral.
- Consumo acumulado.

Por un lado se ha calculado el promedio de consumo trimestral de la totalidad de abonados existentes, en base a dos años de funcionamiento del contador (8 trimestres). En base a este criterio juntamente con el calibre del contador, se han podido detectar los contadores infradimensionados.

Por otro lado también se ha valorado el consumo acumulado del contador, parámetro que aunque en principio puede considerarse resultado del anterior, es decir, proporcionalmente un abonado con un promedio trimestral elevado parece lógico que

deba tener un consumo acumulado en función del tiempo de vida también elevado, restringe de algún modo aquellos consumidores que aún teniendo un consumo promedio trimestral similar, las condiciones metrológicas del contador puedan estar más afectadas, por un volumen acumulado superior.

Por lo tanto en primera instancia se realiza la estratificación de los abonados en función de su calibre, consumo promedio trimestral y consumo acumulado. De esta forma se descartan los consumidores cuyo consumo promedio trimestral está por debajo de los establecidos inicialmente a la hora de definir a los grandes consumidores o contadores infradimensionados (Tabla 3.15).

Al cruzar esta primera selección con el consumo acumulado del contador, se reduce significativamente el número de posibles candidatos a estudiar. Aún así, en aras de restringir esta selección e incluir aquellos estudios que inicialmente puedan presentar mayor interés, se decide incluir otros parámetros que acoten la selección. Entre otros parámetros seleccionados, se estudian los siguientes:

- Año de fabricación del contador.
- Fecha de instalación del contador.
- Estado de conservación del contador.
- Posición de instalación del contador.
- Ubicación del contador.
- Clase metrológica.
- Tipo de contador (tecnología de medición).

Filtrando todos los parámetros establecidos, se llega a una selección de un total de 106 consumidores, clasificados de la siguiente forma:

TABLA 3.16 SELECCIÓN DE LOS USUARIOS DE ESTUDIO

Calibre (mm)	Muestra	Consumo promedio trimestral (m <sup>3</sup> )	Volumen promedio acumulado (m <sup>3</sup> )
13	20	380	11.971
15	12	328	7.591
20	11	992	18.041
25	16	2.739	32.877

Calibre (mm)	Muestra	Consumo promedio trimestral (m <sup>3</sup> )	Volumen promedio acumulado (m <sup>3</sup> )
30	8	2.288	31.768
32	3	1.623	16.197
40	25	3.515	88.183
50	11	4.437	142.535

### 3.3.3 Inspección previa de la instalación interior del usuario

Actualmente no se cuenta con datos fiables sobre los caudales de consumo ni las características de la demanda de agua de diversas tipologías de usuarios que se podrían enmarcar dentro de lo que se denomina sector servicios, comercial e industrial. La carencia de estos datos dificulta enormemente el dimensionado de los contadores de agua de mediano y gran calibre y la selección de la tecnología más adecuada en cada caso, limitando significativamente la calidad de medición. Asimismo, tampoco se tiene información detallada y documentada de las diferentes tipologías de instalaciones interiores al respecto, fundamentalmente de la forma de consumir de estos abonados. Por lo tanto se hace necesaria una inspección previa o auditoría para mejorar el conocimiento de la instalación interior del abonado.

En este apartado se inspeccionará la instalación del contador con el objetivo de detectar posibles anomalías que impidan el correcto funcionamiento del instrumento de medida. Además, se detallará la existencia de dispositivos que perturben las características del flujo y, por tanto, la medida del consumo de agua en el abonado. Las comprobaciones a realizar en este apartado serán:

- Diámetro y material de la tubería entrada/salida.
- Existencia, tipo y diámetro de válvulas de aislamiento.
- Longitud de tramos rectos aguas arriba y aguas abajo del contador.
- Condiciones ambientales que pudieran deteriorar el contador o dificultar su lectura (ambientes con excesiva humedad, polvo...).
- Accesibilidad de lectura y posición de instalación del contador (vertical/horizontal/inclinado).
- Presencia de filtros y estabilizadores de flujo.
- Existencia de tomas en carga para una posible comprobación, en un futuro, del contador in-situ.



Como ya se ha comentado anteriormente, uno de los aspectos más importantes a la hora de determinar las características que debe tener el contador para ser instalado en una instalación es, conocer perfectamente la instalación a la que va a suministrar.

Aparte de conocer las peculiaridades y características más importantes de la instalación, esta auditoría permitirá la detección de posibles fugas interiores incontroladas, consumos innecesarios e incluso fraudulentos y/o ilegales. De esta forma se pretende, aparte de obtener la información necesaria e imprescindible para la elección correcta del tipo de contador a instalar, evitar de una forma rápida e inmediata, consumos excesivos cuya detección hubiera sido, de otra forma, o mucho más lenta o imposible.

En concreto, las tipologías de usuarios que se pretenden estudiar son: hoteles, hospitales, oficinas, colegios/centros educativos, centros deportivos (polideportivos, piscinas,...), comercios (lavanderías, restaurantes, bares, lavaderos de coches...), centros comerciales e industrias. Todos ellos presentes en la zona de Castellón, donde FACSA es gestora de la mayoría de abastecimientos.

Una vez seleccionados los grandes consumidores a estudiar, se procede a realizar una inspección previa a la instalación interior. En esta inspección se persigue entre otros objetivos, comprobar las características tanto de la propia instalación interior como del contador instalado y confirmar que los datos disponibles en la base comercial son correctos. A su vez, mediante esta auditoría se verifica la gran diversidad de tipologías de instalaciones existentes, evidenciando una vez más la necesidad del estudio individualizado necesario para este tipo de consumidores.

Para la recogida y validación de la información, se han habilitado fichas cuya información se ha volcado posteriormente en archivos informáticos para su gestión y análisis. Para la introducción de la información se ha creado un formulario en el que la mayoría de campos se especifican mediante menús desplegables, con opciones predefinidas a elegir, para de esta forma no incurrir en errores ni ampliar de forma descontrolada la introducción de características.

Posteriormente se ha generado un informe individualizado para cada estudio en el que se detallan todas las características y resultados obtenidos. La totalidad de ellos se adjuntan al presente documento como anexo.

### 3.3.3.1 Características de la instalación del abonado

En lo que respecta a la instalación interior, se inspeccionan entre otras características, aquellas que de una forma directa puedan afectar a la medición del caudal. Como ya se ha comentado en apartados anteriores, los contadores sufren una mayor sensibilidad a caudales bajos por lo que cualquier circunstancia que pueda modificar o provocar que los caudales circulantes se concentren en rangos próximos al caudal de arranque del contador, serán de especial análisis. La presencia de estos consumos bajos es la que reduce en mayor grado la efectividad de los sistemas de medición. Una de las características que provoca este efecto es la existencia de depósitos acumuladores con válvula de llenado progresiva.

Los parámetros recogidos de cada instalación interior son los que se muestran a continuación:

- Identificador abonado.
- Sector. En este apartado se especifica a que sector pertenece el consumidor, industrial, comercial, servicios o residencial.
- Actividad. En este apartado se pretende especificar la actividad concreta dentro del sector seleccionado. Se muestra a continuación las diferentes actividades disponibles en función del sector escogido:

TABLA 3.17 TIPOLOGÍAS DE SECTOR Y ACTIVIDAD

SECTOR	ACTIVIDAD
Industrial	Alimentación-Congelados
	Alimentación-Fábricas
	Alimentación-Panadería-Pastelería
	Construcción-Almacén Materiales
	Construcción-Cerámicas
	Construcción-Constructoras
	Construcción-Fabricación Material
	Construcción-Saneamiento
	Energía-Distribución Butano
	Energía-Electricidad
	Local-Almacén
	Madera-Carpintería
	Metal-Industria

SECTOR	ACTIVIDAD
	Papel-Almacén
	Piel-Peleterías
	Químicas-Abonos
	Químicas-Esmalte-Pintura
	Químicas-Vidrios
	Servicios Agrícolas-Almacén Fruta
	Vehículos-Accesorios
<b>Comercio</b>	Alimentación-Hipermercado
	Alimentación-Pescadería
	Comercial-Gran Almacén
	Energía-Estación de Servicio
	Hostelería-Cafetería-Bar
	Hostelería-Restaurantes
	Lavandería
	Recreativos-Actividades Deportivas
	Vehículos-Lavado-Engrase
<b>Servicios</b>	Educación-Centro Enseñanza Musical
	Educación-Centro Enseñanza Oficial
	Educación-Colegio Privado
	Hostelería-Camping
	Hostelería-Hoteles
	Organismos-Iglesia
	Organismos-Oficiales
	Químicas-Laboratorio análisis
	Sanidad-Asilo
	Sanidad-Centros Hospitalarios
	Sanidad-Laboratorio análisis
<b>Residencial</b>	Viviendas-Temporada
	Viviendas-Urbana

- Instalación suministrada. De entre las diferentes alternativas existentes, se han agrupado en las siguientes:

TABLA 3.18 TIPOLOGÍAS DE INSTALACIÓN SUMINISTRADA

INSTALACIÓN SUMINISTRADA
Proceso productivo
Servicios comunes
Riego
Instalación Contra Incendios
Otros
Piscina

A su vez se ha habilitado un campo denominado *Observaciones* en el que entre otros posibles comentarios se ha introducido la simultaneidad de suministro a varias instalaciones, ya que se puede dar el caso de que un mismo contador alimente a varias instalaciones, como por ejemplo, al proceso productivo y a los servicios comunes.

- Tipo de instalación. Básicamente en este apartado se han definido tres tipos de instalación, basándose en el criterio de afección al sistema de medición, es decir, si existe depósito acumulador o no, y si existe la posibilidad de que el suministro se pueda realizar de forma alternativa, es decir, o bien a través de depósito o en directo. A este tipo de instalación se le ha denominado Mixta (bypass) y su funcionamiento habitual depende de la suficiencia de presión en red. Si existe suficiente presión como para suministrar directamente al proceso, el contador funcionará alimentando directamente a la instalación. Si en algún momento se necesitará más presión de la que existe en red de distribución, el proceso productivo se alimentaría del depósito acumulado a través de grupo de bombeo. De esta forma el contador suministra tanto directamente al proceso productivo como al llenado del depósito.

TABLA 3.19 TIPOLOGÍAS DE INSTALACIÓN INTERIOR SUMINISTRADA

TIPO INSTALACIÓN
Depósito
Directo
Mixto (bypass)

- Sistema de llenado. En función del tipo de instalación, se define el sistema de llenado de la misma, evidentemente siempre que exista depósito acumulador. Por lo tanto siempre que el tipo de instalación sea Depósito o Mixta (bypass) se deberá especificar si el sistema de llenado es:

TABLA 3.20 TIPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE LLENADO DE DEPÓSITOS

SISTEMA DE LLENADO
Válvula progresiva
Válvula todo-nada

- Acometida. En este campo se especifica el diámetro nominal de la acometida que suministra agua al contador. Así, las alternativas son: 25mm, 32mm, 40mm, 50mm, 63mm, 75mm y 90mm.
- Presión media de suministro. Dentro de este apartado se ha especificado la presión de suministro habitual de funcionamiento del contador. En función del abastecimiento, de la localización del abonado dentro de un mismo abastecimiento y de la ubicación del contador en la instalación, se ha determinado la presión media de suministro. De entre la multitud de alternativas existentes, se han agrupado grupos de presión estableciendo los siguientes: 2,5 kg/cm<sup>2</sup>, 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, 4 kg/cm<sup>2</sup>, 4,5 kg/cm<sup>2</sup>, 6 kg/cm<sup>2</sup> y 7 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.3.2 Características del contador del abonado

La auditoría tiene como principal objetivo analizar la instrumentación que actualmente se utiliza en FACSA. Se estudiará tanto el estado en que se encuentran los medidores como su correcto dimensionado e instalación. Además se recogerá información de utilidad para determinar las variables que mayor impacto tienen sobre la curva de error.

De la misma forma que se han recogido las características más importantes de la instalación del abonado, que definen inicialmente los parámetros que más significativamente pueden afectar en el sistema de medición, esta vez se han recopilado las características correspondientes al propio contador instalado:

- Marca-Modelo. Se establece de una forma codificada la identificación de la marca y modelo del contador.
- Tipo de contador. Se establecen los siguientes tipos de contador:

TABLA 3.21 TIPOLOGÍAS DE CONTADORES

TIPO DE CONTADOR
Velocidad chorro único
Velocidad chorro múltiple
Volumétrico (pistón rotativo)
Woltmann horizontal
Woltmann vertical
Ultrasónico
Electromagnético

- Diámetro nominal (DN). De entre todos los diámetros nominales disponibles en el mercado, se establece la posibilidad de elegir entre los siguientes: 13mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm, 32mm, 40mm y 50mm.
- Clase metrológica. Se especifica la clase metrológica del contador, diferenciando entre las clases A, B, C, R63, R80, R100, R160 y R200.
- Caudal nominal (m<sup>3</sup>/h). En función de los diámetros nominales y tipos de contador disponibles, se establecen las siguientes opciones a la hora de especificar el caudal nominal:

TABLA 3.22 POSIBILIDADES DE CAUDALES NOMINALES A SELECCIONAR

CAUDAL NOMINAL (m <sup>3</sup> /h)
1,5
1,6
2,5
3,5
5
6
10
15
25
40
60

- Año fabricación.
- Fecha de instalación.
- Volumen acumulado (m<sup>3</sup>). Volumen registrado por el contador desde la fecha de instalación hasta el momento de iniciar el estudio.
- Consumo medio trimestral (m<sup>3</sup>). Consumo medio trimestral correspondiente a los últimos ocho trimestres registrados.

- Ubicación. En este apartado se especifica si la situación de instalación del contador es en *fachada o suelo*.
- Estado de conservación. Se detalla el estado de conservación aparente del contador, si es *bueno, aceptable o malo*.
- Posición de instalación. Una de las condiciones importantes que debe cumplir la instalación del contador es que respete las posibilidades de posición en su instalación. Cada contador, en función de su tipo y clase metrológica puede instalarse *horizontal, inclinado o vertical*. La comprobación de esta característica podrá justificar un deterioro en la curva de error determinado o incluso determinar que contador es el más adecuado en función de las posibilidades físicas de instalación.
- Observaciones. Se habilita este campo para poder incluir comentarios y/o observaciones de importancia que no hayan quedado lo suficientemente especificadas en los campos anteriores. Estas observaciones pueden hacer referencia tanto a las características del contador, de la instalación como otros aspectos relacionados en procesos posteriores del estudio.

### 3.3.4 Medición del consumo en continuo. Obtención de los patrones de consumo

Tras la comprobación técnica de las características del aparato de medida y de la instalación, se procede a realizar la medición del patrón de consumo mediante la instalación de equipos registradores. Ello permitirá comprobar el correcto dimensionado del contador y facilitará la información necesaria para próximas sustituciones.

Uno de los pilares fundamentales en los que se basa el presente estudio es la obtención de datos detallados del consumo de diferentes tipos de usuarios y, en especial, de los caudales de consumo. Lo que se pretende es sustituir temporalmente los contadores instalados en los abonados por otros de mayor precisión y con un rango de medida más amplio que permitan la detección de caudales bajos.

Con la información obtenida, tanto de la inspección del contador como de la instalación del abonado, se selecciona el equipamiento requerido para la obtención del patrón, es decir:

- Contador: *Marca-modelo, tipo, diámetro nominal, clase metrológica,...*  
Habitualmente el contador seleccionado para la obtención del patrón será un

contador tipo volumétrico, clase metrológica C y respetará el diámetro nominal del contador original instalado. En ocasiones se puede optar por aumentar el diámetro nominal del contador a instalar si aparentemente ya se observa que el contador instalado está gravemente infradimensionado. De esta forma se evita el riesgo de que el contador a instalar sufra un deterioro excesivo o incluso pueda romperse por los caudales elevados que se estima vaya a registrar.



FIGURA 3.11 ROTURA DE CONTADOR VOLUMÉTRICO POR CAUDALES ELEVADOS

- Emisor de pulsos: En la totalidad de estudios realizados se ha optado por la utilización de emisores de pulsos de tipo inductivo (2 hilos) por las ventajas que estos emisores ofrecen respecto a otros tipos como pueden ser los de tipo Opto o Reed. El volumen asociado a cada pulso ha sido de 1 litro excepto en algunos casos particulares en los que, por el volumen a registrar, se ha optado por aumentar este volumen para no correr el riesgo de no disponer de suficiente memoria de almacenamiento.

Previamente, analizada toda la información y en base a las características del abonado, se realiza la programación del data-logger, configurando los parámetros para la correcta recogida y almacenamiento de los datos. Se comprueba al mismo tiempo su correcto funcionamiento así como la carga correcta de batería.



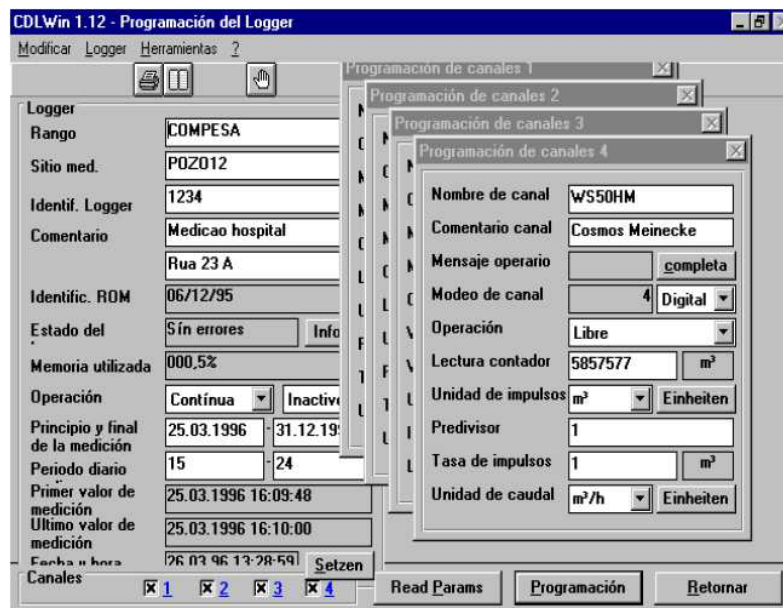


FIGURA 3.12 PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL DATA-LOGGER

En la elección del período total a registrar, a diferencia de los usuarios domésticos, se ha intentado mantener el criterio de registrar datos al menos durante 2 semanas completas. En principio aunque podría ser válida la selección de una única semana en la que quedarán registrados tanto los días laborales como los correspondientes al fin de semana, se ha considerado necesaria la ampliación a un mínimo de dos semanas para descartar cualquier tipo de anomalía coincidente con la semana de registro.

Aún así, por diferentes motivos, existen estudios en los que los días de medición son inferiores. Fundamentalmente la reducción del tiempo de registro ha estado motivada, bien porque se realizaron en el inicio del estudio (año 2008) y la necesidad de ampliar el tiempo de registro fue posterior, bien porque se ha considerado suficiente y representativo el tiempo registrado vista la regularidad de consumo del abonado estudiado.

La media de días registrados por abonado ha sido de 17,5 días, lo que supone un total de 1.858 días de registro.

Una vez desinstalado el contador original, es importante que este sea manipulado con la precaución necesaria para no provocarle ningún daño que pudiera afectar a su metrología. Por lo que una vez retirado debe ser cuidadosamente trasladado hasta el laboratorio donde en el banco de ensayo será analizado para, como se verá posteriormente, obtener su curva de error. Una de las condiciones que debe

asegurarse para que no se deteriore el contador una vez desinstalado, es mantener las condiciones de humedad adecuadas.



FIGURA 3.13 CONTADORES ALMACENADOS EN CONDICIONES DE HUMEDAD ADECUADAS PARA SU POSTERIOR ENSAYO

Una vez transcurrido el período seleccionado de registro de datos, se desinstala el data-logger y el emisor de pulsos y se procede al volcado informático de estos. Se procede al análisis y se obtiene tanto el perfil de consumo en el tiempo como el propio patrón de consumo. Una vez con el perfil de consumo es automática la obtención del caudal máximo, mínimo y medio registrado en el período seleccionado.

Se muestra a continuación un ejemplo de perfil de consumo en el tiempo:

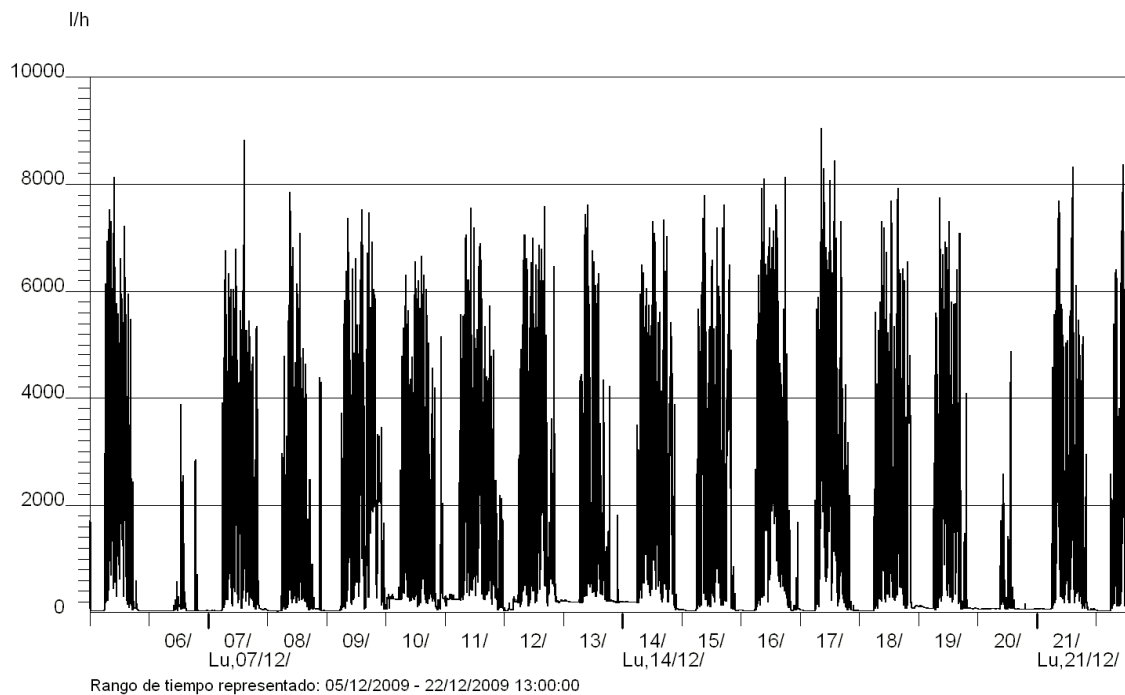


FIGURA 3.14 PERFIL DE CONSUMO REGISTRADO

Es de suma importancia la correcta gestión de toda la información que se genera, por lo que deben establecerse rutinas de almacenamiento y control de esta. Para el proyecto actual, una de las herramientas utilizadas ha sido el programa Woltmann creado por el propio ITA de la Universitat Politècnica de València. Woltmann es una potente herramienta de gestión integral del parque de contadores que ofrece resultados fiables para ser tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones relacionadas con todos los aspectos específicos o generales de algún tipo o marca de contador. Está diseñado para utilizarse conjuntamente con los bancos de ensayo de contadores de agua, ya que permite almacenar tanto los resultados procedentes de los ensayos a contadores como las mediciones realizadas para establecer el patrón de consumo de los usuarios. Adicionalmente, dispone de un potente e intuitivo módulo de cálculo preparado para realizar consultas avanzadas, con el fin de estimar el ritmo de deterioro de los contadores ensayados, el error de un determinado modelo o la vida útil de los contadores de agua del abastecimiento. Por último, el programa posibilita la creación de análisis de sensibilidad y estudios económicos para valorar el impacto que tienen las variaciones de los diferentes parámetros sobre los resultados de la implementación de un determinado tipo de contador, así como, los costos y beneficios del mismo (Woltmann, 2008).

De esta forma, toda la información descargada del data-logger, es importada por el programa informático Woltmann, desde donde su gestión y análisis resulta práctica y eficiente. Es inmediata la generación y consulta del patrón de consumo medido en campo así como la descarga de la gráfica correspondiente, desde la cual de una forma rápida y sencilla, pueden detectarse inmediatamente las características, peculiaridades, anomalías, etc. del consumo del abonado en estudio.

### 3.3.4.1 Rangos de caudal seleccionados para la definición del patrón de consumo

En función del diámetro nominal del contador se han establecido los rangos de caudal entre los que se distribuirá el consumo del abonado. Así, los rangos establecidos son los siguientes:

TABLA 3.23 RANGOS DE CAUDAL (L/H) SELECCIONADOS PARA LA DEFINICIÓN DEL PATRÓN DE CONSUMO

13 / 15 / 20mm	25 / 30 / 32mm	40mm	50mm
0-6	0-30	0-30	0-30
6-15	30-60	30-120	30-120
15-30	60-120	120-400	120-400
30-60	120-400	400-1500	400-1500
60-120	400-1500	1500-3500	1500-5000
120-400	1500-3500	3500-5000	5000-10000
400-1500	3500-5000	5000-10000	10000-15000
1500-2500	5000-7000	10000-15000	15000-20000
2500-3500	5000-10000	15000-20000	20000-30000
3500-5000	10000-15000	20000-25000	30000-35000
5000-7000 > 7000	> 15000	> 25000	> 35000

Por lo tanto, en función del diámetro nominal del contador estudiado, los consumos registrados mediante el data-logger, serán distribuidos según los rangos de caudal establecidos en la tabla anterior.

Esta selección de rangos de caudal (l/h), se ha realizado en base a la experiencia acumulada en los ensayos realizados así como en base a los caudales característicos de cada contador en función de su diámetro nominal que definen, en cierto modo, al

propio contador. Estos caudales abarcan desde el caudal de arranque ( $Q_{arr}$ ), pasando por los caudales mínimo ( $Q_{min}/Q_1$ ), transición ( $Q_t/Q_2$ ) y nominal o permanente ( $Q_n/Q_3$ ) hasta el caudal máximo o de sobrecarga ( $Q_{máx}/Q_4$ ) que podría soportar el contador. La selección de rangos de caudal se ha definido teniendo en cuenta dos condiciones básicas:

- La selección de rangos de caudal en función del diámetro de contador debe de ser lo suficientemente detallada para que se puedan distribuir los caudales registrados en base a los caudales característicos de su diámetro nominal.
- A su vez se han integrado dentro de una misma selección de rangos de caudal varios diámetros nominales, cuyos caudales característicos no difieren en exceso, para que la comparativa entre ellos pueda ser mucho más intuitiva y sencilla. Por este motivo los contadores de diámetros nominales 13mm, 15mm y 20mm comparten selección al igual que los contadores cuyos diámetros nominales son 25mm, 30mm y 32mm. Los contadores correspondientes a los diámetros nominales de 40mm y 50mm, poseen selecciones de rangos de caudal individuales debido a las grandes diferencias entre sus caudales característicos.

### 3.3.5 Análisis de los resultados

Una vez obtenidos los patrones de consumo individualizados por abonado, durante un total de 1.858 días de registros (media de días registrados por abonado: 17,5 días), 27.240 m<sup>3</sup> registrados y distribuidos los caudales registrados en función de la selección definida en base al diámetro nominal del contador, el primer análisis realizado ha sido la comprobación de los caudales mínimo, medio y máximo registrados por el data-logger en el periodo de tiempo programado.

#### 3.3.5.1 Análisis previo. Dimensionamiento de los contadores

De la totalidad de estudios realizados se han registrado los siguientes caudales:

- Caudal mínimo registrado: 0,0 l/h
- Caudal medio promedio: 983,4 l/h

- Caudal máximo registrado: 43.867,0 l/h

Con estos tres caudales correspondientes a cada estudio, y en base al análisis de los rangos de caudal que más peso tienen en cada estudio, se establece el diámetro nominal recomendable. El análisis se realiza fundamentalmente comparando el caudal nominal y el caudal máximo del contador con los caudales medio y máximo obtenidos del patrón, respectivamente. Así un contador cuyo caudal máximo registrado supera al caudal máximo de su diámetro nominal debería aumentar este hasta establecerse en rangos aceptables que no supusieran un riesgo de deterioro evidente. De la misma forma se realiza la comparativa si el caudal máximo registrado es inferior al del contador instalado. En función del valor obtenido se determina cuántos diámetros nominales podrían reducirse. La elección del diámetro nominal recomendado, aparte del análisis previo de los caudales máximos, siempre se realiza teniendo presente el caudal medio registrado. Más bien, el rango de caudal que más peso en volumen representa del patrón.

Siguiendo estos criterios y con el objetivo inicial de detectar aquellos contadores gravemente infradimensionados, se procede a comparar el caudal máximo del contador original instalado con el caudal máximo registrado. De esta forma se obtiene que 18 de los 106 contadores estudiados (17%), superan su caudal máximo. Posteriormente al realizar el análisis en base a los rangos de caudal registrados, se llega a la conclusión de que son un total de 59 contadores (56%) los que deben aumentar su diámetro inicial. A modo de resumen se muestran a continuación los diámetros nominales recomendados una vez realizado este análisis previo:

TABLA 3.24 ANÁLISIS PREVIO DEL DIMENSIONADO DE CONTADORES

Calibre (mm)	Estudios			
	Realizados	Mantienen DN	Aumentan DN	Disminuyen DN
13	20	4	16	0
15	12	2	10	0
20	11	1	10	0
25	16	3	13	0
30	8	6	2	0
32	3	0	1	2
40	25	11	6	8
50	11	7	1	3
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>34</b>	<b>59</b>	<b>13</b>
<b>%</b>	<b>100%</b>	<b>32%</b>	<b>56%</b>	<b>12%</b>

A la vista de los resultados (Tabla 3.24), se observa que únicamente el 32% de los contadores analizados estaban correctamente dimensionados, destacando que el 56% deberían aumentar su diámetro nominal. Este resultado era esperable si recordamos que uno de los criterios principales a la hora de seleccionar la muestra de abonados a estudiar, era su condición inicial de posible infradimensionado. Únicamente el 12% de los contadores analizados estaban sobredimensionados.

A continuación se muestran por calibres estas variaciones en el calibre del contador:

TABLA 3.25 DIMENSIONADO DE CONTADORES POR CALIBRE

Diámetro nominal (mm)		Contadores	
Original abonado	Recomendado en función del patrón	Unidades	%
13	13	4	3,8%
	20	2	1,9%
	25	12	11,3%
	30	2	1,9%
15	15	2	1,9%
	20	3	2,8%
	25	7	6,6%
20	20	1	0,9%
	25	5	4,7%
	30	5	4,7%
25	25	3	2,8%
	30	8	7,5%
	40	5	4,7%
30	30	6	5,7%
	40	2	1,9%
32	20	1	0,9%
	30	1	0,9%
	40	1	0,9%
40	25	2	1,9%
	30	4	3,8%
	32	2	1,9%
	40	11	10,4%
	50	5	4,7%
50	80	1	0,9%
	25	1	0,9%
	30	1	0,9%
	40	1	0,9%
	50	7	6,6%
	65	1	0,9%

De la Tabla 3.25 destacan los siguientes resultados:

- Los cambios de diámetro nominal de 13mm a 25mm representan un 11,3% respecto del total de estudios realizados. Si estudiamos conjuntamente los cambios de diámetro nominal de 13mm y 15mm (metrológicamente se puede considerar que se trata del mismo contador) a 25mm, comprobamos que representan el 17,9%.
- Del mismo modo, los cambios de diámetro nominal de 25mm a 30mm suponen un 7,5%.
- El 10,4% de estudios realizados confirman que los contadores de 40mm estaban correctamente dimensionados.

Si este análisis se realiza individualmente en función del calibre original del contador instalado se pueden observar las siguientes variaciones:

#### Contadores de 13mm:

Se evidencia el gran porcentaje de contadores a aumentar su diámetro nominal hasta 25mm.

TABLA 3.26 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 13MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
13	13	4	20,0%	
	20	2	10,0%	
	25	12	60,0%	
	30	2	10,0%	

#### Contadores de 15mm:

Más del 80% de contadores estaban infradimensionados.

TABLA 3.27 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 15MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
15	15	2	16,7%	
	20	3	25,0%	
	25	7	58,3%	



**Contadores de 20mm:**

Más del 90% de contadores estaban infradimensionados.

TABLA 3.28 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 20MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
20	20	1	9,1%	
	25	5	45,5%	
	30	5	45,5%	

**Contadores de 25mm:**

Más del 80% de contadores estaban infradimensionados.

TABLA 3.29 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 25MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
25	25	3	18,8%	
	30	8	50,0%	
	40	5	31,3%	

**Contadores de 30mm:**

El 75% de contadores de 30mm estaban correctamente dimensionados.

TABLA 3.30 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 30MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
30	30	6	75,0%	
	40	2	25,0%	

### Contadores de 32mm:

Es a partir de los contadores de 32mm cuando empiezan a aparecer los primeros contadores sobredimensionados. En este caso representan más del 65%. Aunque en términos absolutos únicamente son dos unidades.

TABLA 3.31 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 32MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
32	20	1	33,3%	
	30	1	33,3%	
	40	1	33,3%	

### Contadores de 40mm:

Como se comentaba anteriormente, destaca entre los contadores de 40mm el porcentaje de contadores correctamente dimensionados (44%).

TABLA 3.32 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 40MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
40	25	2	8,0%	
	30	4	16,0%	
	32	2	8,0%	
	40	11	44,0%	
	50	5	20,0%	
	80	1	4,0%	

### Contadores de 50mm:

De los estudios realizados a contadores de 50mm, también destaca el correcto dimensionamiento (63,6%).

TABLA 3.33 DIMENSIONADO DE CONTADORES DE DIÁMETRO NOMINAL 50MM

Original abonado	Diámetro nominal (mm)		Contadores	
	Recomendado en función del patrón	Unidades	%	
50	25	1	9,1%	
	30	1	9,1%	
	40	1	9,1%	
	50	7	63,6%	
	65	1	9,1%	

### 3.3.5.2 Análisis de los perfiles de consumo. Caudal máximo

Con los resultados obtenidos gracias al análisis de los consumos característicos registrados, por los que ya se han concluido las variaciones de diámetros nominales necesarias a llevar a cabo, resulta interesante el análisis detallado de aquellos contadores cuyos caudales máximos registrados superan de una forma relevante su caudal máximo. Inicialmente es de suponer que este incremento en su caudal máximo puede estar causado por dos motivos principales:

- El contador está gravemente infradimensionado para todos sus rangos de caudales.
- El abonado posee consumos máximos motivados por consumos punta aislados.

Inicialmente se clasifican los abonados que reúnen las características comentadas, clasificados en orden ascendente al incremento obtenido en su caudal máximo, obteniendo la siguiente tabla:

TABLA 3.34 ANÁLISIS DEL CAUDAL MÁXIMO

Registro	Identificador Abonado	Sector	DN (mm)	DN Recomendado (mm)	Q <sub>máx</sub> contador original (l/h)	Q <sub>máx</sub> registrado (l/h)	Incremento Q <sub>máx</sub> (l/h)
4	110681048	Industrial	13	25	3000	3155	155
14	101551048	Servicios	13	25	3000	3211	211
32	202461048	Industrial	13	25	3000	3212	212
2	217471048	Servicios	15	25	3000	3393	393

Registro	Identificador Abonado	Sector	DN (mm)	DN Recomendado (mm)	Q <sub>máx</sub> contador original (l/h)	Q <sub>máx</sub> registrado (l/h)	Incremento Q <sub>máx</sub> (l/h)
43	180061048	Industrial	15	25	3000	3394	394
5	205061048	Comercio	15	25	3000	3527	527
34	155591048	Industrial	15	25	3000	3671	671
13	109651048	Industrial	13	25	3000	3909	909
70	800961039	Comercio	25	30	7000	7993	993
6	205071048	Comercio	20	30	5000	5995	995
3	181001048	Residencial	13	25	3000	4087	1087
40	200101048	Industrial	13	30	3000	4088	1088
71	484561039	Servicios	30	40	10000	11102	1102
53	976951039	Servicios	20	30	5000	6661	1661
48	229801048	Servicios	13	30	3000	5139	2139
80	1384471039	Industrial	25	40	7000	10900	3900
29	153201048	Industrial	40	80	20000	32701	12701
95	13661078	Industrial	50	65	30000	43867	13867

De todos los registros realizados, el 17% superan el caudal máximo correspondiente a su diámetro nominal:

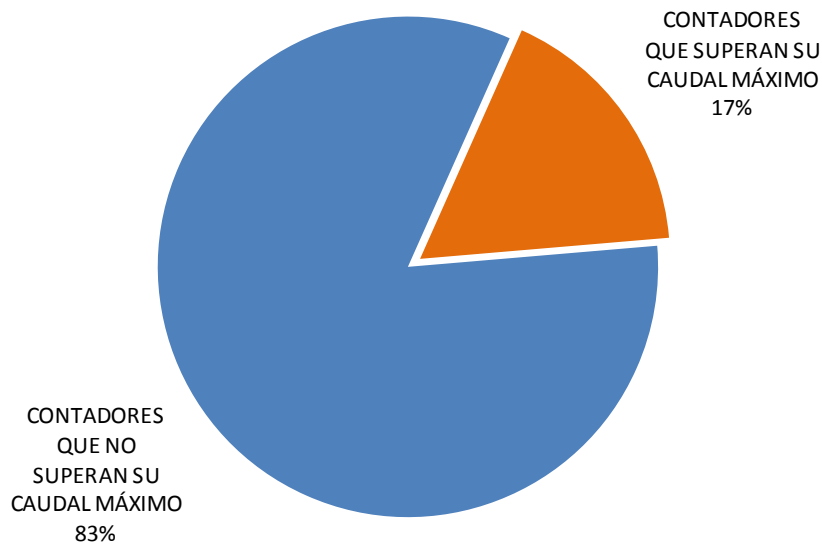


FIGURA 3.15 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL ANÁLISIS DEL CAUDAL MÁXIMO

A continuación se analiza uno de los registros cuyo incremento en su caudal máximo ha sido de los más importantes.

- **Registro 95**

Vemos que el registro 95 ha sufrido un incremento de 13.867 l/h por encima del caudal máximo correspondiente a su diámetro nominal (146%). Analizando el perfil de consumo de este abonado podemos observar las siguientes consideraciones:

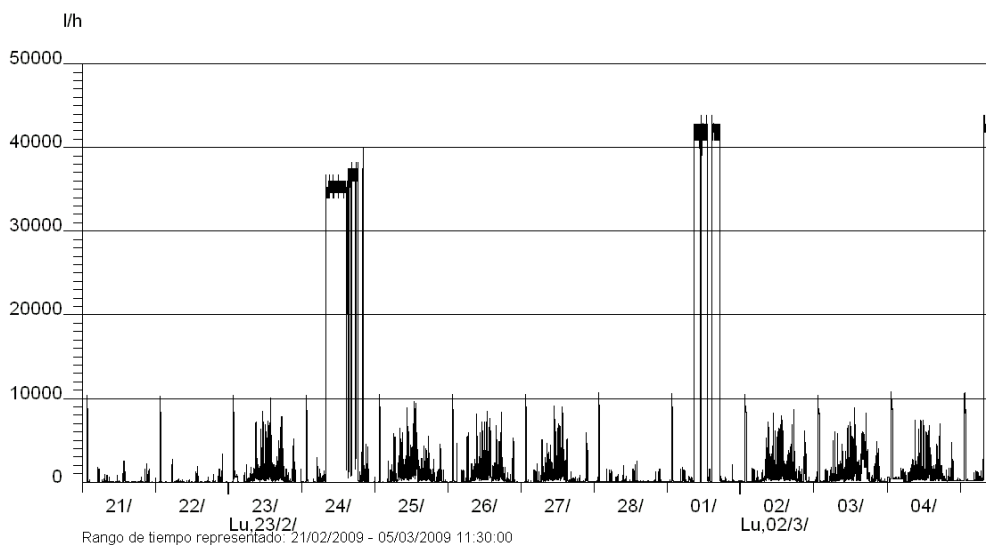


FIGURA 3.16 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 95

Claramente se trata de un llenado de un gran depósito con válvula neumática todo/nada, que probablemente produzca grandes golpes de ariete. Los caudales bajos registrados corresponden al suministro en directo de servicios comunes (oficinas y laboratorios).

Se observan descensos bruscos del caudal en los períodos de llenado del depósito. Estos descensos, especialmente los producidos en caudales superiores a 40.000 l/h, al estar el depósito controlado por una válvula todo/nada, puede que no sean descensos reales del consumo, sino posiblemente estén causados por un desacoplamiento magnético entre la turbina y el totalizador del contador (subcontaje), al no estar preparado este para caudales tan altos.

A continuación se muestra el patrón de consumo donde se evidencia el consumo a grandes caudales que está registrando el contador:

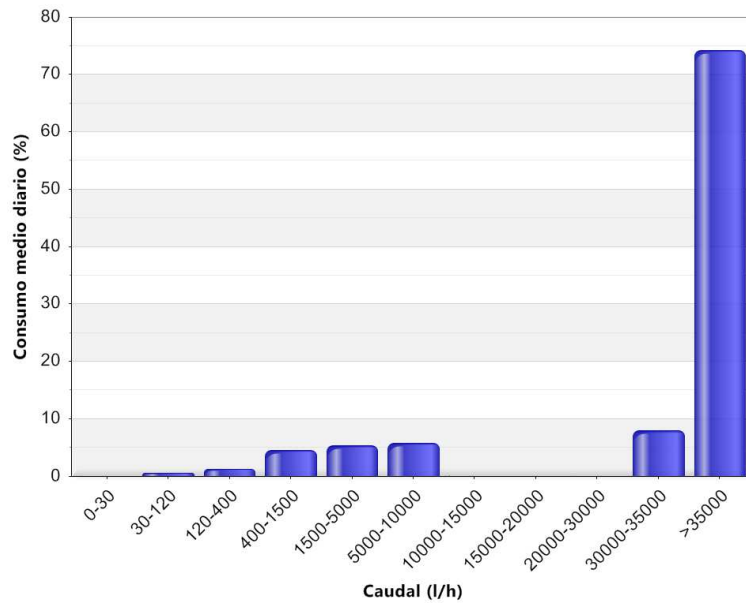


FIGURA 3.17 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 95

TABLA 3.35 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 95

Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	820	0,1%
30-120	5420	0,6%
120-400	12310	1,3%
400-1500	43140	4,5%
1500-5000	50700	5,3%
5000-10000	55310	5,8%
10000-15000	1220	0,1%
15000-20000	250	0,0%
20000-30000	870	0,1%
30000-35000	76520	8,0%
> 35000	709580	74,2%

Se observa que prácticamente la totalidad del consumo de este abonado (74,2%) se realiza a caudales superiores a 35.000 l/h. Tratándose de un contador de DN 50mm, es evidente su infradimensionado como también su deterioro.

Tanto en la inspección a las instalaciones del abonado como en el posterior análisis al estado del contador, se detectó el grave estado de deterioro de éste como puede comprobarse en las fotografías adjuntas:

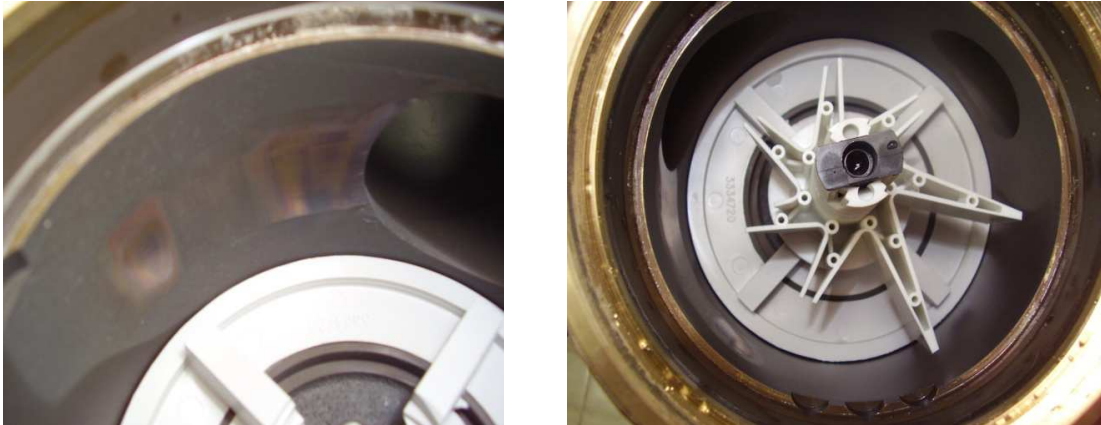


FIGURA 3.18 EJEMPLOS DE DETERIORO DEL CONTADOR CORRESPONDIENTE AL REGISTRO 95



FIGURA 3.19 SOPORTE DE EJE DETERIORADO DEL CONTADOR CORRESPONDIENTE AL REGISTRO 95

Asimismo puede observarse como el roce de la turbina se ha producido por estar arrancado el soporte del eje, todo ello provocado por el consumo excesivo al que ha trabajado el contador. Todo ello ha provocado el cambio del contador hasta en cinco ocasiones.

Análisis como este se han realizado de forma individualizada en cada estudio quedando detallados todos los procesos seguidos en los informes individualizados anexos al presente documento.



FIGURA 3.20 EJEMPLO DE ROTURA DEL TOTALIZADOR DE UN CONTADOR



FIGURA 3.21 DESGASTE Y ROTURA DEL EJE DE LA TURBINA DE UN CONTADOR DE VELOCIDAD



FIGURA 3.22 ROTURA DEL PISTÓN EN CONTADORES VOLUMÉTRICOS





FIGURA 3.23 ROTURA Y DETERIORO DE TURBINAS EN CONTADORES DE VELOCIDAD

### 3.3.5.3 Análisis de los perfiles de consumo. Caudal mínimo

De la misma forma que se han analizado los caudales máximos registrados, se ha hecho con los mínimos. Un registro con un caudal mínimo nulo, evidencia que el contador tiene períodos en los que no registra caudal por lo que, aparentemente, no debe de haber consumo de agua en la instalación. Por lo tanto, en estos casos el contador tiene paradas y períodos de no funcionamiento.

De todos los registros realizados, únicamente el 42% poseen un caudal mínimo nulo. El 58% restante, poseen un caudal mínimo superior a cero, por lo que son motivo de estudio detallado.

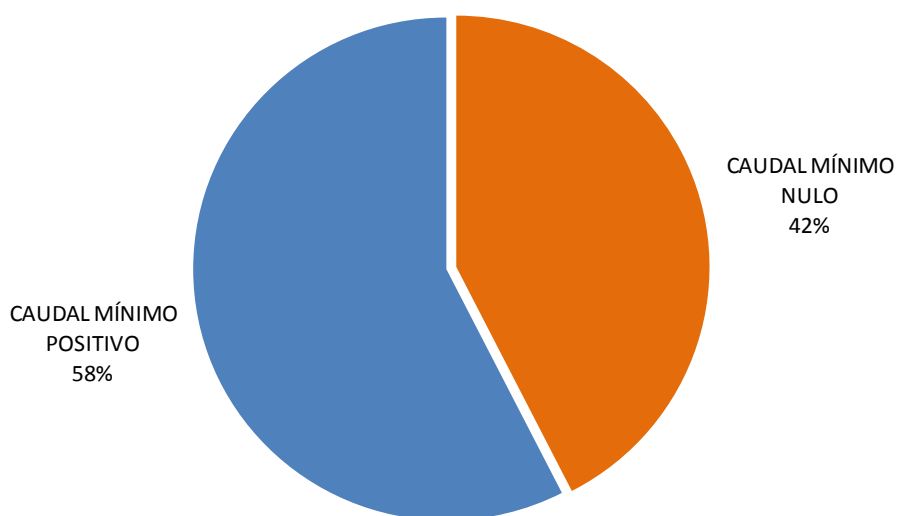


FIGURA 3.24 ANÁLISIS DEL CAUDAL MÍNIMO NULO

Aquellos registros en los que se obtienen caudales mínimos diferentes a cero, denotan que el contador no ha parado de registrar caudal, por lo que la instalación no ha dejado de demandar suministro continuo de agua. En estos casos el funcionamiento del contador es continuo. Dos motivos pueden provocar esta situación:

- El abonado posee una demanda real continua de agua por lo que el contador nunca deja de registrar caudal de agua.
- Existe una fuga de agua que provoca que, aún sin demanda por el proceso propio de la instalación suministrada, el contador registre continuamente caudal.

Al clasificar los abonados que reúnen las características comentadas, en orden ascendente al incremento obtenido en su caudal mínimo registrado, se obtiene la siguiente tabla:

TABLA 3.36 ANÁLISIS DEL CAUDAL MÍNIMO

Registro	Tipo Instalación	Sistema Llenado	DN	Qmin	Motivo Qmin superior 0
98	Depósito	Válvula progresiva	40	0,1	Fuga interior
20	Depósito	Válvula progresiva	15	0,1	Fuga interior

Registro	Tipo Instalación	Sistema Llenado	DN	Qmin	Motivo Qmin superior 0
3	Depósito	Válvula progresiva	13	0,3	Fuga interior
89	Directo	Válvula progresiva	20	0,3	Fuga interior
83	Depósito	Válvula progresiva	25	0,3	Fuga interior
58	Depósito	Válvula progresiva	20	0,5	Fuga interior
17	Depósito	Válvula progresiva	40	0,6	Fuga interior
35	Depósito	Válvula progresiva	13	0,6	Fuga interior
76	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	20	1,6	Fuga interior
102	Directo		50	1,9	Consumo continuo: Llenado depósito
29	Directo		40	2,1	Fuga interior
33	Directo		13	2,3	Fuga interior
12	Depósito	Válvula progresiva	15	2,9	Consumo continuo: Refrigeración
27	Depósito	Válvula progresiva	25	3,4	Consumo continuo: Llenado depósito
70	Depósito	Válvula progresiva	25	4,0	Consumo continuo: Llenado depósito
10	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	15	4,1	Fuga interior
75	Depósito	Válvula progresiva	25	4,2	Fuga interior
44	Directo		13	4,9	Fuga interior
72	Depósito	Válvula progresiva	20	5,5	Fuga interior
7	Depósito	Válvula progresiva	20	7,2	Fuga interior
107	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	20	8,2	Consumo continuo: Refrigeración
18	Depósito	Válvula progresiva	20	13,2	Consumo continuo: Llenado depósito
53	Depósito	Válvula progresiva	20	13,4	Fuga interior
55	Depósito	Válvula progresiva	30	15,9	Consumo continuo: Llenado depósito
74	Depósito	Válvula progresiva	25	20,4	Consumo continuo: Refrigeración
84	Depósito	Válvula progresiva	25	20,5	Consumo continuo: Llenado depósito
50	Depósito	Válvula progresiva	40	20,7	Consumo continuo: Llenado depósito

Registro	Tipo Instalación	Sistema Llenado	DN	Qmin	Motivo Qmin superior 0
26	Depósito	Válvula progresiva	25	25,5	Consumo continuo: Llenado depósito
19	Directo		40	27,9	Fuga interior
106	Depósito	Válvula progresiva	25	32,9	Consumo continuo: Refrigeración
79	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	32	37,9	Fuga interior
62	Depósito	Válvula progresiva	40	38,0	Consumo continuo: Llenado depósito
56	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	40	46,7	Consumo continuo: Llenado depósito
80	Depósito	Válvula todo-nada	25	48,6	Fuga interior
99	Depósito	Válvula progresiva	25	54,1	Consumo continuo: Proceso productivo
49	Depósito	Válvula progresiva	30	54,7	Fuga interior
71	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	30	62,3	Fuga interior
91	Depósito	Válvula progresiva	40	68,3	Consumo continuo: Llenado depósito
92	Directo		40	69,3	Fuga interior
63	Depósito	Válvula progresiva	30	75,8	Consumo continuo: Llenado depósito
22	Depósito	Válvula progresiva	13	84,4	Fuga interior
57	Depósito	Válvula progresiva	30	89,0	Consumo continuo: Llenado depósito
103	Mixto (bypass)	Válvula todo-nada	25	90,9	Fuga interior
73	Depósito	Válvula progresiva	40	95,0	Fuga interior
54	Depósito	Válvula progresiva	50	110,0	Fuga interior
88	Depósito	Válvula progresiva	40	113,1	Consumo continuo: Proceso productivo
28	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	15	129,8	Fuga interior
38	Depósito	Válvula progresiva	13	134,0	Fuga interior
82	Depósito	Válvula progresiva	50	155,3	Fuga interior
32	Mixto (bypass)	Válvula todo-nada	13	158,3	Consumo continuo: Refrigeración
87	Mixto (bypass)	Válvula progresiva	40	190,0	Fuga interior
66	Depósito	Válvula progresiva	50	404,0	Consumo continuo: Llenado depósito

Registro	Tipo Instalación	Sistema Llenado	DN	Qmin	Motivo Qmin superior 0
94	Depósito	Válvula progresiva	25	543,0	Consumo continuo: Llenado depósito
65	Depósito	Válvula progresiva	25	568,0	Consumo continuo: Llenado depósito
78	Depósito	Válvula progresiva	13	642,3	Fuga interior
64	Depósito	Válvula progresiva	25	750,0	Consumo continuo: Llenado depósito
21	Depósito	Válvula progresiva	20	908,4	Fuga interior
77	Depósito	Válvula progresiva	25	2016,0	Fuga interior
93	Depósito	Válvula progresiva	32	3032,0	Consumo continuo: Llenado depósito
100	Depósito	Válvula progresiva	50	3294,1	Consumo continuo: Llenado depósito
69	Depósito	Válvula progresiva	40	8288,0	Consumo continuo: Llenado depósito

Mediante el análisis del perfil de consumo, así como del valor absoluto del caudal mínimo, se determinan los motivos de estos caudales mínimos. Las causas que provocan que el caudal mínimo sea superior a cero, es decir, que el contador no deje de registrar consumo son:

- Fuga interior. Existe fuga en la instalación interior y/o particular del abonado.
- Consumo continuo: Llenado depósito. La instalación del abonado dispone de depósito de almacenamiento / regulación que debido a la gran demanda del abonado (y posiblemente también a un infradimensionamiento del propio depósito), éste nunca llega a llenarse completamente por lo que el suministro y registro del contador es continuo. Podría ocurrir que parte de esta demanda estuviera provocada por la existencia de alguna fuga en la instalación alimentada por el depósito. Este extremo no se ha podido determinar por la inexistencia de contador a la salida del depósito.
- Consumo continuo: Refrigeración. Existe un consumo continuo debido a la necesidad de suministro del sistema de refrigeración.
- Consumo continuo: Proceso productivo. Las características propias del proceso productivo motivan que el suministro sea continuo.

Cabe destacar que de los registros cuyo caudal mínimo no es nulo, el 56 % está motivado por presencia de fugas en la instalación interior del abonado (Figura 3.25), sin tener en consideración que parte del consumo continuo motivado por llenado de

depósito (33%), pueda estar causado por la existencia de fugas interiores no controladas.

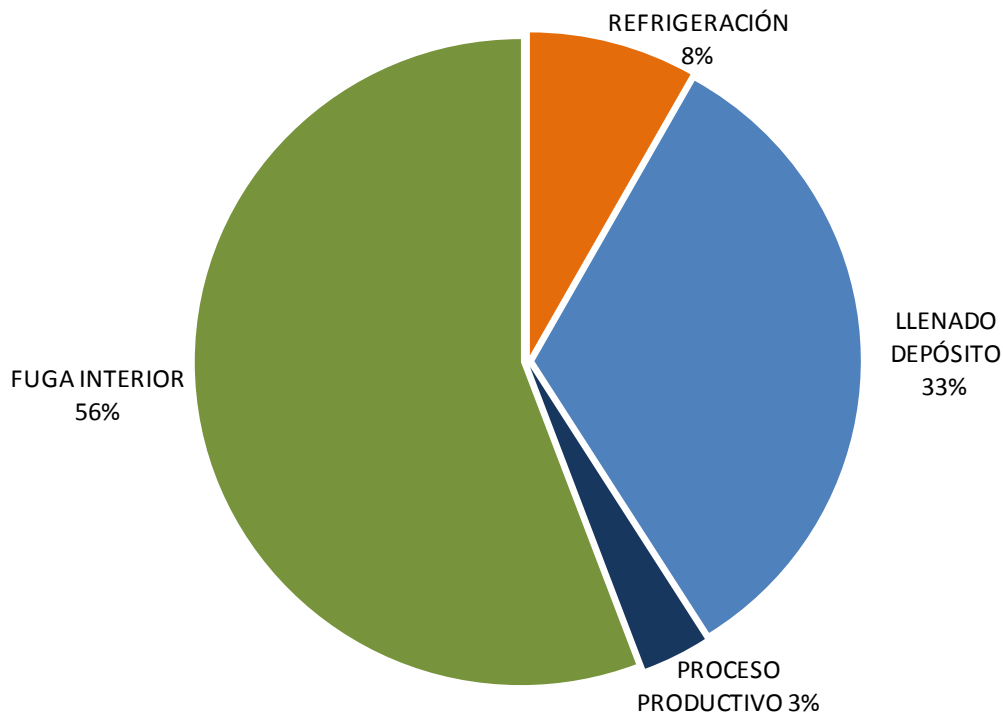


FIGURA 3.25 MOTIVOS DE CAUDAL MÍNIMO

En lo que respecta al caudal mínimo registrado se debe tener especial precaución a la hora de analizarlo, sobre todo aquellos caudales mínimos inferiores al volumen por pulso asignado al emisor instalado.

No hay que olvidar que los caudales mostrados son los registrados en base a unos parámetros asignados, por lo que ciertos valores obtenidos deben ser motivo de análisis detallado para que las conclusiones no sean erróneas. Así, si el volumen que se le ha asignado a cada pulso es de 1 l/h, aquellos valores de caudal mínimo que sean inferiores, son resultado de medias realizadas por el data-logger, ya que este está programado para registrar pulsos en el tiempo y no tiempo entre pulsos.

Se debe recordar la observación realizada en apartados anteriores de que un volumen alto asignado a cada pulso (p.ej. 1 l/pulso) limita los caudales punta detectados y aumenta artificialmente el volumen asignado a caudales más bajos.

A continuación se analizan aquellos registros cuyo caudal mínimo es inferior a 1 l/h, mostrados en la tabla anterior:

▪ **Registro 98**

En el siguiente perfil de consumo correspondiente a 72 horas de registro se observa como el abonado, al conocer de la existencia de fugas en su instalación, cerraba la llave de paso durante el fin de semana:

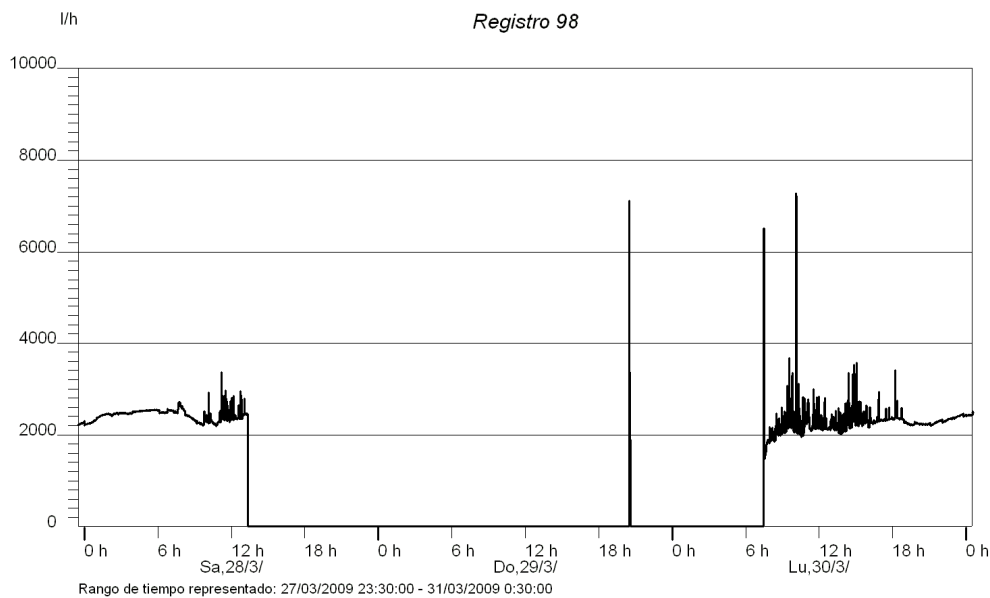


FIGURA 3.26 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 98

TABLA 3.37 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 98

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,1	7.281,6	994,9

En este caso, es de suponer que si la llave de registro permanecía cerrada, el caudal mínimo registrado debía de ser 0 l/h. Por el contrario se puede comprobar que el caudal mínimo es de 0,1 l/h. Posiblemente este valor resulte de una media calculada en base al pulso o pulsos registrados puntualmente como se detalla en el perfil.

Claramente se observa la presencia de una fuga interior importante, en torno a los 2000 l/h.

#### ▪ Registro 20

En este caso la instalación interior se suministra a través de depósitos controlados por válvula de llenado progresiva (boya de flotación). La fuga interior registrada se puede corresponder por un mal cierre de la válvula de llenado de los depósitos.

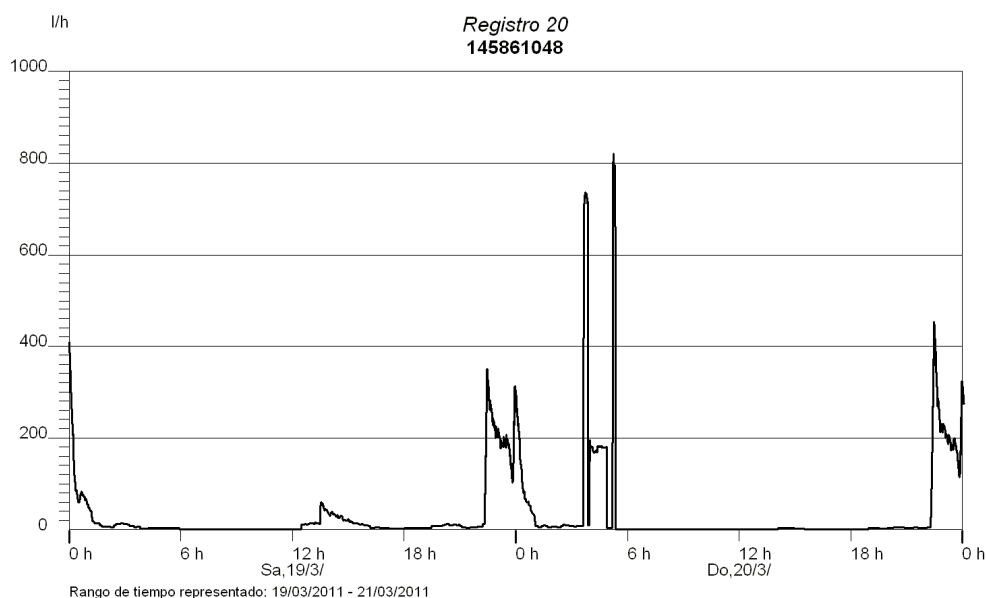


FIGURA 3.27 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 20

TABLA 3.38 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 20

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,1	821,3	33,8



En su patrón de consumo puede observarse como existe consumo en el rango de caudales de 0 a 6 l/h que aunque en porcentaje supone solo el 1 % del consumo total, supone aproximadamente 15 l/día de fuga.

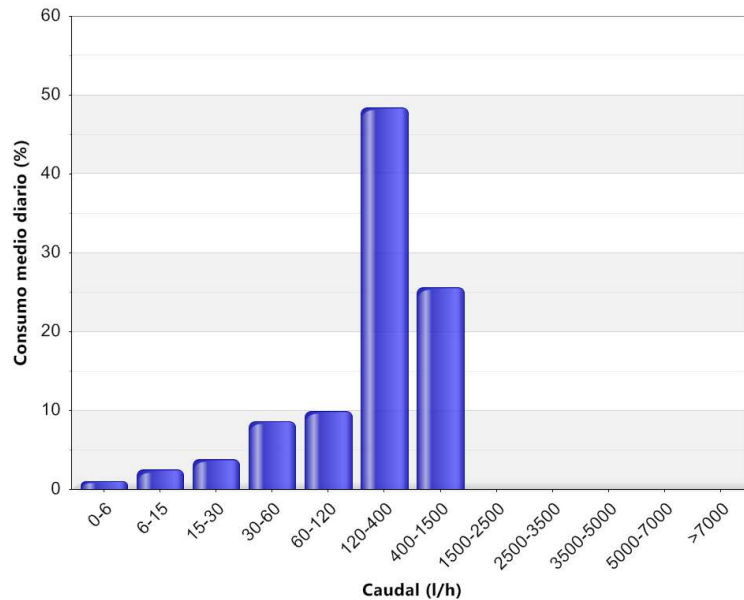


FIGURA 3.28 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 20

### ▪ Registro 3

El siguiente perfil corresponde a una vivienda unifamiliar con riego y piscina que se alimenta por medio de un depósito de almacenamiento con boya de flotación. Como el caso anterior, la fuga interior con total seguridad es causada por la válvula progresiva.

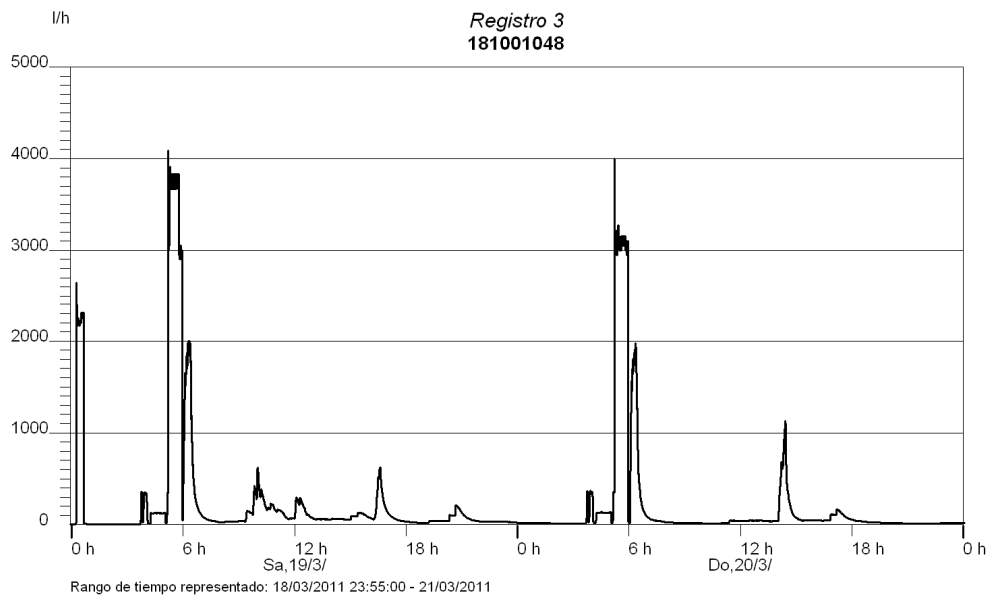


FIGURA 3.29 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 3

TABLA 3.39 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 3

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,3	4.087,6	218,9

- **Registro 89**

Esta instalación se suministra mediante un depósito soterrado por medio de boya de flotación (válvula progresiva).

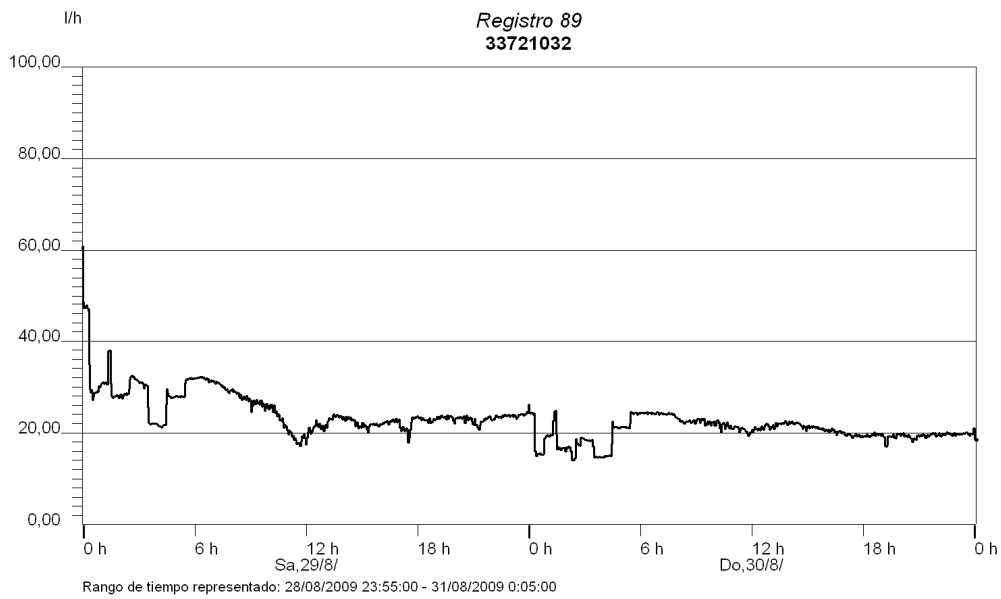


FIGURA 3.30 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 89

TABLA 3.40 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 89

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
14,1	60,8	22,8

El perfil de consumo es un claro ejemplo de fuga interior a cuyo caudal se solapan los consumos propios de la instalación.

- **Registro 83**

En esta instalación el suministro se realiza a través de depósito con boya de flotación (válvula progresiva).

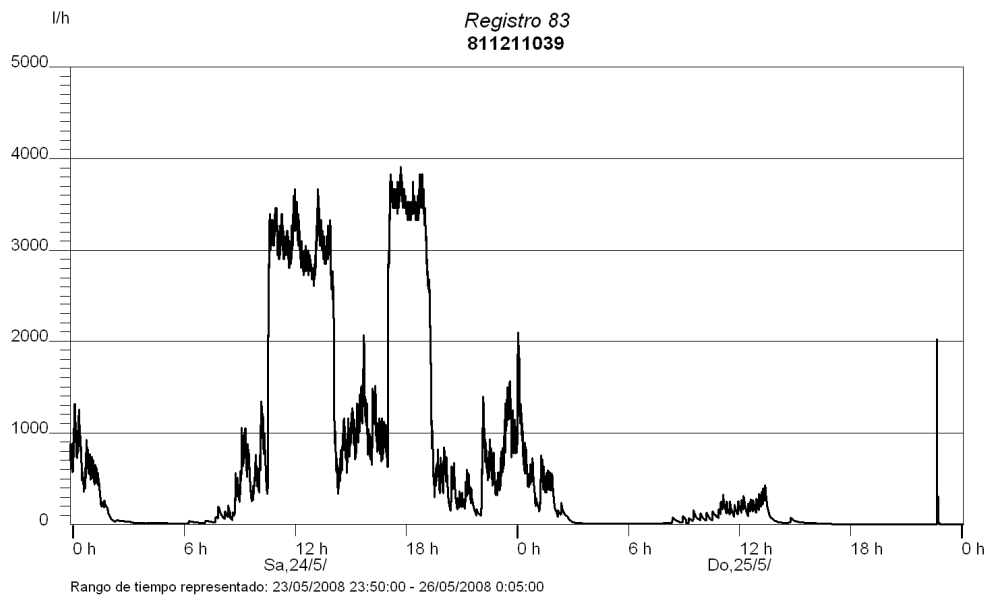


FIGURA 3.31 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 83

TABLA 3.41 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 83

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,3	3.909,9	602,0

Se puede observar en su patrón de consumo, como en el rango inferior de caudal existe consumo. Supone una fuga diaria de aproximadamente 93 litros.

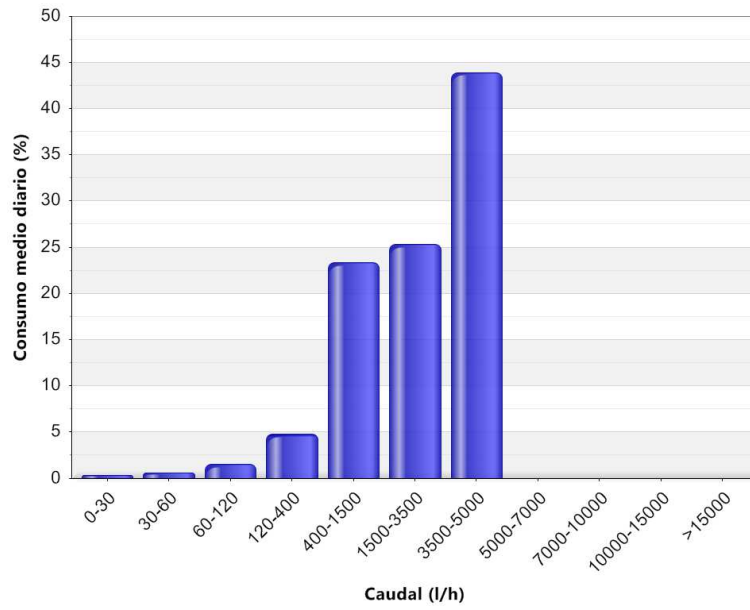


FIGURA 3.32 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 83

▪ **Registro 58**

El siguiente perfil corresponde al llenado de un pequeño depósito por medio de válvula todo/nada.

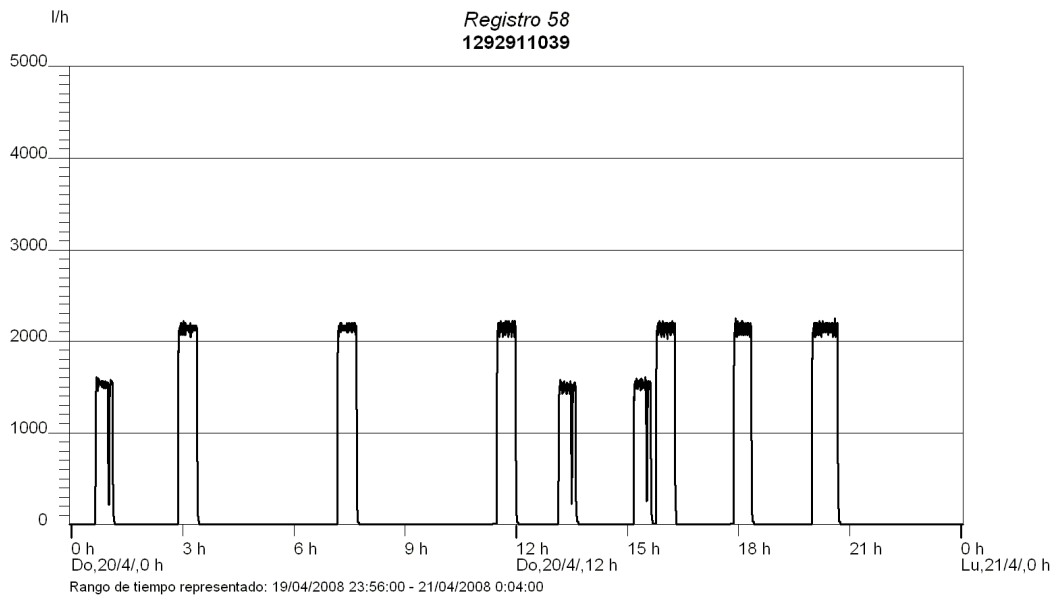


FIGURA 3.33 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 58

TABLA 3.42 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 58

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,5	2.248,2	386,5

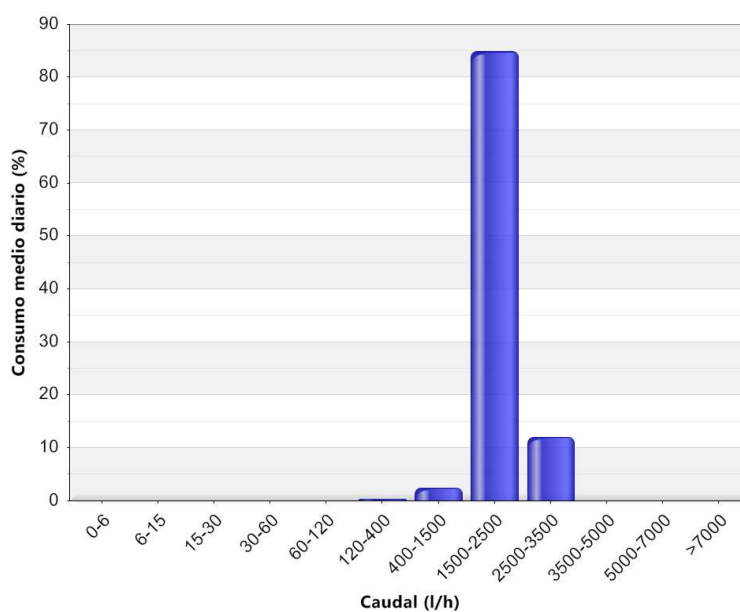


FIGURA 3.34 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 58

Al analizar tanto el perfil como el patrón de consumo, donde los rangos de caudales de consumo están claramente localizados, se puede concluir que el caudal mínimo registrado en este caso no se corresponde a la existencia de fuga interior. De esta forma se evidencia que el registro de caudales mínimos puede en ocasiones no ser real y estar motivado por la falta de precisión de la tecnología existente y utilizada.

- **Registro 17**

El siguiente perfil de consumo es un claro ejemplo de la existencia de fuga interior. En este caso la instalación se suministra a través de un depósito por medio de una boya de flotación, por lo que se puede observar el llenado del depósito así como la presencia constante de un caudal mínimo continuo correspondiente a la fuga.

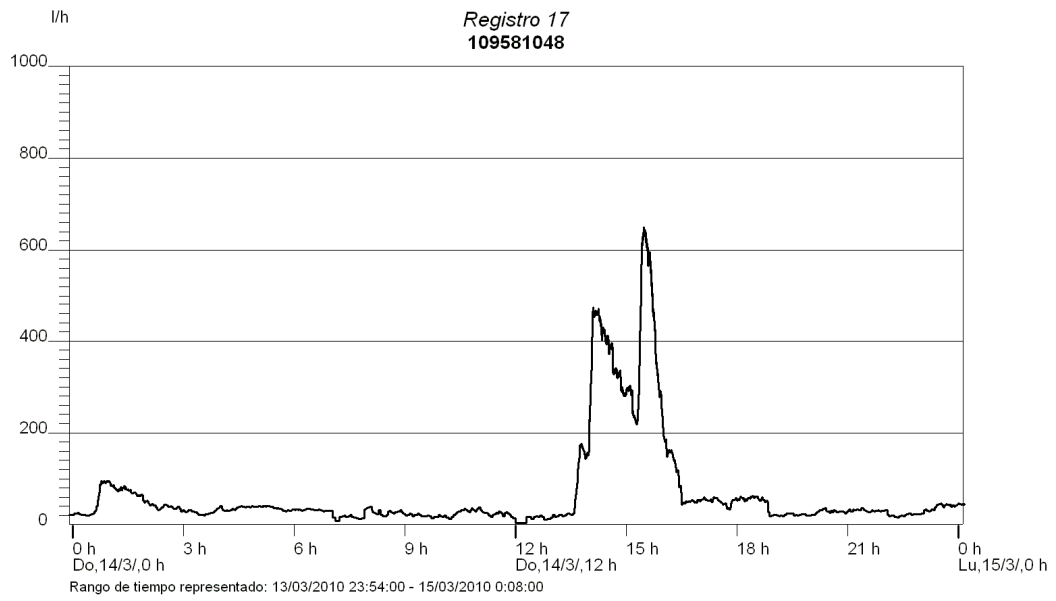


FIGURA 3.35 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 17

TABLA 3.43 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 17

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,6	649,3	65,7

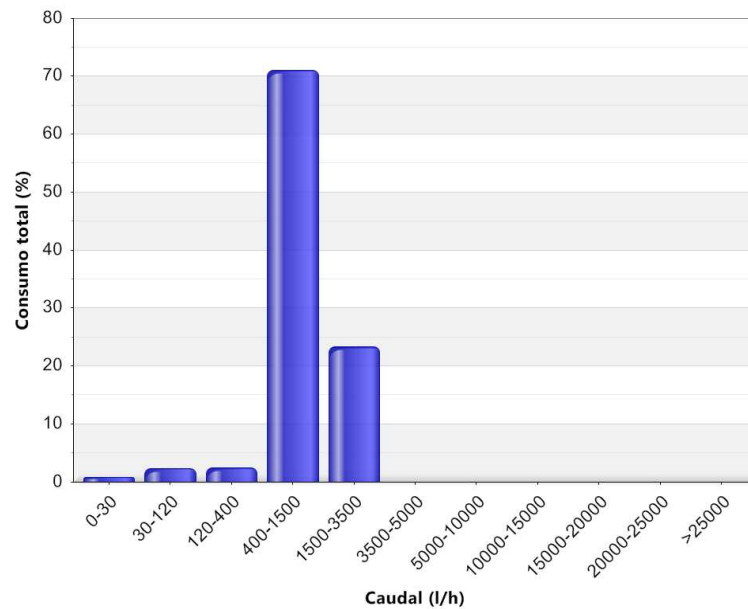


FIGURA 3.36 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 17

▪ **Registro 35**

Este registro corresponde a un caso muy similar al anterior. Se observan en el perfil de consumo tanto los llenados de depósito como un caudal mínimo continuo provocado por una fuga interior.

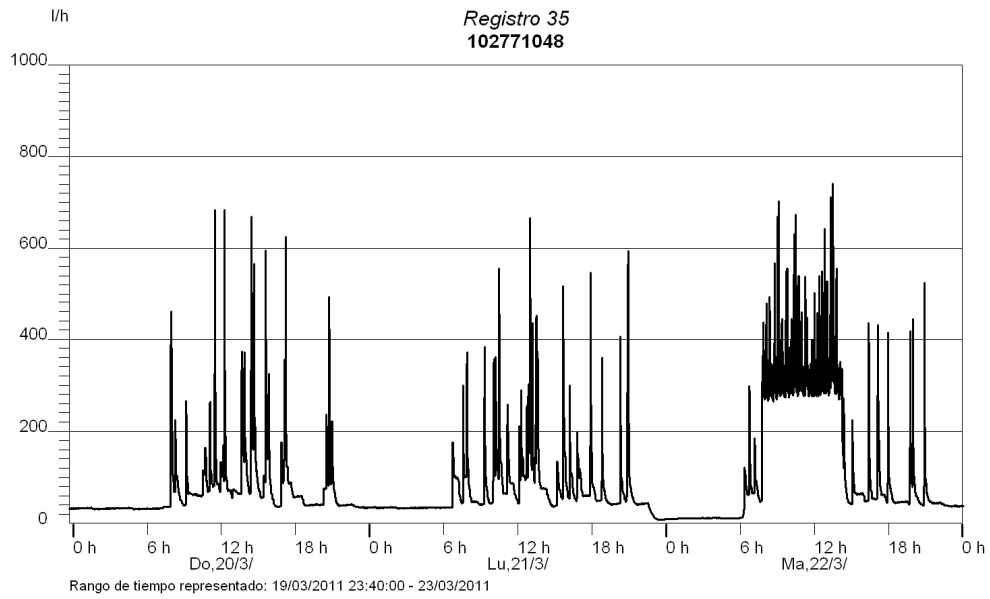


FIGURA 3.37 PERFIL DE CONSUMO DEL REGISTRO 35

TABLA 3.44 CAUDALES REGISTRADOS DEL REGISTRO 35

Caudal mínimo l/h	Caudal máximo l/h	Caudal medio l/h
0,6	1463,4	88,8



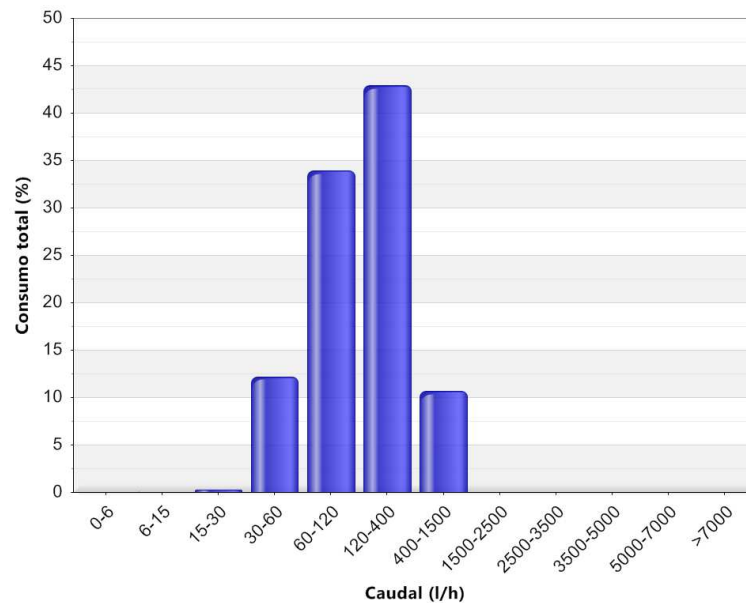


FIGURA 3.38 PATRÓN DE CONSUMO DEL REGISTRO 35

### 3.3.5.4 Análisis de las instalaciones particulares

Aparte de los casos expuestos anteriormente, se han analizado, entre otras características, aquellos aspectos que puedan aportar información añadida a la hora de analizar y valorar posibles irregularidades, bien en la instalación, bien en el propio contador, para de esta forma poder determinar las soluciones pertinentes. Una de las acciones realizadas ha sido el analizar en detalle aquellos perfiles de consumo que correspondan a instalaciones que se suministran mediante depósitos acumuladores y a su vez estos controlados con válvula de llenado progresiva. También se han analizado tanto aquellos suministros con válvula de llenado todo/nada como aquellos cuyo suministro se realiza en directo, sin depósitos acumuladores intermedios. A continuación se muestran diferentes perfiles de consumo, correspondientes a cada uno de estos suministros:

- Perfil de consumo correspondiente al abonado con identificador 19871048 donde se puede comprobar el llenado de depósito mediante válvula progresiva (flotador). Se observa como el llenado se realiza a caudales próximos a los 300 l/h y progresivamente este va disminuyendo a la vez que el depósito va llenándose, por lo que la válvula va cerrando progresivamente. En este caso particular también se observa como el caudal mínimo está en torno a los 150 l/h

y no llega a ser nunca nulo. Revisados los datos registrados por el data-logger se comprueba que su caudal mínimo es de 134 l/h, probablemente por la presencia de una fuga.

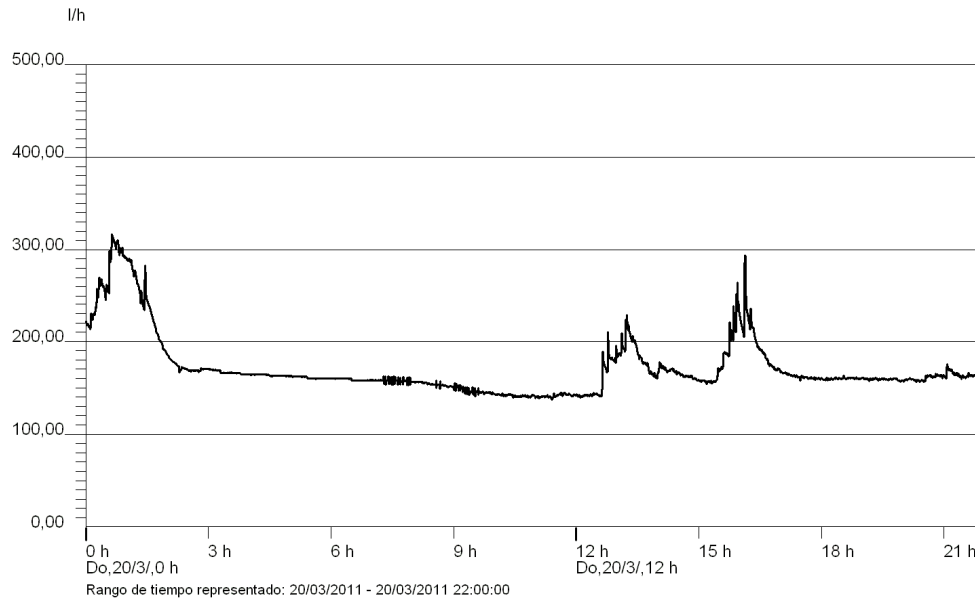


FIGURA 3.39 PERFIL DE CONSUMO PERTENECIENTE A UN LLENADO DE DEPÓSITO MEDIANTE VÁLVULA PROGRESIVA Y PRESENCIA DE FUGA INTERIOR

- Perfil de consumo correspondiente al abonado con identificador 1149001039 donde se puede comprobar el llenado de depósito mediante válvula progresiva (flotador). Se observa como aparte del llenado del depósito el contador suministra agua directamente a la instalación (en este caso a la instalación de riego).

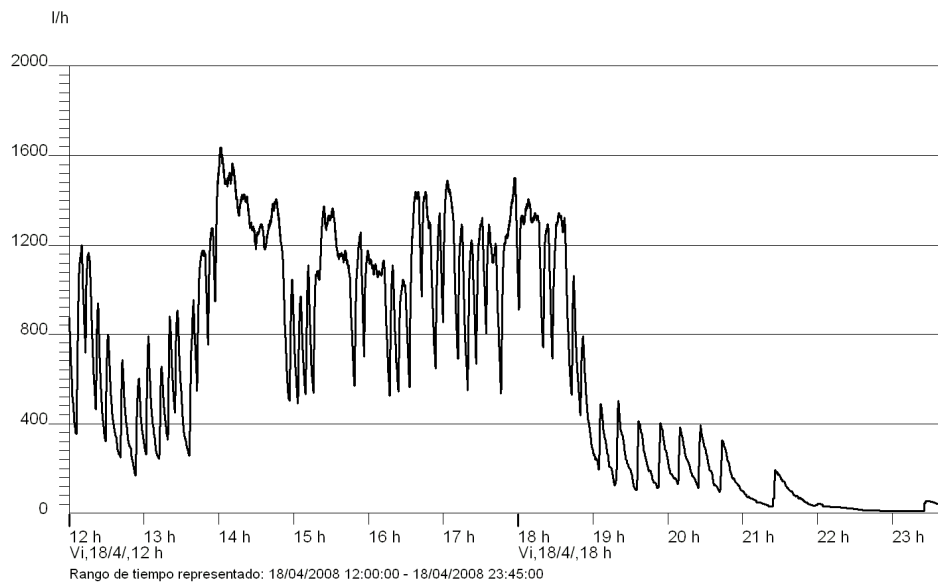


FIGURA 3.40 PERFIL DE CONSUMO PERTENECIENTE A UN LLENADO DE DEPÓSITO MEDIANTE VÁLVULA PROGRESIVA SIMULTÁNEAMENTE CON CONSUMO DIRECTO

- Perfil de consumo correspondiente al abonado con identificador 1384471039 donde se puede comprobar el llenado de depósito mediante válvula todo/nada. Es evidente la diferencia que supone para el registro del contador las válvulas progresivas vistas en los ejemplos anteriores, donde existen variaciones de caudal en función del nivel del depósito, en comparación con el llenado de un depósito con válvula todo/nada como la del presente caso, donde el caudal de llenado es continuo, desde el inicio del llenado hasta el final. Esta circunstancia, como ya se ha comentado en apartados anteriores, es muy favorable a la hora de dimensionar correctamente el contador, aunque puede provocar un deterioro acelerado de este provocado por los golpes de ariete causado por la apertura y cierre de la válvula.

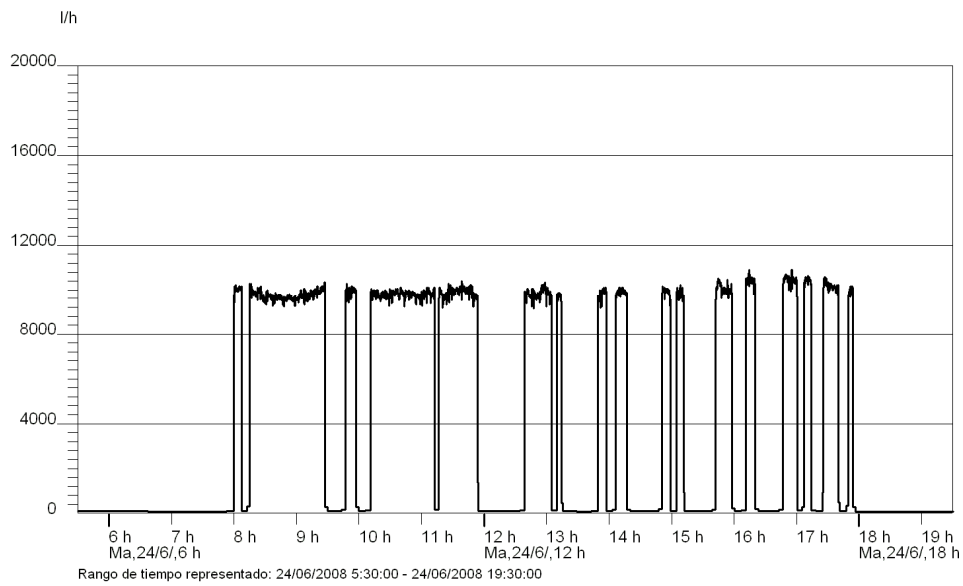


FIGURA 3.41 PERFIL DE CONSUMO PERTENECIENTE A UN LLENADO DE DEPÓSITO MEDIANTE VÁLVULA TODO-NADA

- Perfil de consumo correspondiente al abonado con identificador 205061048. Este perfil corresponde a una instalación que se suministra en directo sin depósitos intermedios. Se puede observar que cuando la instalación demanda suministro, el contador registra el caudal demandado, volviendo a pararse en cuanto el suministro cesa.

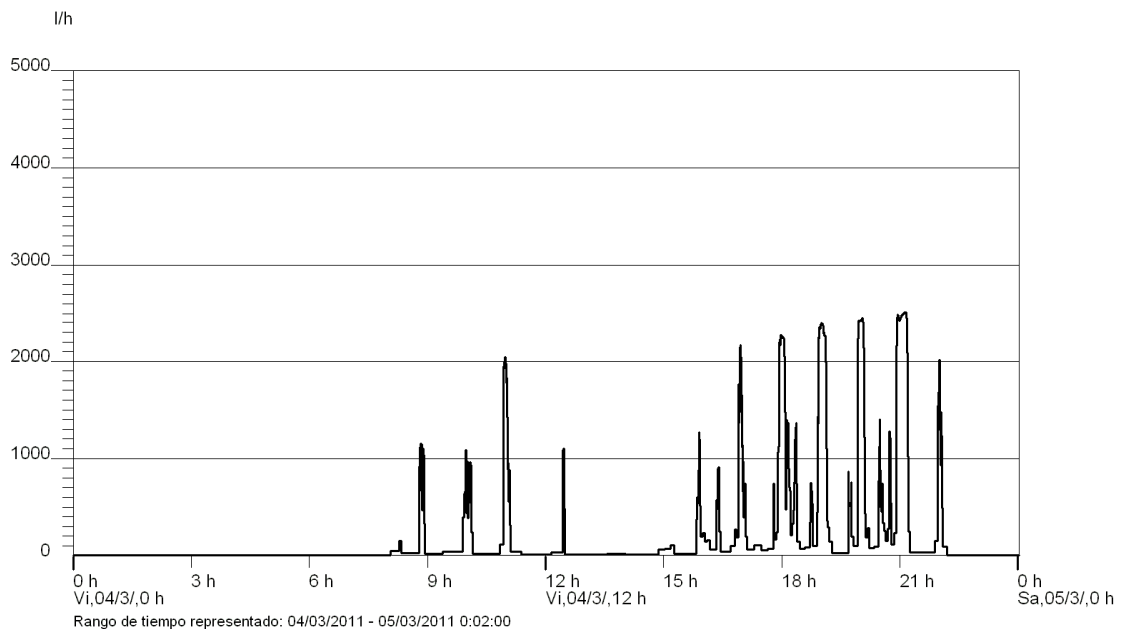


FIGURA 3.42 PERFIL DE CONSUMO PERTENECIENTE A UNA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO EN DIRECTO

### 3.3.6 Análisis de la variabilidad de los patrones

A pesar de que se ha comentado en diversas ocasiones la necesidad del estudio individualizado de cada gran consumidor a la hora de obtener su patrón de consumo, motivada por la gran variabilidad y heterogeneidad tanto en las instalaciones de suministro como en los diferentes procesos productivos, se analizarán a continuación los diferentes patrones individuales obtenidos, agrupándolos por calibre de contador, por tipo de instalación y por sector, para así detectar posibles similitudes entre ellos que permitan generalizar alguna conducta de consumo. O por el contrario, confirmar la gran variabilidad que entre diferentes usuarios existe y que condiciona la obtención particular de cada patrón independientemente.

Así, en primer lugar, se han agrupado los 106 patrones obtenidos por calibre de contador, obteniendo los siguientes resultados, donde también se representa la variabilidad por rango de caudal obtenida.

TABLA 3.45 PATRÓN DE CONSUMO CALIBRES 13/15/20MM (42 USUARIOS)

Rango de caudales (l/h)	Promedio	$\sigma$
0-6	0,6%	1,0%
6-15	1,2%	1,8%
15-30	1,9%	2,8%
30-60	4,1%	7,2%
60-120	5,9%	9,2%
120-400	20,1%	22,5%
400-1500	42,3%	25,5%
1500-2500	15,2%	19,6%
2500-3500	7,2%	15,0%
3500-5000	0,9%	2,6%
5000-7000	0,5%	2,1%
> 7000	0,0%	0,0%

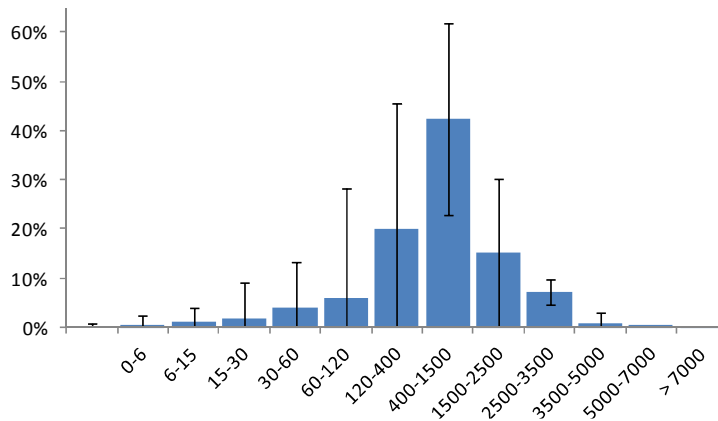


FIGURA 3.43 PATRÓN DE CONSUMO Y VARIABILIDAD CALIBRES 13/15/20MM (42 USUARIOS)

TABLA 3.46 PATRÓN DE CONSUMO CALIBRES 25/30/32MM (28 USUARIOS)

Rango de caudales (l/h)	Promedio	$\sigma$
0-30	1,2%	3,7%
30-60	1,8%	5,1%
60-120	2,1%	4,2%
120-400	9,2%	12,8%
400-1500	27,7%	26,7%
1500-3500	30,6%	28,5%
3500-5000	12,2%	21,1%
5000-7000	6,5%	17,2%
5000-10000	5,5%	18,1%
10000-15000	3,1%	9,4%
> 15000	0,0%	0,0%

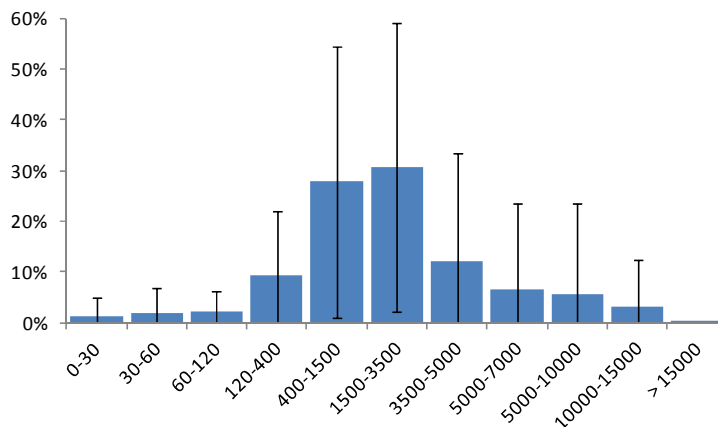


FIGURA 3.44 PATRÓN DE CONSUMO Y VARIABILIDAD CALIBRES 25/30/32MM (28 USUARIOS)

TABLA 3.47 PATRÓN DE CONSUMO CALIBRE 40MM (26 USUARIOS)

Rango de caudales (l/h)	Promedio	$\sigma$
0-30	0,6%	1,0%
30-120	2,7%	4,6%
120-400	10,4%	13,3%
400-1500	26,6%	22,8%
1500-3500	27,7%	23,0%
3500-5000	10,4%	16,2%
5000-10000	12,1%	21,4%
10000-15000	5,2%	18,1%
15000-20000	2,2%	10,7%
20000-25000	1,2%	6,2%
> 25000	0,8%	4,0%

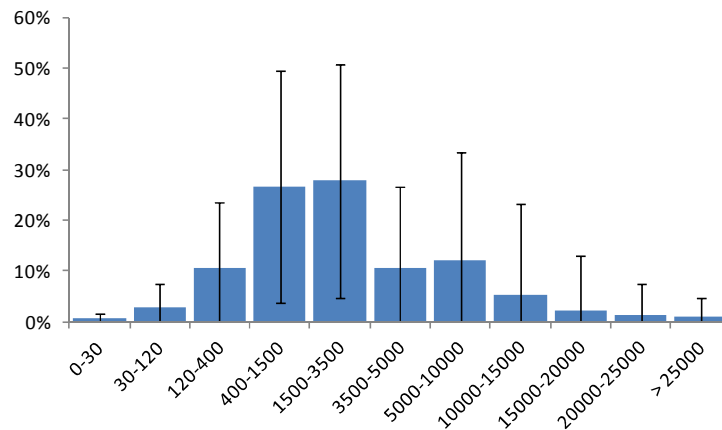


FIGURA 3.45 PATRÓN DE CONSUMO Y VARIABILIDAD CALIBRE 40MM (26 USUARIOS)

TABLA 3.48 PATRÓN DE CONSUMO CALIBRE 50MM (10 USUARIOS)

Rango de caudales (l/h)	Promedio	$\sigma$
0-30	1,2%	3,7%
30-60	1,8%	5,1%
60-120	2,1%	4,2%
120-400	9,2%	12,8%
400-1500	27,7%	26,7%
1500-3500	30,6%	28,5%
3500-5000	12,2%	21,1%
5000-7000	6,5%	17,2%
5000-10000	5,5%	18,1%
10000-15000	3,1%	9,4%
> 15000	0,0%	0,0%

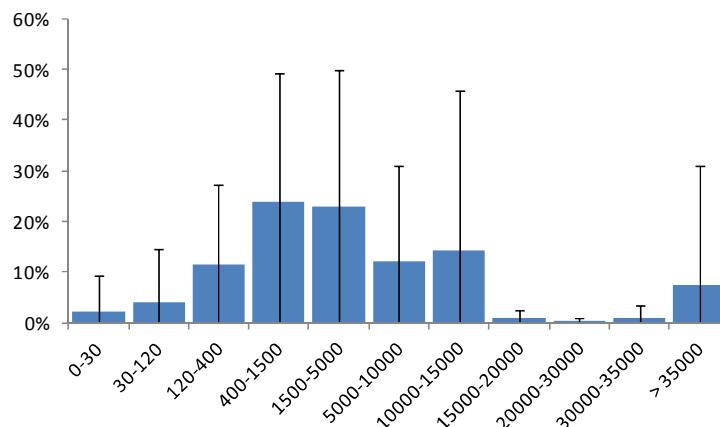


FIGURA 3.46 PATRÓN DE CONSUMO Y VARIABILIDAD CALIBRE 50MM (10 USUARIOS)

A la vista de los resultados, se observa que las variaciones o incertidumbre asociada en la gran mayoría de los rangos de caudal para cada agrupación realizada, alcanzan magnitudes importantes, dando en prácticamente la totalidad de rangos, posibles resultados negativos lo que es, evidentemente, imposible. Sumando a esta variabilidad, la incertidumbre asociada a la determinación del propio patrón de consumo, ya puede observarse la dificultad en la obtención de resultados generalizables.

Aún así, para cada agrupación de calibres de contador se han diferenciado los patrones por tipo de instalación, en función de si el suministro se realiza previo llenado de depósito, directamente a la instalación o bien si se realiza de una forma combinada, es decir, mediante depósito y a su vez también en directo. Puede observarse como también existen diferencias acusadas.



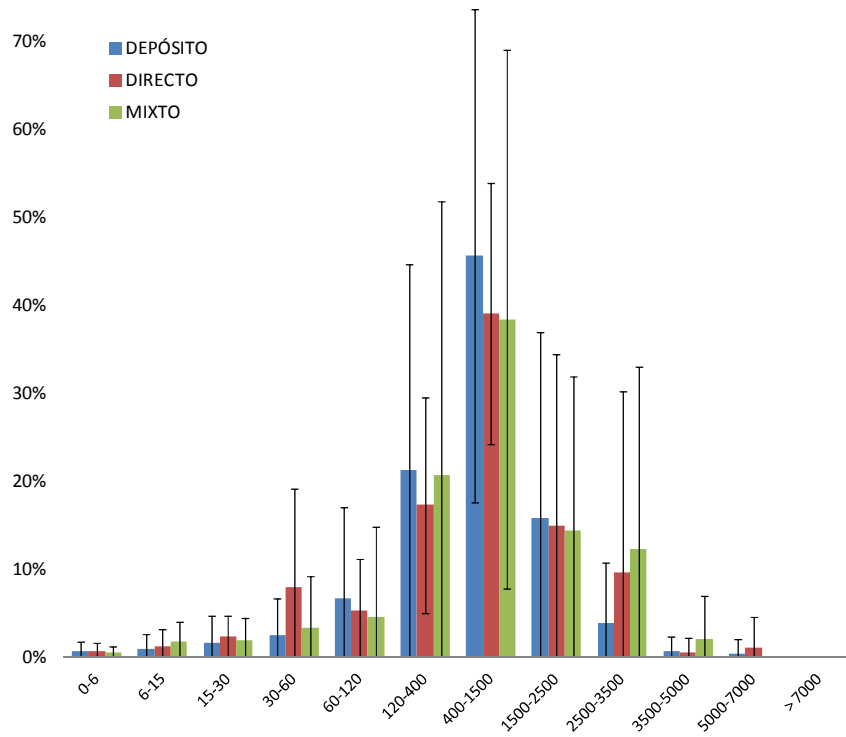


FIGURA 3.47 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 13/15/20MM POR TIPO DE INSTALACIÓN (42 USUARIOS)

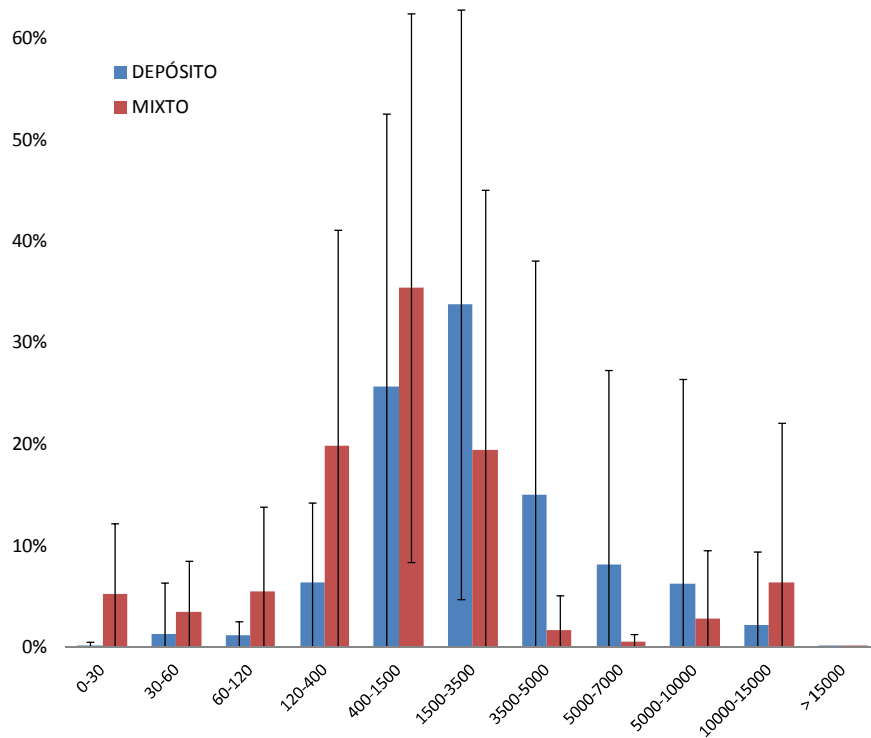


FIGURA 3.48 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 25/30/32MM POR TIPO DE INSTALACIÓN (28 USUARIOS)

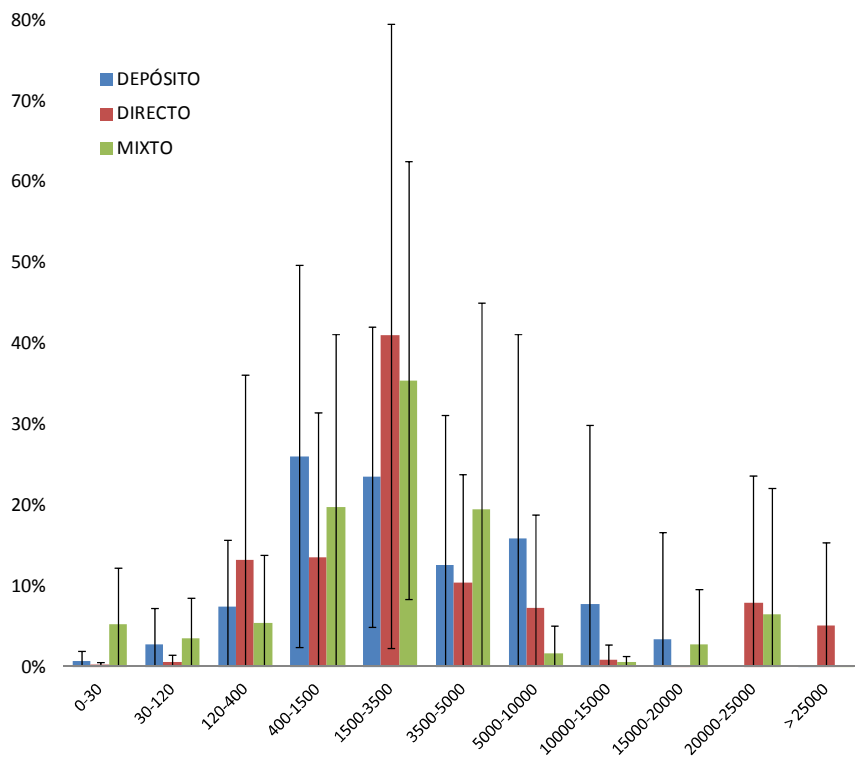


FIGURA 3.49 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 40MM POR TIPO DE INSTALACIÓN (26 USUARIOS)

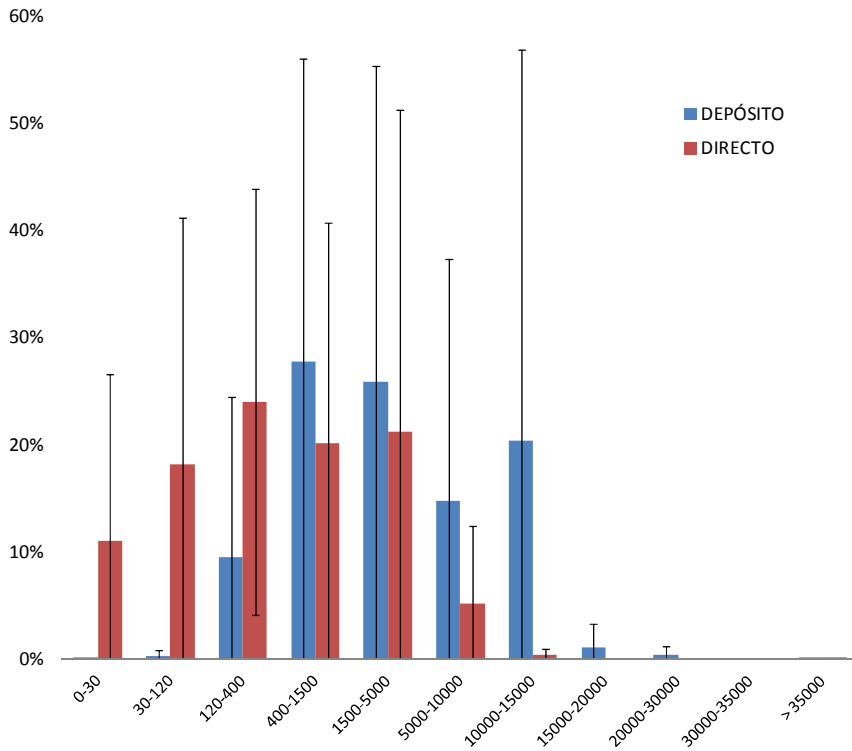


FIGURA 3.50 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 50MM POR TIPO DE INSTALACIÓN (10 USUARIOS)

Vistas las grandes diferencias, tanto en la proporción de los propios rangos como en las variaciones asociadas a cada uno de ellos, puede concluirse que no puede generalizarse un patrón de consumo común, ni por diámetro nominal del contador, ni por tipo de instalación.

Resta por comprobar si existe alguna similitud al hacer la agrupación de usuarios por sector o tipo de actividad. Las distribuciones se han realizado atendiendo a tres tipos de sector: comercio, industria y servicios.

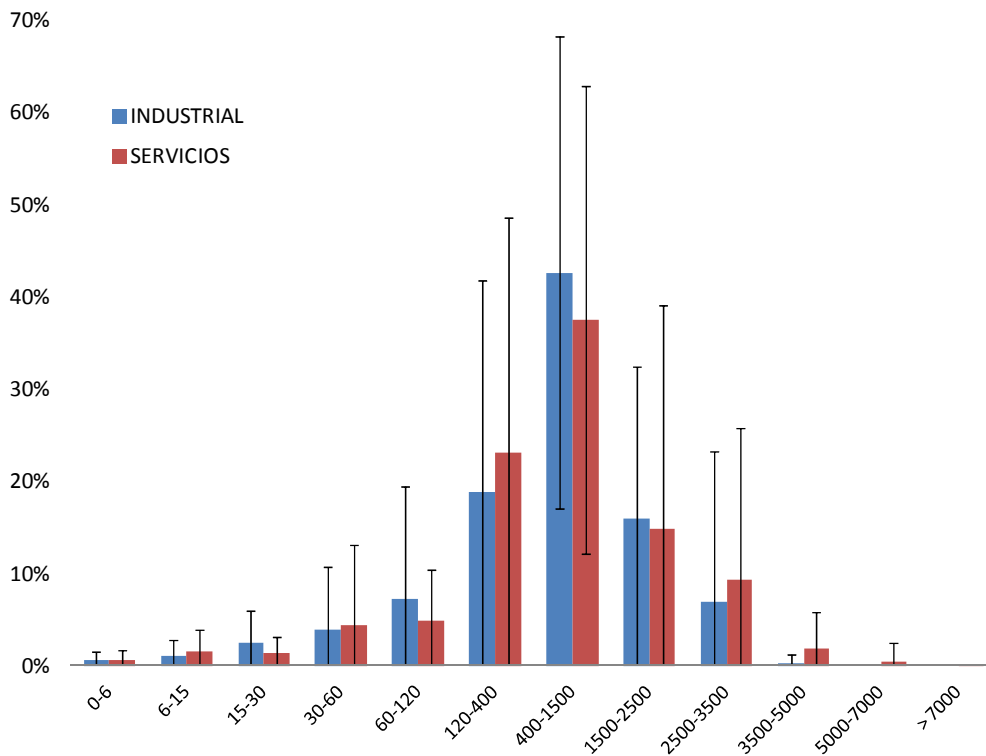


FIGURA 3.51 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 13/15/20MM POR SECTOR (35 USUARIOS)

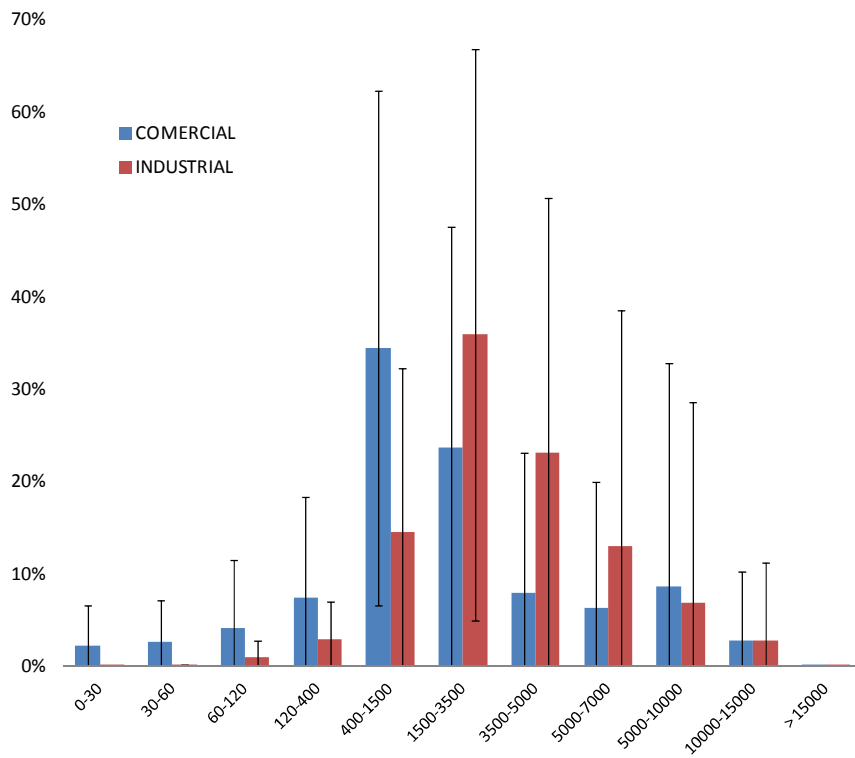


FIGURA 3.52 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 25/30/32MM POR SECTOR (18 USUARIOS)

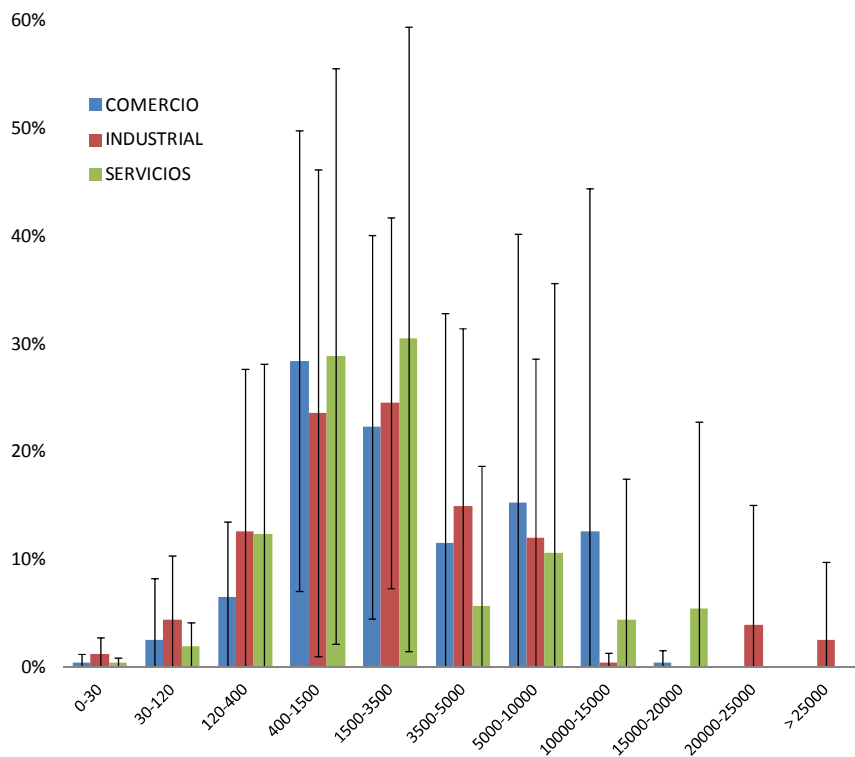


FIGURA 3.53 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 40MM POR SECTOR (15 USUARIOS)

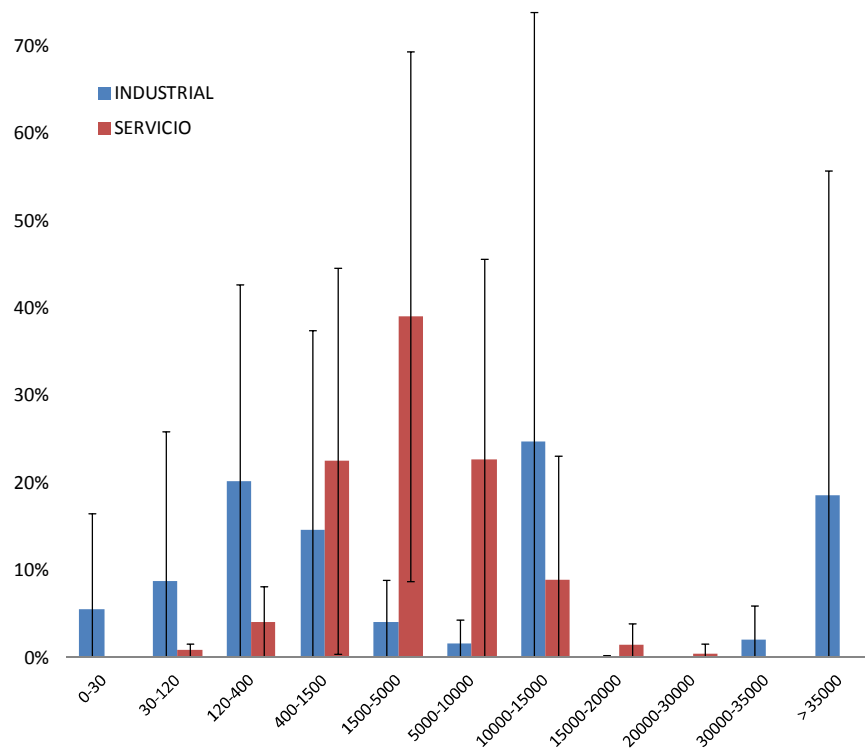


FIGURA 3.54 PATRONES DE CONSUMO CALIBRES 50MM POR SECTOR (9 USUARIOS)

Queda claro que con la heterogeneidad entre patrones unido a la variabilidad de cada rango de caudales e incluso a la pequeña muestra que en algunos casos se dispone para obtener los resultados, no se puede generalizar un comportamiento medio teniendo que obtener para cada usuario su patrón de consumo individualizado.

## 3.4 Conclusiones

### 3.4.1 Patrones de consumo en usuarios domésticos

Los patrones de consumo son vitales para la determinación del error de medición y por tanto, para obtener el porcentaje de agua no registrada. Conocer la forma de consumir de los abonados, permitirá además realizar un correcto dimensionamiento de los contadores así como de las redes de suministro del abastecimiento. Asimismo, promueve una mejor gestión de los recursos hídricos, beneficiando su conservación y

mejor planificación a largo plazo. Es por ello que se han obtenido los patrones de consumo para usuarios domésticos mediante el registro en un total de 201 viviendas.

Todos los registros se han clasificado en función de diferentes tipos de suministro. Fundamentalmente la diferenciación entre patrones se ha basado en la situación del contador en la instalación, es decir, si este registraba directamente el consumo o bien registraba el llenado de depósitos de almacenamiento. Se han obtenido mediante esta clasificación, hasta cuatro patrones de consumo: Alimentación por bomba, Alimentación en directo, Alimentación con el contador instalado después de depósito y Alimentación con el contador instalado antes de depósito. Al comprobar estadísticamente las grandes similitudes entre las tres primeras agrupaciones, se ha determinado agruparlas en una sola ya que su representatividad es adecuada (Alimentación con el contador directo a vivienda). Por lo tanto se han obtenido dos patrones claramente diferenciados: Alimentación con el contador instalado antes de depósito y Alimentación con el contador directo a vivienda.

Las diferencias entre ambos patrones son muy importantes, básicamente por la gran diferencia en el porcentaje de consumo que se realiza a caudales bajos. El porcentaje de consumo registrado hasta un caudal de 45 l/h para el patrón con contador antes de depósito resultaba del 24,6%, mientras que para suministros en directo, este porcentaje era del 8,5%. Una diferencia entre patrones a estos rangos de caudal del 16,1%, resulta fundamental a la hora de determinar el error global de medición, ya que es a caudales bajos donde la curva de error de cualquier contador presenta errores más negativos y una variabilidad muy acusada. De la elección de un tipo de contador a otro en función del patrón de consumo, el error de medición global puede variar significativamente.

Asimismo se realizó una agrupación de los registros en función el volumen trimestral consumido no pudiéndose concluir que existan diferencias significativas entre los patrones de consumo de cada grupo. Por tanto, en lo que a elección de patrón de consumo se refiere, no resulta importante distinguir a los consumidores según el consumo que presenten.

Comparando los patrones obtenidos con los publicados por (Arregui, 2002), puede concluirse que en el suministro en directo apenas se encuentran diferencias, mientras que en el suministro a depósito las diferencias son considerables.

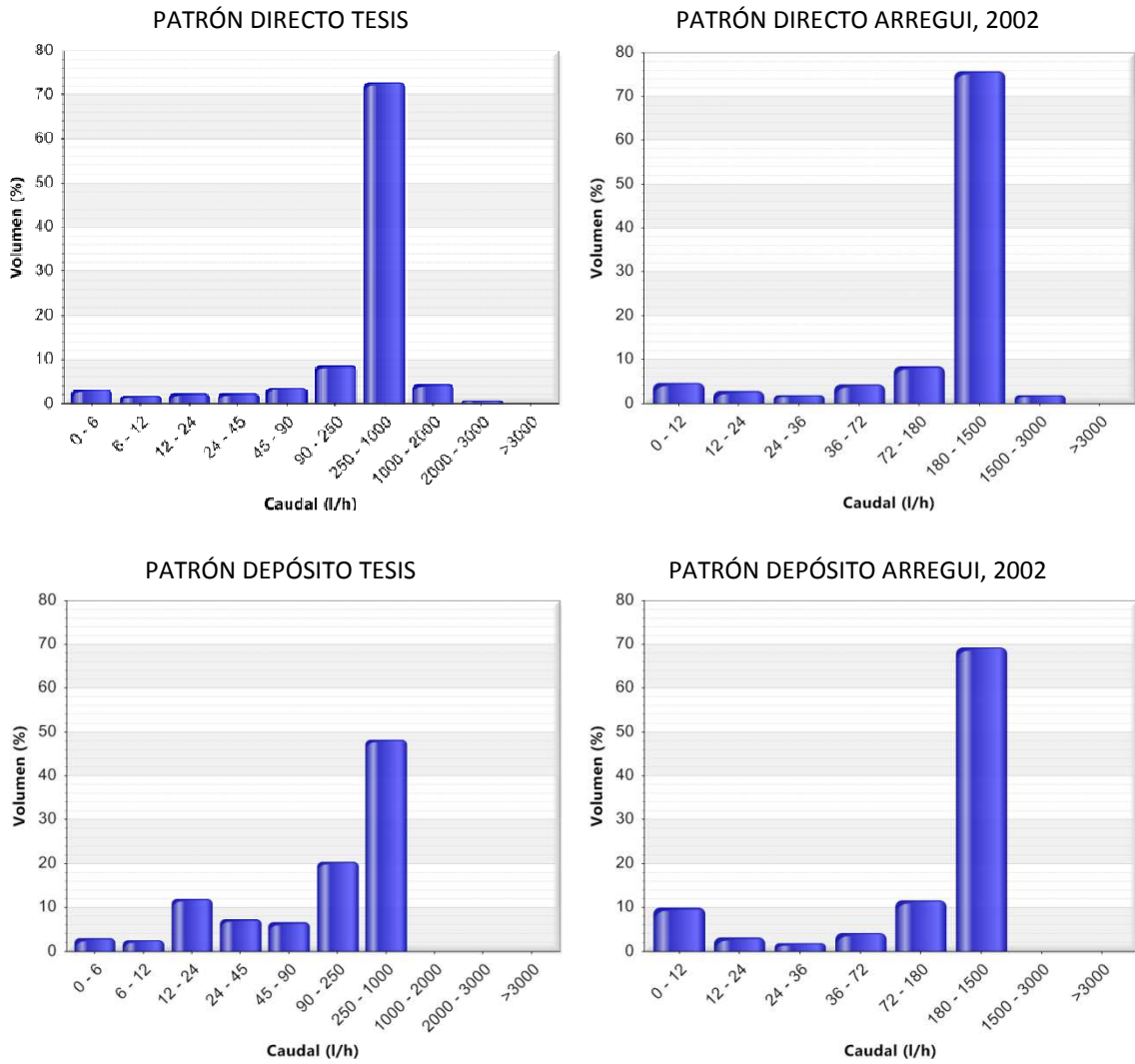


FIGURA 3.55 COMPARATIVA DE PATRONES DE CONSUMO (I)

Si la comparativa se realiza exclusivamente para suministros directos, incluyendo los patrones obtenidos por la AWWA y por la *Urban Water Security Research Alliance (SEQREUS)*, se observa la gran similitud en la Figura 3.56.

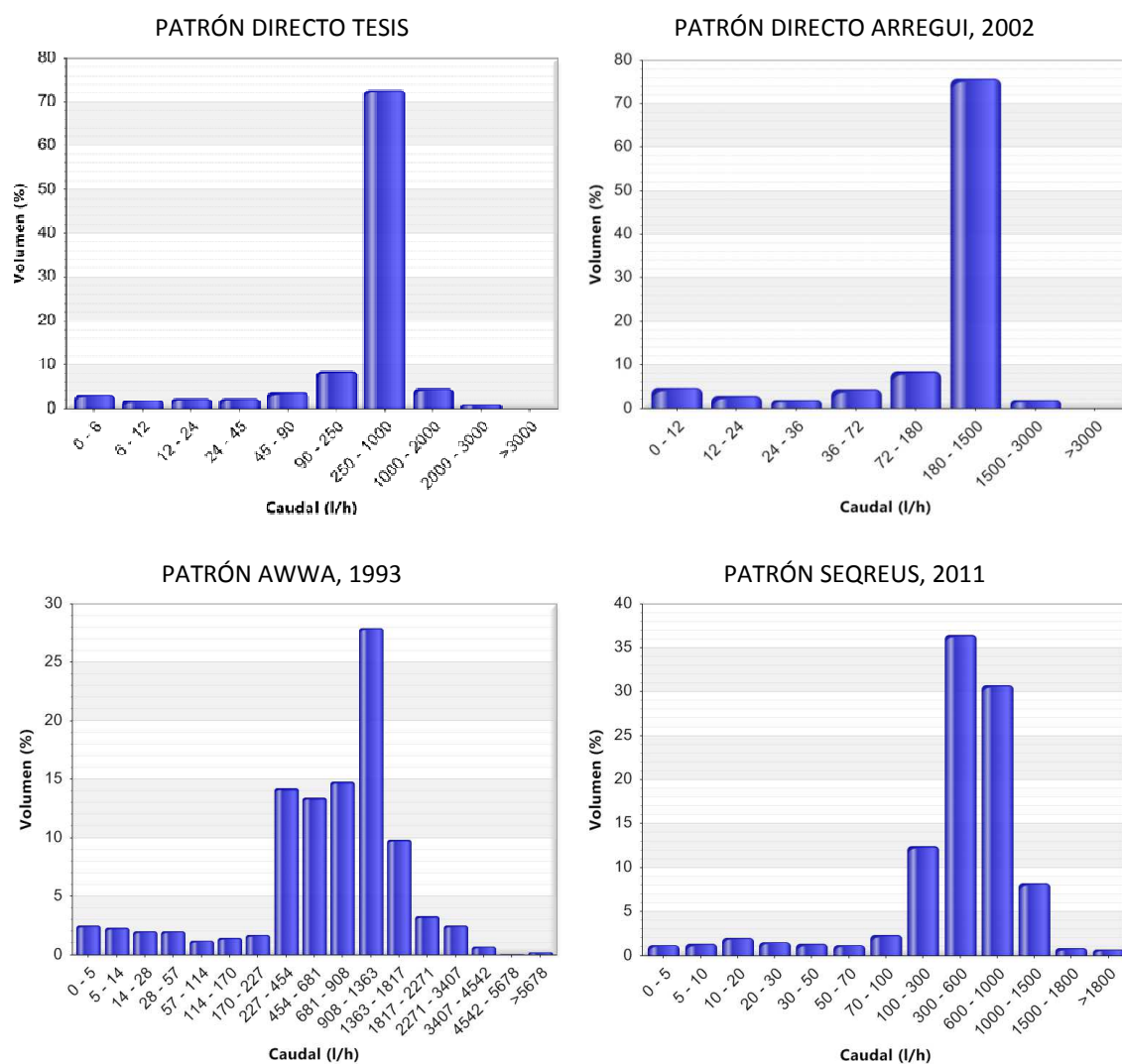


FIGURA 3.56 COMPARATIVA DE PATRONES DE CONSUMO (II)

Aunque a primera vista puedan parecer muy diferentes, los porcentajes de consumo a caudales bajos, que es donde realmente tiene una mayor influencia la determinación del error global, presentan valores semejantes, obteniéndose diferencias máximas en torno al 3% hasta los 30l/h. Asimismo se evidencia que los consumos a caudales altos, por encima de los 3000 l/h, representan un porcentaje muy reducido frente al consumo total.

Con la obtención del patrón de consumo doméstico no se finaliza el proceso de análisis de los usuarios. Una vez determinado, debe mantenerse “vivo” actualizándose periódicamente para detectar posibles cambios que puedan afectar al correcto registro de los caudales. Ello podría llevar a determinar nuevas estrategias en el control del



parque de contadores, incluso en la selección de los mismos en función del patrón actualizado. Por el contrario, si no se detectan cambios significativos en la distribución del consumo de los usuarios por rangos de caudal, esta actualización periódica servirá para confirmar la vigencia del mismo.

El mantenimiento del patrón actualizado puede realizarse bien mediante estudios periódicos aislados siguiendo la misma metodología utilizada en este estudio o bien pueden utilizarse contadores equipados con emisores de pulsos y con sistemas de telelectura y/o comunicación por lo que la adquisición de los datos es continua y ofrece la ventaja de evitar la instalación periódica de la instrumentación necesaria, con los costes asociados de personal y tiempo que ello lleva asociado.

### **3.4.2 Patrones de consumo en grandes consumidores**

A la vista de los resultados obtenidos en el presente capítulo en lo que a grandes consumidores se refiere, se puede concluir en primera instancia, que el dimensionamiento inicial de los contadores no es el más adecuado, ya que únicamente se encuentran correctamente dimensionados el 32%. De entre los que no se encuentran correctamente dimensionados, destacan los infradimensionados, ya que representan el 56% de los contadores. Este infradimensionamiento puede estar justificado, en parte, por la propia selección inicial de contadores a estudiar, ya que se eligieron a priori aquellos que se intuía podían estar infradimensionados. De todas formas queda patente que el acierto en el dimensionamiento inicial de los contadores no es aceptable. Cabe recordar que el gestor de un abastecimiento dimensiona inicialmente un contador en base a la información que el peticionario le facilita. Esta información teórica, en muchas ocasiones no se corresponde con la realidad futura. Asimismo, también puede ocurrir que a lo largo del tiempo el consumo de una actividad varíe en función de circunstancias y parámetros no contemplados inicialmente. Con todo, lo que resulta evidente es que se debe realizar un control detallado y frecuente de la evolución del funcionamiento de los contadores de los grandes consumidores para determinar si el dimensionamiento inicial es el adecuado o por el contrario hay que redimensionar el contador, si resultase conveniente.

Asimismo, otro de los aspectos destacables obtenidos consiste en que el 17% de los contadores estudiados superan considerablemente su caudal máximo aceptable. Esto, como se ha comentado, ha provocado graves deterioros incluso roturas del contador,

lo que se traduce en subcontaje y pérdidas económicas, motivadas tanto por el propio subcontaje como por el necesario cambio de contador.

Si no se realiza este control, en el parque de contadores pueden existir contadores gravemente infradimensionados por lo que se corre el riesgo de asumir un deterioro prematuro del contador lo que provoca en primera instancia un rápido empeoramiento de su comportamiento y por lo tanto una pérdida de precisión que lleva a un registro deficiente del agua consumida. En segundo lugar, este deterioro prematuro puede acabar, como se ha justificado en diferentes casos reales, en una rotura del contador por lo que el subcontaje inicial del contador se convierte en falta de registro total.

Por lo tanto deben de establecerse procesos de control, a poder ser automáticos, que detecten estas situaciones y a la vez establecer soluciones en función de las circunstancias particulares de cada caso. Las soluciones pasan inicialmente por redimensionar el contador, habitualmente aumentando su diámetro nominal a aquel que le corresponda por consumo, ya que si no se realiza este, el proceso acelerado de deterioro se volverá a producir y se deberá volver a incurrir en un proceso reiterado de sustitución del contador, con los costes asociados correspondientes. Si el redimensionamiento no es posible, queda la alternativa del cambio de tecnología de medición, por aquella que, para un mismo calibre, pueda soportar mejor la demanda del usuario, es decir, optar por tecnologías más robustas como pueden ser el chorro múltiple en contadores de velocidad, woltmag para grandes calibres e incluso contadores estáticos como los electromagnéticos o ultrasonidos. En última instancia siempre se puede recurrir a la limitación de caudal de suministro a aquel que permita funcionar al contador sin deterioros extremadamente acelerados, mediante dispositivos limitadores de caudal como pueden ser las válvulas hidráulicas de regulación, con el objetivo de proteger en la medida de lo posible al contador.

Con todo, a la problemática argumentada, hay que añadir la necesaria sustitución del contador. Aunque parezca asombroso, este hecho se ha estado produciendo no en pocas ocasiones de entre los estudios realizados. Así existen grandes consumidores a los que se les ha tenido que sustituir el contador cada seis meses durante un período de tres años, es decir, se han realizado seis cambios de contador. En muchos de ellos se han estado produciendo cambios anuales, incluso existe un caso en que se realizaron tres cambios de contador en trimestres consecutivos. Estas situaciones son claramente ineficientes sobre todo asumiendo el mayor coste asociado al cambio de un contador de gran calibre y denotan la necesidad de establecer sistemas de control y solución más óptimos.

Para detectar en tiempo real o lo más rápido posible, cualquier anomalía en el registro, resulta de gran utilidad en aquellos grandes consumidores que lo requieran, la instalación de sistemas de telelectura o telegestión que permitan disponer de datos del funcionamiento del contador en continuo. Siempre ha de tenerse presente que cualquier fallo en el funcionamiento del contador o cambios de funcionamiento en los sistemas de alimentación de los procesos productivos de estos consumidores, provocan una acusada disminución en el registro del agua consumida, aumentando considerablemente las pérdidas comerciales. Si la recogida de información del contador se limita al período de lectura establecido, habitualmente cada tres meses, se corre el riesgo de que la detección de estos problemas, nada inhabituales, se demore excesivamente. Actualmente, para la gran mayoría de grandes consumidores de un abastecimiento, o al menos para los más importantes, queda totalmente justificada la instalación de estos sistemas ya que el coste de ellos se rentabiliza rápidamente ante la aparición de anomalías.

El 58% de los contadores analizados no han dejado de registrar consumo de agua, lo que significa que no han parado en ningún momento. Únicamente en el 42% se ha detectado un caudal mínimo nulo. Resulta preocupante que del total de estudios realizados, más del 32% presentaban fugas interiores, sin tener en consideración que parte del consumo continuo motivado por llenado de depósito (19%), pueda estar causado por la existencia de fugas interiores no controladas.

Gracias al presente trabajo, se han podido detectar multitud de fugas interiores, lo que ha facilitado al abonado su reparación. Esto ha provocado que en muchas ocasiones el registro o consumo medio trimestral del nuevo contador instalado sea inferior al del contador original, no porque este nuevo contador registre peor que el anterior, sino simplemente porque se ha reducido el consumo real de la instalación, motivado por la reparación de las fugas interiores detectadas. Así, existen 57 casos en los que la evolución ha sido negativa, es decir el nuevo contador ha registrado menos que el original, lo que representa el 54 % de los estudios. Por el contrario en 49 de los estudios realizados (lo que representa el 46 %), el nuevo contador ha registrado más que el original. Si esta comparativa se realiza en base a la variación en metros cúbicos absolutos, el caudal que se registra de menos supone 383 m<sup>3</sup>/día, mientras el aumento en el registro general supone 391 m<sup>3</sup>/día. Por lo tanto en global se puede concluir que se registran de más 8 m<sup>3</sup>/día, lo que representan 2.920 m<sup>3</sup>/año.

En el análisis de instalaciones particulares se ha constatado la importancia y gran influencia que determinados elementos de estas tienen en el patrón de consumo.

Especialmente cabe destacar la presencia o no de depósitos acumuladores y a su vez, el tipo de válvula de llenado que estos presentan.

Es evidente la diferencia que supone para el registro del contador las válvulas progresivas, donde existen variaciones de caudal en función del nivel del depósito, en comparación con el llenado de un depósito con válvula todo/nada, donde el caudal de llenado es continuo, desde el inicio del llenado hasta el final. Esta circunstancia es muy favorable a la hora de dimensionar correctamente el contador, aunque puede provocar un deterioro acelerado de este motivado por los golpes de ariete causado por la apertura y cierre de la válvula.

En aquellas instalaciones donde el suministro se realiza sin la presencia de depósitos intermedios, es decir, se suministra en directo, se observa que cuando la instalación demanda suministro, el contador registra el caudal demandado, volviendo a pararse en cuanto el suministro cesa. De esta forma el patrón de consumo refleja sin laminaciones ni interferencias la verdadera forma de consumir de la instalación final, extremo que no ocurre con la presencia de depósitos.

Dada la importancia en el control y seguimiento de los consumos registrados por los grandes consumidores, debe de establecerse una planificación que permita obtener una continuidad en la obtención de los patrones de consumo. Si el presente estudio, realizado entre los años 2008 y 2011, hubiera tenido continuidad, en estos momentos se dispondría de una base de datos mucho más importante, lo que permitiría tener un conocimiento más exhaustivo del consumo en este tipo de consumidores.

## **CAPÍTULO 4**

# **ANÁLISIS DE LOS ERRORES INICIALES EN CONTADORES DE AGUA**

---

## 4.1 Introducción

Si se considera de vital importancia la cuantificación de los errores de medición que un contador puede tener y vista la relevancia que estos constituyen en el conjunto de pérdidas comerciales de un abastecimiento, no cabe duda de que el conocimiento de estos errores en su estado inicial es imprescindible, tanto para su cuantificación como para poder tener una base sólida y justificada de selección de contadores candidatos a convertirse en contadores seleccionados para su utilización en un determinado abastecimiento.

Por ello el objetivo principal de este capítulo, será estudiar y analizar cuál es el comportamiento metrológico de contadores nuevos, es decir, sin que estos hayan sido instalados ni utilizados. Muchos estudios técnicos e informes asumen que el error inicial de un contador nuevo es próximo a cero (Allender, 1996; Hill & Davis, 2005; Yee, 1999). Esta conclusión es muy cuestionable sobre todo considerando la gran dificultad que tienen los contadores, aún siendo nuevos, en la correcta medición de caudales bajos o muy bajos. Evidentemente existirán variaciones considerables en función del modelo y tecnología de medición del contador, así como del tipo de usuario medido, pero resulta al menos inquietante la asunción predominante de que un contador nuevo tiene un error mínimo o próximo a cero.

Para ello, una vez obtenidos los diferentes patrones de consumo, será necesario abordar el estudio de las curvas de error de contadores nuevos. Se analizarán la gran mayoría de ensayos de contadores nuevos realizados en el banco de ensayo que la empresa FACSA dispone en sus instalaciones. Este banco tiene capacidad para ensayar contadores desde calibre 13mm hasta calibre 40mm. Posteriormente se estudiarán los errores iniciales en contadores de diámetro nominal superior a 40mm cuyos ensayos se han realizado en el laboratorio que la Universidad del País Vasco (EHU) dispone en Bilbao, ya que este banco de ensayo tiene capacidad de ensayo para calibres superiores, desde 13mm hasta 250mm de diámetro nominal.

### 4.1.1 Selección de caudales de ensayo

Como se ha comentado, la selección de los caudales a los que se ensayará el contador para a partir de estos reconstruir su curva de error, es fundamental. Y no tan solo

cuales van a ser estos caudales, sino también como van a ordenarse estos caudales en el ensayo.

La elección correcta de estos caudales para simplificar la reconstrucción de la curva de error es de vital importancia a la hora de ponderarla con el patrón de consumo. Los caudales de ensayo encontrados en la bibliografía son diversos. Por ejemplo, los estándares de la AWWA (1986) recomiendan el ensayo de tres caudales (bajo, medio y alto) para cubrir todo el rango de medida del contador, 56,8, 454,2 y 3406,8 l/h. Planells et al. 1987, ajusta estos caudales de ensayo a un contador clase metrológica B de 13 mm, proponiendo nuevos ensayos a 39 l/h, 300 l/h y 2.280 l/h, siendo el caudal máximo inferior al propuesto por la AWWA. Arregui, en diversos estudios plantea reducir los caudales altos de ensayo e incrementar el número de ensayos a caudales más bajos, ya que la variabilidad del error a estos caudales es menor que en rangos inferiores de caudal. Durante un tiempo los caudales de ensayo en clase B propuestos por Arregui (1999) fueron 30, 60, 120, 500, 1.500 l/h, más tarde, en 2001 suprime el caudal de 60 l/h, y el de 500 se sustituye por 750 l/h al considerarse más representativo que este último.

Posteriormente, Arregui et al. (2009) mostró como diferentes selecciones de caudales de ensayo y la consideración o no del caudal de arranque para un mismo contador, puede llevar a resultados muy diferentes. Las diferencias en el error medio ponderado pueden llegar hasta un 8%. Asimismo se argumentó que la selección de un mayor número de caudales de ensayo no sólo ofrece una evidente mayor precisión en la representación de la curva sino que también permite detectar resultados anómalos o comportamientos específicos de cada contador.

En cuanto al orden de los caudales se refiere, debe prestarse atención especialmente cuando se ensayan contadores en uso y no tanto para nuevos contadores. En contadores retirados de campo, deben evitarse caudales altos al principio del ensayo que puedan “limpiar” estos de posibles incrustaciones calcáreas o cualquier otro elemento que pudiera encontrarse en el interior del contador y que pudiera tener algún efecto especialmente a caudales bajos.

De todas formas siempre resulta conveniente seguir un orden ascendente en los caudales de ensayo, partiendo del caudal mínimo y finalizando en el máximo. Asimismo, específicamente en nuevos contadores, resulta adecuado antes de iniciar el ensayo en sí, hacer circular a través de los contadores un caudal similar al nominal o permanente de lo que será el funcionamiento normal del contador durante al menos cinco minutos o 200 litros, para asegurar que todas las partes mecánicas de los contadores estén lubricadas antes del inicio del primer caudal de ensayo. Si resultara

necesario ensayar el caudal de arranque, este normalmente se realizará en última instancia.

Cabe hacer mención que uno de los pasos previos imprescindibles a cualquier ensayo es el purgado o eliminación del aire que pueda haber tanto en el interior de los contadores como en cualquier elemento del banco de ensayo. En función del equipamiento del banco de ensayo, este paso puede realizarse bien mediante una bomba de vacío o mediante la circulación de un caudal medio que no debe sobrepasar el caudal nominal de los medidores. La operación de purga debe durar al menos 3 minutos. El único procedimiento completamente efectivo para eliminar todo el aire de los contadores es con un sistema de generación de vacío, especialmente en los contadores de totalizador seco o húmedo (con engranajes en contacto con el agua).

A modo de ejemplo se muestran a continuación los caudales típicos de ensayo de contadores en función de su diámetro nominal. Su elección siempre debe tener presente tanto la obtención de la curva de error como su futura utilización para obtener el error global de medición a través del patrón de consumo, así como la tecnología de medición y el uso que se le va a dar al contador.

TABLA 4.1 CAUDALES DE ENSAYO EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN

Origen DN 13 y DN 15 - Ensayo Clase B									
I/h	15	30	60	120	750	1.500	3.000		
Motivo	Qmín Clase C	Qmín Clase B	Qt Clase B	Punto consumo patrón	Qn	Qmáx			
Origen Ampliado DN 13 y DN 15 - Ensayo Clase C y Volumétrico									
I/h	7	15	30	60	120	750	1.500	3.000	
Motivo	Qmín Clase C	Qmín Clase B	Qt Clase B	Punto consumo patrón	Qn	Qmáx			
Control recepción Ampliado DN 20 - Clase B y Clase C									
I/h	15	25	37,5	50	200	750	1.500	2.500	5.000
Motivo	Qmín dn 15 Clase C	Qmín Clase C	Qt Clase C	Qmín Clase B	Qt Clase B	Punto consumo patrón	Qn dn 15	Qn	Qmáx
Origen Ampliado DN 25 - Clase B y Clase C									
I/h	25	35	52,5	70	280	1.000	2.500	3.500	7.000
Motivo	Qmín dn 20 Clase C	Qmín Clase C	Qt Clase C	Qmín Clase B	Qt Clase B		Qn dn 20	Qn	Qmáx



Volumétrico DN 30 - Clase B y Clase C									
I/h	25	50	75	100	400	1.500	3.500	5.000	10.000
Motivo	Qmín dn 20 Clase C	Qmín Clase C (volu.)	Qt Clase C (volu.)	Qmín Clase B	Qt Clase B		Qn dn 25	Qn	Qmáx
Origen Ampliado DN 40 - Clase B y Clase C									
I/h	50	100	150	200	800	2.500	5.000	10.000	20.000
Motivo	Qmín dn 30 Clase C	Qmín Clase C	Qt Clase C	Qmín Clase B	Qt Clase B		Qn dn 30	Qn	Qmáx

## 4.2 Análisis de los errores iniciales en contadores de agua domésticos

Como se ha comentado, dada la importancia del control metrológico de los contadores de agua en general, y a origen en particular, en este capítulo se analizarán todos los ensayos de contadores nuevos realizados en el banco de ensayo de FACSA entre los años 2008 y 2014, para así obtener, en función de diferentes parámetros y criterios, cuál es el error inicial que posee un contador. Entre otros aspectos se diferenciará entre tecnologías de medición, modelos de contador y calibres.

Asimismo se analizarán con detalle los procedimientos y criterios de ensayo seguidos para poder valorar tanto la incertidumbre asociada a los ensayos como el rendimiento del mismo, en cuanto a número de ensayos realizados y tiempo operativo real.

La conveniencia de un laboratorio propio depende enormemente del número de ensayos a realizar anualmente. Únicamente se obtendrá rendimiento si el número de contadores probados es elevado y el banco está constantemente en uso.

Cabe hacer mención, como ya se ha hecho en el capítulo anterior, de la importancia que tiene la gestión, procesado y posterior análisis de los datos obtenidos de cada ensayo. En el caso del banco de ensayo de FACSA se utiliza para estas tareas desde el año 2008 el software Woltmann. Se trata de una aplicación informática desarrollada por el ITA de la Universitat Politècnica de València (UPV), especialmente destinado para la gestión de ensayos de contadores, determinación del error de medición de los mismos y el análisis de los patrones de consumo de los usuarios a partir de ensayos. Permite almacenar tanto los resultados procedentes de los ensayos a contadores como

las mediciones realizadas para establecer el patrón de consumo de los usuarios. Dispone de un potente e intuitivo módulo de cálculo preparado para realizar consultas avanzadas con el fin de estimar el ritmo de deterioro de los contadores ensayados, el error de un determinado modelo o la vida útil de los contadores de agua del abastecimiento. Como base de datos, permite no solo almacenar sino disponer en base a diferentes criterios, toda la información disponible para su utilización en la toma de decisiones de una forma rápida y ágil (Woltmann, 2008).

#### 4.2.1 Datos generales de los ensayos realizados

Desde que se dispone de datos fiables, se han ensayado en el banco que FACSA posee en sus instalaciones un total de 7.838 contadores a lo largo de 7 años, lo que supone una media de 1.120 contadores ensayados al año.

Como puede observarse en la tabla adjunta, de entre los diferentes tipos de ensayo que se han realizado, destacan los motivados por el control a origen de los contadores adquiridos y a su vez los correspondientes a los calibres domésticos de 13 y 15mm, ya que estos constituyen la gran mayoría del parque de contadores de cualquier abastecimiento.

TABLA 4.2 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS POR TIPOLOGÍA DE ENSAYO Y AÑO

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total	Promedio
<b>Control origen dn 13/15</b>	899	974	673	698	604	641	802	<b>5291</b>	<b>756</b>
<b>Control origen dn 20</b>	79	41	108	75	41	86	20	<b>450</b>	<b>64</b>
<b>Control origen dn 25</b>	68	61	34	25	30	42	42	<b>302</b>	<b>43</b>
<b>Control origen dn 30/32</b>	35	33	41	36	44	30	36	<b>255</b>	<b>36</b>
<b>Control origen dn 40</b>	40	16	18	20	24	34	23	<b>175</b>	<b>25</b>
<b>Control degradación dn 13/15</b>	170	179	214	120	179	339	75	<b>1276</b>	<b>182</b>
<b>Control degradación dn 25</b>	8	24		26	20	6	5	<b>89</b>	<b>15</b>
<b>Total</b>	<b>1299</b>	<b>1328</b>	<b>1088</b>	<b>1000</b>	<b>942</b>	<b>1178</b>	<b>1003</b>	<b>7838</b>	<b>1120</b>

En términos relativos puede verse como el 83% de los contadores han sido ensayados motivados por el control a origen, mientras que el 17% restante han sido ensayados por controles de degradación o envejecimiento.

De la totalidad de contadores ensayados por controles a origen o a la recepción, prácticamente el 90% lo constituyen los contadores de calibres 13, 15 y 20mm.

TABLA 4.3 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CONTADORES ENSAYADOS POR TIPOLOGÍA DE ENSAYO Y AÑO

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Control origen dn 13/15	69%	73%	62%	70%	64%	54%	80%	68%
Control origen dn 20	6%	3%	10%	8%	4%	7%	2%	6%
Control origen dn 25	5%	5%	3%	3%	3%	4%	4%	4%
Control origen dn 30/32	3%	2%	4%	4%	5%	3%	4%	3%
Control origen dn 40	3%	1%	2%	2%	3%	3%	2%	2%
Control degradación dn 13/15	13%	13%	20%	12%	19%	29%	7%	16%
Control degradación dn 25	1%	2%	0%	3%	2%	1%	0%	1%

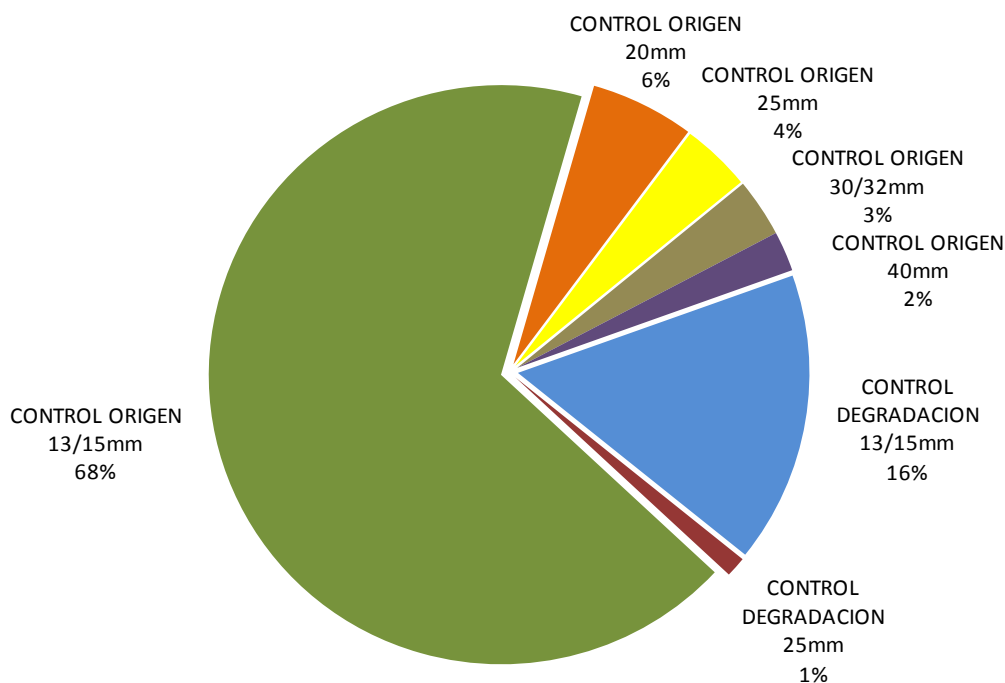


FIGURA 4.1 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS POR TIPOLOGÍA DE ENSAYO

Por lo tanto queda claro que en un análisis previo e inicial puede concluirse que el banco de ensayo está prácticamente en su totalidad utilizado para el control a origen de contadores principalmente domésticos de calibres 13 y 15mm.

Como puede verse en la Figura 4.2, del total de los 6.567 contadores ensayados de 13 y 15mm, prácticamente el 60% los son de 13mm y dentro de ellos tiene relativa importancia la proporción de contadores ensayados por degradación frente a los de

calibre 15mm. Este resultado evidencia la edad y distribución del parque de contadores, donde el calibre 13mm se encuentra más implantado, lo que provoca más ensayos a origen y a su vez también más ensayos de control de la degradación.

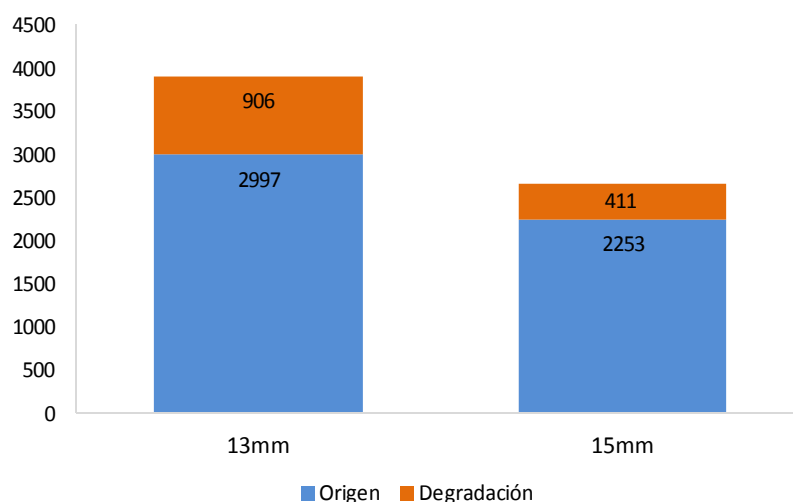


FIGURA 4.2 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS POR TIPOLOGÍA DE ENSAYO PARA CALIBRES 13/15MM

Si el análisis se realiza observando el número total de ensayos realizados en lugar del número de contadores, el resultado es el siguiente:

TABLA 4.4 DISTRIBUCIÓN DE ENSAYOS POR TIPOLOGÍA Y AÑO

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total	Promedio
Control origen dn 13/15	151	165	113	119	102	107	134	891	127
Control origen dn 20	15	10	21	14	9	17	4	90	13
Control origen dn 25	23	21	12	9	11	15	14	105	15
Control origen dn 30/32	12	11	14	12	16	10	12	87	12
Control origen dn 40	21	8	9	11	12	18	12	91	13
Control degradación dn 13/15	30	31	36	21	30	57	13	218	31
Control degradación dn 25	3	8	0	9	7	2	2	31	4
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>254</b>	<b>205</b>	<b>195</b>	<b>187</b>	<b>226</b>	<b>191</b>	<b>1513</b>	<b>216</b>

Se han realizado un total de 1.513 ensayos, lo que supone una media de 216 ensayos al año, que distribuidos entre semanas laborales suponen una media de 4,4 ensayos/semana.

Considerando que la duración media de un ensayo está en torno a las 2 horas 45 minutos (incluida la introducción de los datos del ensayo en el software informático para su almacenamiento y posterior análisis), resulta evidente que la utilización o aprovechamiento del banco es relativamente baja, ya que a la semana y con un solo técnico de laboratorio se podrían realizar hasta un total de 15 ensayos. Para la obtención de este resultado se han considerado jornadas laborales de 8 horas, por lo que si se planteara aumentar las horas operativas del banco aumentando la dotación de personal asignado al mismo, el aprovechamiento podría aumentarse notablemente.

Con los datos obtenidos y con el sencillo cálculo realizado se puede concluir que el banco, asumiendo que no se le asigna más personal y que no se destinan más horas a su funcionamiento, actualmente se está utilizando en un 29% de su capacidad.

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{4,4 \text{ ensayos realizados}}{15 \text{ ensayos posibles}} \right) \times 100 = 29,33\%$$

Este porcentaje podría ser incluso inferior, si se considerase la posibilidad de aumentar su funcionamiento destinándole más personal. Por ejemplo, si consideramos que en lugar de las 8 horas diarias actualmente destinadas a la operación del banco, se dispusiese de otro técnico de laboratorio, por lo que las horas diarias disponibles podrían pasar a ser 16, el rendimiento actual sería de:

$$\text{Rendimiento} = \left( \frac{4,4 \text{ ensayos realizados}}{30 \text{ ensayos posibles}} \right) \times 100 = 14,66\%$$

Este bajo resultado puede explicarse debido a que el personal actualmente asignado al funcionamiento del banco de ensayo, no realiza exclusivamente tareas relacionadas con éste, por lo que no destina el 100% del tiempo disponible a la operación del banco.

Cabe mencionar que un mayor aprovechamiento del banco de ensayo no pasa exclusivamente por el aumento de la asignación de personal al mismo, sino que también podría aumentarse este con el automatizado de algunos de los procesos que actualmente se están realizando manualmente.

Continuando con el análisis del número de ensayos realizados, vemos que aproximadamente sigue la misma proporción en la distribución de tipologías de

ensayos que en el análisis en base a los contadores ensayados, aunque en este caso los porcentajes son inferiores para ensayos de contadores de calibres domésticos y superiores para contadores de mayor diámetro.

TABLA 4.5 DISTRIBUCIÓN DE ENSAYOS POR TIPOLOGÍA

Control origen dn 13/15	59%
Control origen dn 20	6%
Control origen dn 25	7%
Control origen dn 30/32	6%
Control origen dn 40	6%
Control degradación dn 13/15	14%
Control degradación dn 25	2%

Si considerando el número de contadores ensayados, el 68% de la totalidad lo eran por controles a origen de 13 y 15mm, este porcentaje en términos de números de ensayos se convierte en el 59%. Evidentemente estas diferencias se producen por la propia capacidad física de la bancada del banco de ensayo, en la que simultáneamente caben más contadores de calibres inferiores, reduciéndose esta conforme se aumenta el calibre de los contadores a ensayar.

La capacidad de ensayo simultáneo del banco en función del diámetro nominal de los contadores, es la que se muestra a continuación:

TABLA 4.6 CAPACIDAD DEL BANCO DE ENSAYO EN FUNCIÓN DEL CALIBRE DE CONTADOR

Diámetro nominal (mm)	Longitud (mm)	Contadores ensayo
13/15	115	6 ud.
20	190	4 ud.
25	260	3 ud.
30	260	3 ud.
40	300	2 ud.

Si la clasificación de los contadores ensayados se realiza con más detalle, tomando como referencia el motivo por el que se realizó el ensayo, se obtiene la siguiente distribución:

TABLA 4.7 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS EN FUNCIÓN DEL MOTIVO DE ENSAYO

Control calidad a recepción	6029	76,9%
Muestras suministradas por proveedor	112	1,4%
Ensayo por petición interna	491	6,3%
Ensayo por petición externa	457	5,8%
Reclamación usuario	38	0,5%
Estudio / Control envejecimiento	568	7,2%
Estudio grandes consumidores	122	1,6%
Verificación después de fuga o reparación	14	0,2%
Sin motivo	7	0,1%
<b>Total contadores ensayados</b>	<b>7838</b>	<b>100%</b>

Como puede observarse, evidentemente el control de calidad a origen continúa constituyendo la gran mayoría de contadores ensayados. También cabe hacer mención de la variedad de motivos de ensayos que se pueden encontrar en esta clasificación lo que evidencia la gran capacidad de estudio que puede brindar un banco de ensayo para una empresa gestora. Desde el control de calidad a origen imprescindible en cualquier actividad, hasta estudios internos, comprobaciones del estado de un contador después de haber registrado una fuga, incluso ensayos motivados por reclamaciones de abonados.

Este último aspecto merece una consideración adicional. Realmente el porcentaje de ensayos de contadores motivados por reclamaciones de abonados no es relevante. Un total de 38 contadores ensayados en siete años (5,4 contadores/año) parece despreciable. Este indicador puede reflejar varias situaciones. Bien no existen demasiadas reclamaciones en lo que a problemas de medición se refiere, o de las que existen solamente algunas de ellas finalizan en un ensayo del contador en el banco. O bien, si existe una reclamación por una posible existencia de error de medición en un contador, el abonado o reclamante prefiere que el ensayo se realice en un laboratorio que no pertenezca a la propia empresa de servicios que gestiona el parque de contadores.

Con esta reflexión, cabe mencionar la falta de información clara al respecto que las diferentes administraciones públicas ofrecen al consumidor en este caso concreto, donde, dependiendo de una comunidad autónoma u otra, pueden cambiar por completo los trámites a realizar en el caso de que estos existan y estén contemplados.

Por último y para finalizar este primer apartado general, mostrar la clasificación de la totalidad de contadores ensayados por calibres y por tecnología de medición.

TABLA 4.8 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS POR CALIBRE

Diámetro nominal (mm)	Contadores	%
13 mm	3903	50%
15 mm	2664	34%
20 mm	450	6%
25 mm	391	5%
30/32 mm	255	3%
40 mm	175	2%
<b>Total</b>	<b>7838</b>	<b>100%</b>

TABLA 4.9 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS POR TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN

Tecnología	Contadores	%
Chorro único clase B	5743	73,3%
Chorro único clase C	654	8,3%
Chorro múltiple clase B	423	5,4%
Chorro múltiple clase C	29	0,4%
Volumétrico	966	12,3%
Ultrasonidos	14	0,2%
Electromagnético	2	0,0%
Woltmann clase C	7	0,1%
<b>Total</b>	<b>7838</b>	<b>100%</b>

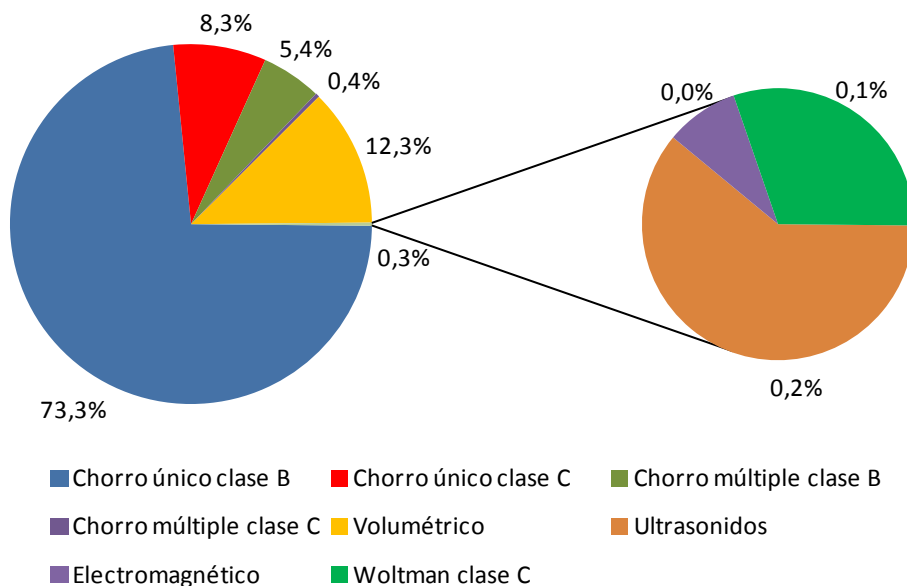


FIGURA 4.3 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS POR TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN



## 4.2.2 Errores iniciales en contadores de 13mm

En este apartado se van a analizar los errores iniciales en contadores ensayados de diámetro nominal 13mm. Únicamente se van a considerar aquellos contadores cuyo motivo de ensayo haya sido “Control calidad a recepción”, por lo que se van a analizar exclusivamente contadores nuevos. Del total de contadores de 13mm ensayados en el banco por diferentes motivos, los contadores nuevos constituyen el 76,8% lo que supone un total de 2.997 contadores ensayados, agrupados en 18 modelos distintos correspondientes a dos tecnologías de medición, velocidad chorro único y volumétricos de pistón rotativo.

TABLA 4.10 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 13MM ENSAYADOS A ORIGEN

Modelo	Chorro único clase B o R≤125	Chorro único clase C	Volumétrico	Total
M1	48			48
M2		79		79
M3			1	1
M5			183	183
M6		2		2
M7	610			610
M17	12			12
M19			3	3
M20			13	13
M21	1709			1709
M23			120	120
M25	39			39
M26	24			24
M27	37			37
M29	12			12
M30	101			101
M32		3		3
M34			1	1
<b>Total</b>	<b>2592</b>	<b>84</b>	<b>321</b>	<b>2997</b>

Observando la Tabla 4.10, se puede concluir que de los 18 modelos ensayados a origen, 12 de ellos constituyen más del 99% de los contadores, por lo que se descarta el análisis de los restantes modelos (M3, M6, M17, M19, M32 y M34) cuya totalidad supone únicamente 22 contadores, ya que no constituyen una cantidad lo suficientemente importante como para poder obtener conclusiones fiables.

Resulta conveniente antes de iniciar el estudio individualizado de cada modelo, mostrar los parámetros generales más importantes analizados de cada uno de ellos para así disponer de una primera aproximación general. De esta forma se podrá profundizar en aquellos modelos que inicialmente presenten algún parámetro relevante o bien descartar el estudio de aquellos modelos que por diferentes motivos no resulte interesante su análisis.

Previamente al análisis de los errores globales, que como ya se ha indicado dependerán del patrón de consumo elegido, resulta conveniente realizar un breve estudio de las curvas de error obtenidas en los ensayos. De esta forma se podrán intuir aspectos relevantes de algunos modelos o tecnologías de medición que pudieran quedar enmascarados en los errores globales.

Así, si previamente se analizan los errores a caudales bajos, por ejemplo a 15 l/h que es uno de los caudales más bajo ensayados, se obtiene que 34 contadores tienen un error del -100%, es decir, no han arrancado a este caudal, por lo que cualquier volumen de agua que se genere a este o a un caudal inferior, no se registrará. Representa un 1,1% del total de contadores. Aparentemente estos contadores deben de pertenecer a una clase metrológica similar o inferior a la B, cuyo caudal mínimo es de 60 l/h. Realmente la mayoría de contadores son de chorro único clase B, pero existen dos contadores volumétricos clase C, cuyo caudal mínimo es de 15 l/h por lo que su error a este caudal debería encontrarse en el rango del  $\pm 5\%$ . Evidentemente estos dos contadores, junto con la totalidad del lote del que formaban parte se devolvió por no cumplir los mínimos de calidad requeridos.

En este punto cabe hacer especial mención a un aspecto a tener siempre presente. Dentro del conjunto de las pérdidas comerciales correspondientes a los errores de medición de los contadores, no únicamente deben de contemplarse aquellos que provocan un subcontaje en el registro. También debe considerarse aquel consumo que se ha producido pero no se ha registrado por completo. Así, para obtener el volumen total no registrado deberá considerarse aquel volumen que se haya producido por debajo del caudal de arranque más el volumen registrado pero con errores negativos, especialmente a caudales bajos próximos al arranque (Mukheibir et al., 2012).

Los contadores volumétricos parados a 15 l/h pertenecen a un mismo modelo (M5), mientras que los contadores de velocidad en esta misma situación pertenecen a los modelos M21 (22 unidades) y M7 (10 unidades). Como puede verse, al menos en cuanto a los contadores de velocidad se refiere, parece lógico que los modelos con mayor número de contadores ensayados tengan más probabilidad de ocurrencia que los modelos con menor número de contadores ensayados. Ahora bien, entre los

contadores volumétricos, los dos casos pertenecen al mismo modelo, por lo que todo hace pensar que se tratara de un defecto puntual y no de una característica de funcionamiento habitual, más considerándose la gran sensibilidad de este tipo de contadores a caudales bajos.

Si este primer análisis lo ampliamos a errores de medición a caudal 15 l/h mayores a -50%, la selección de contadores aumenta de 34 a 43 unidades pertenecientes a los mismos tres modelos anteriores.

Si por el contrario se realiza un análisis de los errores a caudales elevados como puede ser el máximo para este calibre (3.000 l/h), se podrán detectar fallos por desacoplamiento magnético entre el tren y el totalizador. De la totalidad de contadores ensayados únicamente una unidad correspondiente al modelo M5 (volumétrico) presenta un error del -100%.

Otros caudales a analizar serán tanto 30 l/h como 1.500 l/h. El caudal a 30 l/h podrá servir de referencia para analizar la fiabilidad en el ensamblaje de las piezas del contador en el proceso de fabricación o producción así como la calidad de las mismas, especialmente la desviación estándar que presenten estos caudales respecto de la totalidad de ensayos realizados. A 1500 l/h podrá observarse la bondad del ajuste en fábrica que el fabricante posee, ya que es el caudal nominal de referencia para el que el contador debe funcionar ininterrumpidamente sin presentar ningún problema. Muchas son las metodologías que se pueden utilizar para ajustar los contadores para que estos cumplan con los errores máximos establecidos por normativa.

En la Figura 4.4 se muestran ejemplos de sistemas de ajuste utilizados por diferentes fabricantes. En función de la orientación de las piezas de regulación, se ajustan los errores de medición.



FIGURA 4.4 DIFERENTES MÉTODOS DE AJUSTE DEL CAUDAL PARA UN CONTADOR

Por lo tanto queda claro que el análisis de las curvas de error de los contadores ensayados, ofrecen una información básica del comportamiento metrológico del contador y servirá para detectar tanto puntos fuertes como comportamientos sensibles o mejorables del mismo.

Así de los doce modelos a analizar, en primera instancia se muestran en la Tabla 4.11, los errores para cada uno de los caudales ensayados, así como su desviación estándar, error medio ponderado (EMP) y el error cuadrático medio (ECM)<sup>5</sup>.

El Error Cuadrático Medio (ECM) será un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) calculado y ofrecerá información sobre la fiabilidad del fabricante, ya que mostrará la estabilidad en la calidad de su proceso de fabricación. De esta forma se obtendrán valores relativos comparables entre todos los modelos analizados.

---

<sup>5</sup> En estadística, el error cuadrático medio (ECM) de un estimador mide el promedio de los errores al cuadrado, es decir, la diferencia entre el estimador y lo que se estima. El ECM es una función de riesgo, correspondiente al valor esperado de la pérdida del error al cuadrado o pérdida cuadrática.

Debe destacarse que los contadores volumétricos, aparte de los caudales mostrados en la Tabla 4.11, se han ensayado también a 7 l/h, ya que de no ser así, la reconstrucción de su curva de error podría llevar asociada una simplificación tal, que desvirtuara el resultado final.

TABLA 4.11 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA CONTADORES DE 13MM

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM	
M1	MEDIA	5,11	-7,37	0,88	0,96	0,23	-0,05	-0,18	-15,21	-4,33	0,19
	DESV EST.	0,66	4,39	1,13	0,92	0,57	0,54	0,42	25,13	0,46	
M2	MEDIA	3,31	-1,27	0,94	1,79	1,45	0,42	0,47	-0,23	-3,19	0,51
	DESV EST.	1,35	2,00	1,14	0,86	0,92	0,93	0,80	0,73	0,81	
M5	MEDIA	1,28	-0,76	1,40	1,57	1,76	0,74	0,28	-0,84	-1,21	0,30
	DESV EST.	2,17	11,41	2,07	1,61	0,19	0,29	1,56	8,26	0,55	
M7	MEDIA	5,81	-11,20	0,49	1,15	1,30	1,41	1,33	-12,35	-3,26	0,48
	DESV EST.	3,06	13,77	7,88	1,17	0,78	0,57	0,66	22,31	0,71	
M20	MEDIA	1,00	0,64	1,32	1,51	1,61	0,05	-0,56	-1,47	-1,52	0,06
	DESV EST.	0,00	0,69	0,46	0,34	0,27	0,38	0,46	0,45	0,30	
M21	MEDIA	5,59	-10,20	3,11	2,64	0,78	0,78	0,61	0,23	-3,58	0,53
	DESV EST.	2,19	11,96	5,37	1,32	0,83	0,80	0,75	4,26	0,73	
M23	MEDIA	1,01	0,37	1,48	1,89	2,09	0,90	0,42	-0,22	-0,87	0,09
	DESV EST.	0,09	1,12	0,67	0,43	0,41	0,33	0,34	0,70	0,35	
M25	MEDIA	3,75	-1,31	4,18	1,49	1,10	0,79	1,11	0,54	-3,00	0,32
	DESV EST.	1,10	1,89	0,99	0,95	0,70	0,70	0,71	0,77	0,57	
M26	MEDIA	4,20	-1,33	2,56	1,07	0,03	-0,01	0,36	-0,10	-3,83	0,23
	DESV EST.	0,58	3,84	1,81	0,74	0,44	0,67	0,65	0,52	0,58	
M27	MEDIA	4,70	-2,93	2,77	-0,02	0,25	-0,36	-0,60	-0,63	-4,13	0,21
	DESV EST.	1,16	4,39	1,84	1,02	0,34	0,35	0,44	0,61	0,46	
M29	MEDIA	4,42	-2,81	3,55	1,83	1,05	0,90	0,90	1,08	-3,06	0,27
	DESV EST.	0,41	2,71	0,84	0,52	0,73	0,86	0,79	0,57	0,74	
M30	MEDIA	3,46	0,19	0,97	0,43	0,35	0,16	0,66	0,17	-3,58	0,26
	DESV EST.	0,73	0,97	0,77	1,02	0,73	0,63	0,61	0,74	0,57	

Para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado el siguiente patrón de consumo que representa el consumo doméstico con suministro en directo (sin depósito de acumulación previo) cuya obtención se ha detallado en el Capítulo 3.

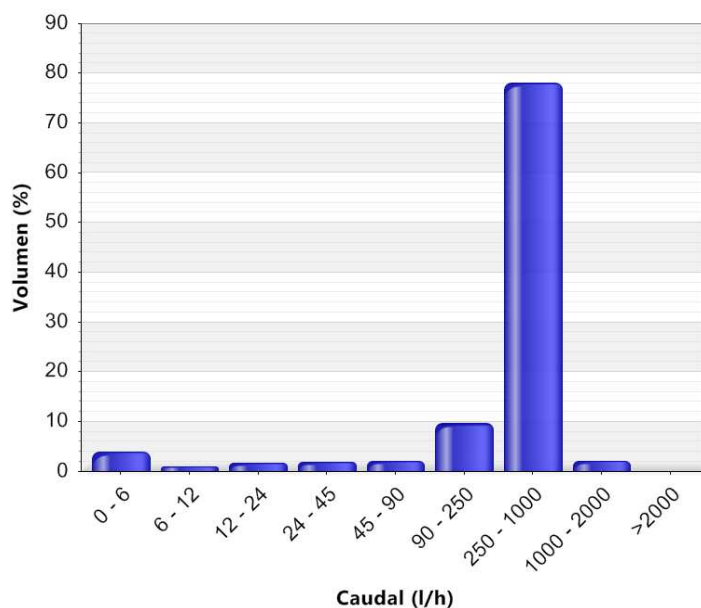


FIGURA 4.5 PATRÓN DE CONSUMO DOMÉSTICO EN SUMINISTRO DIRECTO

De la Figura 4.5 se desprende que prácticamente la totalidad del consumo (78%), se realiza en el rango de caudal comprendido entre 250 l/h y 1000 l/h, aspecto muy importante a tener presente en el análisis de las curvas de error de los contadores. Evidentemente el error a estos caudales determinará la magnitud del error medio ponderado total calculado, debido al gran peso que este rango presenta en el patrón de consumo.

TABLA 4.12 PATRÓN DE CONSUMO DOMÉSTICO EN SUMINISTRO DIRECTO

Q (rango)	Q (l/h)	Directo (%)
0-6	0	3,9
6-12	6	1,0
12-24	12	1,6
24-45	24	1,8
45-90	45	2,0
90-250	90	9,6
250-1000	250	78,0
1000-2000	1000	2,1
> 2000	2000	0,0

Considerando el patrón de consumo doméstico anterior, en primera instancia se calcula el error medio ponderado de toda la muestra seleccionada, obteniendo un valor promedio del -3,24%, lejos del utópico 0% considerado en no pocas ocasiones para un contador nuevo.

Si de la Tabla 4.11 se analizan los errores medios por modelos seleccionados, se obtiene la siguiente distribución:

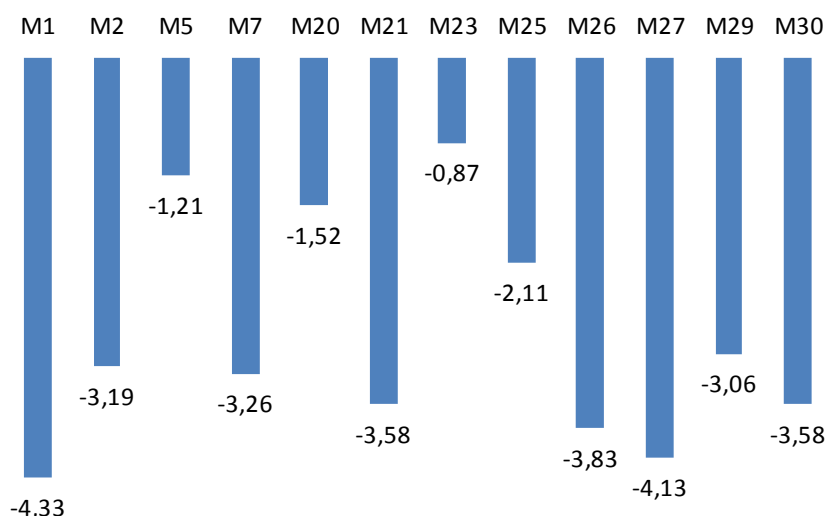


FIGURA 4.6 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 13MM

Claramente puede observarse la disparidad de resultados en los errores medios ponderados en función del modelo de contador. Estos, siempre negativos, oscilan desde el caso más favorable con un error del -0,87% hasta el más desfavorable del -4,33%. Clara está la primera reflexión. De la selección de un modelo u otro de contador, se podrá tener una diferencia en el registro del agua consumida de hasta un 3,46%.

Otro de los análisis esenciales a realizar es la variabilidad del error para un mismo modelo de contador, que puede utilizarse como medida del control de producción del fabricante. Una gran variabilidad en la muestra indica que la fabricación de los contadores puede presentar diferencias importantes de una unidad a otra y, en general, puede considerarse como una señal de una pobre calidad de producción. Los modelos de contador con grandes variaciones en su error medio ponderado requieren controles de calidad más estrictos que aquellos cuya variabilidad es menor.

La Figura 4.7 muestra las variaciones en los errores medios de los modelos analizados. Puede observarse como los modelos volumétricos de pistón oscilante analizados (M5,

M20 y M23) poseen en general menores variaciones, lo que evidencia que estos son fabricados con una mejor precisión y los materiales utilizados en su ensamblaje son normalmente de mejor calidad. Por el contrario, los contadores de velocidad (chorro único) muestran un comportamiento diferente con grandes variaciones en sus errores lo que demuestra que los controles de calidad para ellos no son tan estrictos.

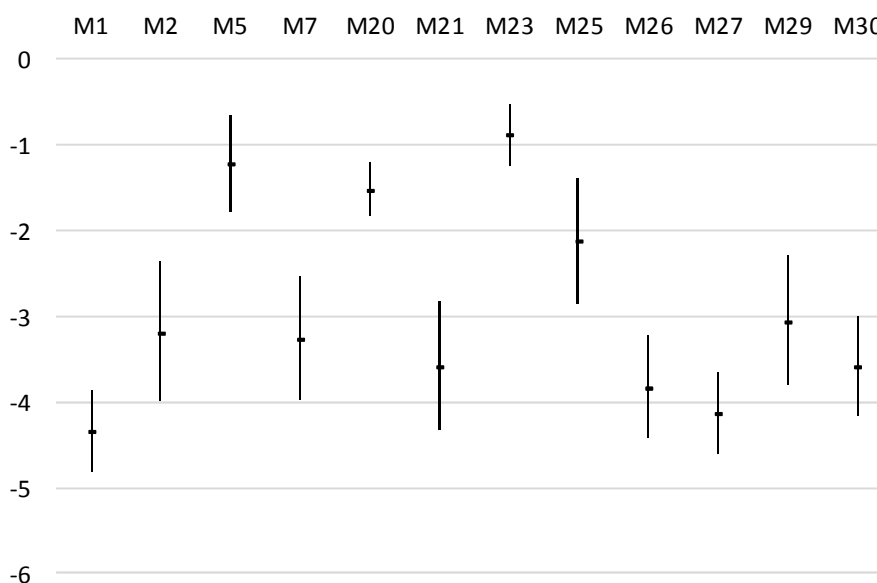


FIGURA 4.7 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 13MM

Este hecho se confirma con el análisis del Error Cuadrático Medio (ECM) que como se indicaba es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece información sobre la fiabilidad del fabricante (Tabla 4.13). Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación. Como era de esperar, los contadores volumétricos presentan un ECM bastante más bajo que los contadores de velocidad chorro único. Los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos.

TABLA 4.13 ERROR CUADRÁTICO MEDIO POR MODELO Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (13MM)

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M1	48	Chorro único	0,13
M2	79	Chorro único	0,51
M5	183	Volumétrico	0,05
M7	610	Chorro único	0,29



Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M20	13	Volumétrico	0,06
M21	1709	Chorro único	0,40
M23	120	Volumétrico	0,09
M25	39	Chorro único	0,99
M26	24	Chorro único	0,23
M27	37	Chorro único	0,21
M29	12	Chorro único	0,27
M30	101	Chorro único	0,26

Llegados a este punto conviene realizar una consideración de especial importancia. Hasta este momento se han considerado para la obtención de los resultados, todos los contadores ensayados sin descartar aquellos considerados como defectuosos. Para obtener unos resultados que realmente muestren las limitaciones metrológicas entre los diferentes modelos de contadores en condiciones reales, se deberán descartar aquellos cuyo comportamiento a uno o varios caudales, demuestre que poseen un rendimiento inferior respecto del resto de contadores del mismo modelo, ya que se supone que estos contadores defectuosos serán identificados y apartados en los controles de calidad a origen y no serán instalados en campo. Si no fuera así, estos contadores provocarían a las compañías suministradoras errores adicionales a los propios inherentes de la tecnología de medición cuyos márgenes quedan acotados en la normativa correspondiente.

Por lo tanto debe de hacerse una clara distinción entre lo que será un contador defectuoso y un contador no conforme. Un contador defectuoso siempre será un contador no conforme. Pero lo contrario no siempre se cumplirá. Un contador no conforme no será siempre un contador defectuoso.

Muchos pueden ser los criterios para definir cuando un contador es defectuoso, pero resulta evidente que errores inferiores a un -50% en cualquier caudal ensayado, denotarán que el contador ensayado no está teniendo un comportamiento normal. Especialmente a caudales bajos ( $Q_1$  o  $Q_{min}$ ) o a caudales altos ( $Q_4$  o  $Q_{max}$ ) es donde más rápidamente podrán detectarse estos comportamientos anómalos. A caudales bajos por un exceso de rozamiento entre los componentes mecánicos del contador y a caudales altos por la debilidad magnética entre la turbina o pistón y el tambor de medición.

En total, 161 contadores de 2.975 han sido considerados defectuosos, correspondientes a los modelos M1, M5 y M7, lo que representa un 5,4% de la muestra analizada. Destacable resulta el hecho de que todos los modelos analizados presentan bien unidades defectuosas o en su defecto, no conformes (Tabla 4.14).

TABLA 4.14 CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES (13MM)

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M1	48	0	11	0	0
M2	79	0	0	14	3
M5	183	3	2	13	0
M7	610	11	103	5	198
M20	13	0	0	2	2
M21	1709	29	2	26	36
M23	120	0	0	59	2
M25	39	0	0	3	5
M26	24	0	0	3	0
M27	37	0	0	2	0
M29	12	0	0	0	1
M30	101	0	0	0	1
	<b>2975</b>	<b>43</b>	<b>118</b>	<b>127</b>	<b>248</b>
		<b>1,4%</b>	<b>4,0%</b>	<b>4,3%</b>	<b>8,3%</b>

Eliminando estas unidades defectuosas, se muestran a continuación los resultados mostrados anteriormente donde se puede observar como los propios errores y sus variaciones dentro de un mismo modelo, evidentemente mejoran.

TABLA 4.15 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA CONTADORES DE 13MM (SIN UNIDADES DEFECTUOSAS)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M1	MEDIA	5,11	-7,38	0,97	0,94	0,27	-0,09	-0,16	-1,79	-4,23	0,13
	DESV EST.	0,69	4,63	1,13	0,97	0,59	0,53	0,44	1,82	0,41	
M2	MEDIA	3,31	-1,27	0,94	1,79	1,45	0,42	0,47	-0,23	-3,19	0,51
	DESV EST.	1,35	2,00	1,14	0,86	0,92	0,93	0,80	0,73	0,81	
M5	MEDIA	1,00	0,77	1,64	1,71	1,77	0,72	0,36	-0,05	-1,14	0,05
	DESV EST.	0,00	0,86	0,61	0,24	0,18	0,29	0,37	0,35	0,22	
M7	MEDIA	5,51	-10,05	1,23	1,23	1,34	1,45	1,35	-3,01	-3,11	0,29
	DESV EST.	1,38	9,08	1,89	0,88	0,77	0,58	0,68	10,23	0,55	
M20	MEDIA	1,00	0,64	1,32	1,51	1,61	0,05	-0,56	-1,47	-1,52	0,06
	DESV EST.	0,00	0,69	0,46	0,34	0,27	0,38	0,46	0,45	0,30	
M21	MEDIA	5,35	-8,81	3,44	2,66	0,77	0,78	0,60	0,43	-3,55	0,40
	DESV EST.	0,85	5,22	1,45	1,16	0,80	0,75	0,69	0,69	0,64	
M23	MEDIA	1,01	0,37	1,48	1,89	2,09	0,90	0,42	-0,22	-0,87	0,09
	DESV EST.	0,09	1,12	0,67	0,43	0,41	0,33	0,34	0,70	0,35	
M25	MEDIA	3,75	-1,31	4,18	1,49	1,10	0,79	1,11	0,54	-3,00	0,32
	DESV EST.	1,10	1,89	0,99	0,95	0,70	0,70	0,71	0,77	0,57	
M26	MEDIA	4,20	-1,33	2,56	1,07	0,03	-0,01	0,36	-0,10	-3,83	0,23
	DESV EST.	0,58	3,84	1,81	0,74	0,44	0,67	0,65	0,52	0,58	

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M27	MEDIA	4,70	-2,93	2,77	-0,02	0,25	-0,36	-0,60	-0,63	-4,13	0,21
	DESV EST.	1,16	4,39	1,84	1,02	0,34	0,35	0,44	0,61	0,46	
M29	MEDIA	4,42	-2,81	3,55	1,83	1,05	0,90	0,90	1,08	-3,06	0,27
	DESV EST.	0,41	2,71	0,84	0,52	0,73	0,86	0,79	0,57	0,74	
M30	MEDIA	3,46	0,19	0,97	0,43	0,35	0,16	0,66	0,17	-3,58	0,26
	DESV EST.	0,73	0,97	0,77	1,02	0,73	0,63	0,61	0,74	0,57	

Aunque posteriormente se analizará con detalle y por modelo cada parámetro, cabe señalar la gran desviación que presentan los errores a caudal 3.000 l/h del modelo M7, ya que con un valor de 10,23% es con diferencia la más alta encontrada. La siguiente desviación elevada la presentan los errores de este mismo modelo pero a caudal 15 l/h con un valor de 9,08%. Estos resultados se confirman con el elevado número de unidades defectuosas que presenta este modelo a caudales altos.

Con esta nueva selección el error medio ponderado obtenido es del -3,19%, que aunque mejora respecto del -3,24% anterior, evidencia que el orden de magnitud continua siendo similar.

La distribución actualizada de los errores medios por modelos seleccionados, se muestra en la Figura 4.8, donde se mantiene la disparidad de resultados en función del modelo y especialmente de la tecnología de medición.

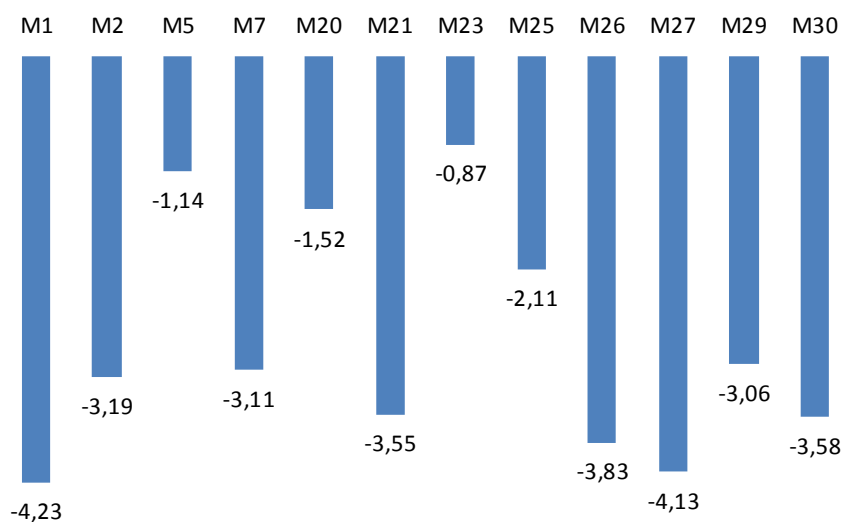


FIGURA 4.8 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 13MM SIN UNIDADES DEFECTUOSAS

Claramente en la representación actualizada de las variaciones en los errores medios de los modelos analizados, se mantienen las diferencias entre las tecnologías de

medición, donde como también se mostraba anteriormente, los modelos volumétricos de pistón oscilante analizados (M5, M20 y M23) poseen menores variaciones.

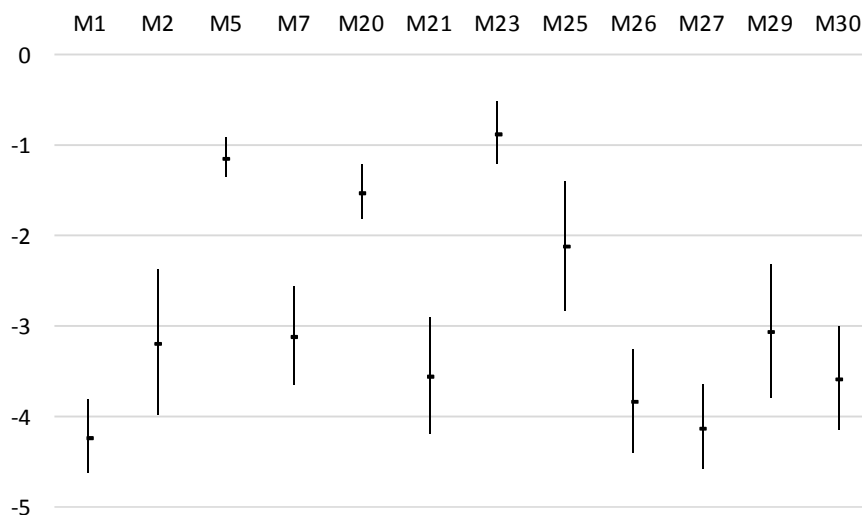
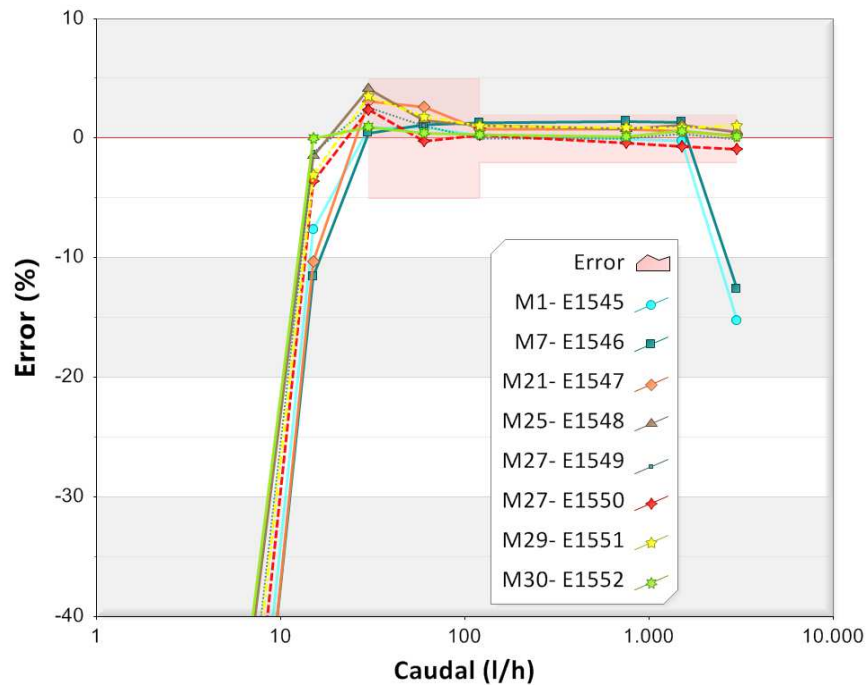


FIGURA 4.9 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 13MM SIN UNIDADES DEFECTUOSAS

Las curvas de error de los contadores ensayados se han agrupado por separado en función de la tecnología de medición y la clase metrológica. La Figura 4.10 muestra las curvas de error de los contadores de velocidad chorro único clase B o  $R \leq 125$ . Como puede verse, se detectan grandes variaciones en su comportamiento a caudales bajos entre los diferentes modelos, así como problemas por decaimiento del error para dos modelos a caudales altos. Puede observarse como el modelo M30 destaca por la forma de su curva, mucho más “plana” en el rango de caudales que va desde el caudal mínimo al de transición. Esta característica es común en los modelos homologados por la Directiva 2004/22/CE (MID).

FIGURA 4.10 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES DE CHORRO ÚNICO CLASE B O  $R \leq 125$  13MM

Los errores de los contadores equivalentes en clase C se muestran en la Figura 4.11 y corresponden exclusivamente al modelo M2. Las diferencias a caudales medios y altos entre contadores son pequeñas y principalmente dependen del ajuste de la curva de error realizada en fábrica y de las características constructivas específicas de los contadores.

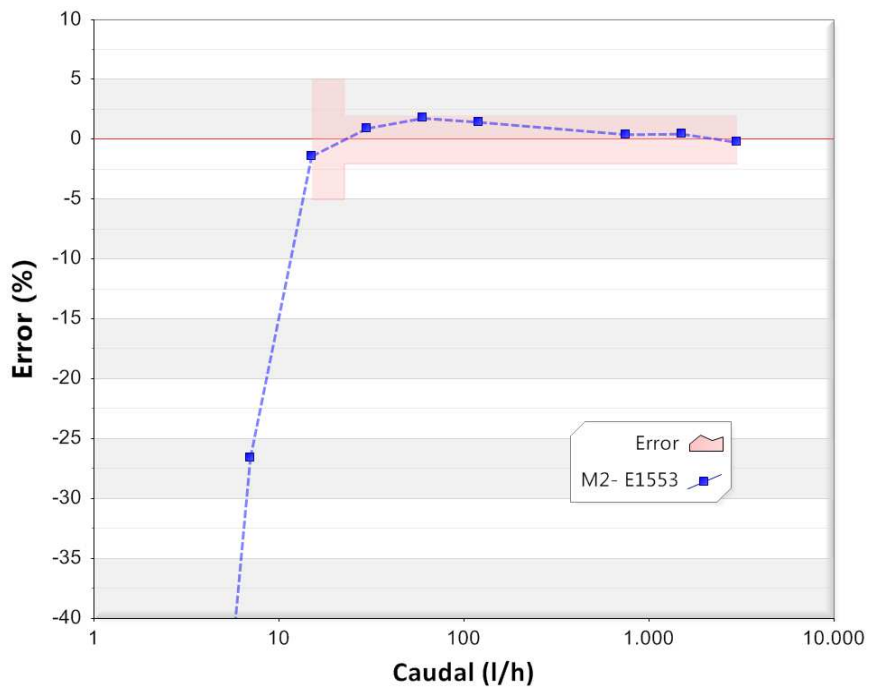


FIGURA 4.11 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES DE CHORRO ÚNICO CLASE C 13MM

Finalmente, la Figura 4.12 muestra la curva de error media para los tres modelos volumétricos ensayados. Los tres modelos muestran curvas de error muy similares y un comportamiento excepcional a caudales bajos.

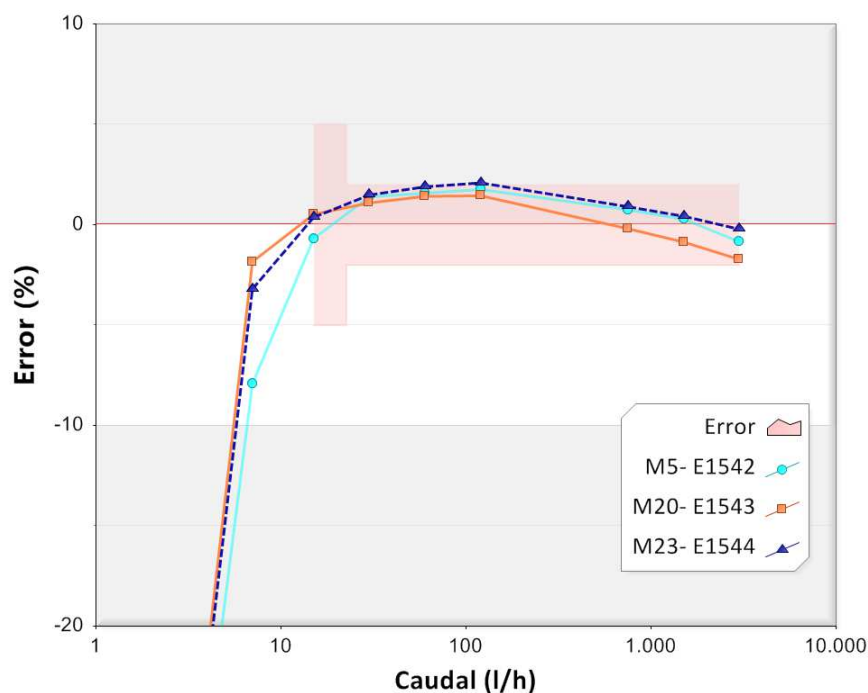


FIGURA 4.12 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES VOLUMÉTRICOS 13MM

Destacable resulta la diferencia entre las curvas representadas en la Figura 4.10 y la Figura 4.11 correspondientes a contadores de velocidad chorro único y las representadas en la Figura 4.12 correspondiente a contadores volumétricos de pistón rotativo. Mientras en los contadores de velocidad la curva presenta oscilaciones dentro del rango de medida, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h. En relación con la forma de la curva, debe de tenerse siempre presente que los consumos domésticos normalmente se encuentran en el rango comprendido entre 200 l/h y 600 l/h (Beal & Stewart, 2011) donde los errores de medida de los contadores volumétricos son siempre positivos.

Aparte de todos los parámetros y características que definen a un contador y que se han introducido anteriormente, una que en el calibre 13mm cobra especial importancia es la longitud del contador. Un contador de este calibre puede fabricarse en dos longitudes, 100mm o 115mm. Visto que de los 12 modelos analizados, tres de ellos disponen de las dos versiones (M7, M21 y M30), resulta conveniente analizar por separado estos contadores para comprobar si su comportamiento presenta diferencias significativas en función de la longitud.

Realizado el análisis en términos generales y descartando las unidades defectuosas, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4.16. Resulta evidente que existe una diferencia considerable entre modelos con longitudes diferentes en lo que a error

medio ponderado se refiere. Un análisis más detallado se realizará en el apartado correspondiente al modelo.

TABLA 4.16 ERROR MEDIO PONDERADO DE CONTADORES DE 13MM EN FUNCIÓN DE SU LONGITUD

Longitud (mm)	Muestra	EMP
100	1280	-3,58
115	1534	-3,00

Por último y antes de profundizar en el análisis individualizado de cada modelo, resta mostrar las curvas medias de error obtenidas de los modelos analizados para el calibre 13mm. Se muestran en la Figura 4.13, las curvas correspondientes a todos los contadores analizados, donde se observa un claro decaimiento del error a caudales altos. Deberá comprobarse si este efecto está influenciado únicamente por los altos errores y variabilidad de los mismos del modelo M7.

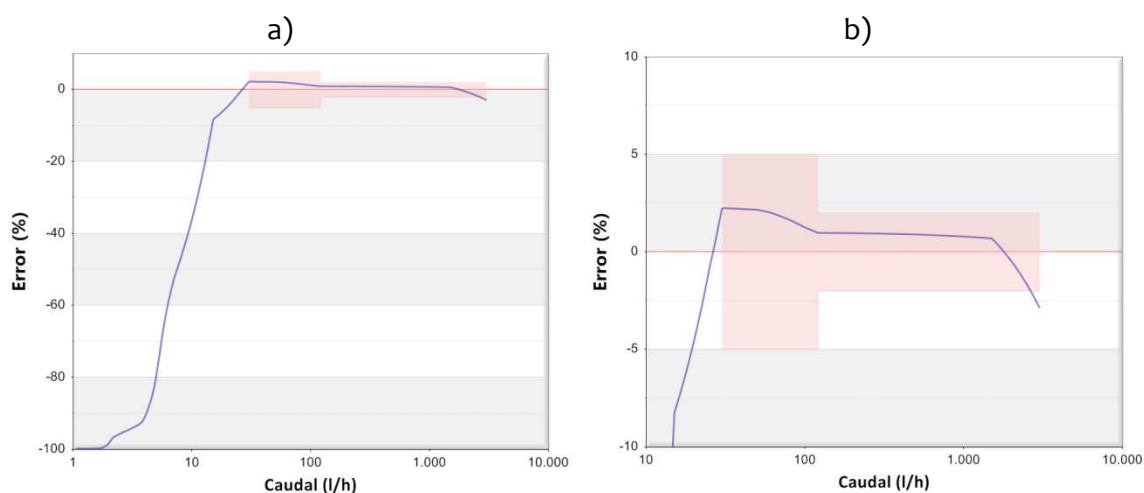


FIGURA 4.13 CURVAS DE ERROR DE CONTADORES DE 13MM

Visto que la longitud del contador tiene un claro efecto en el error medio ponderado, resulta interesante mostrar las curvas de error de los contadores de 13mm diferenciando estos por su longitud. Así en la Figura 4.14 a) se muestra la curva de error de contadores de 13mm de longitud 100mm mientras que en la b) se muestran los contadores de longitud 115mm. Claramente puede observarse que el decaimiento del error a caudales elevados queda fuertemente influenciado por los contadores de mayor longitud.



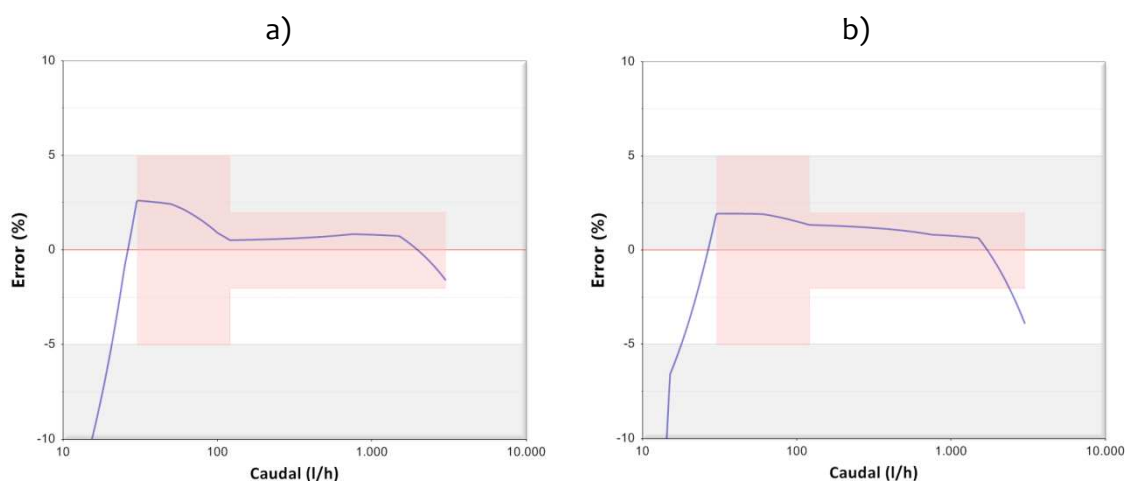


FIGURA 4.14 CURVAS DE ERROR DE CONTADORES DE 13MM EN FUNCIÓN DE SU LONGITUD

#### 4.2.2.1 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M1

El contador modelo M1 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 48 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Como puede verse en la Tabla 4.17 donde se muestran los errores a cada uno de los caudales ensayados, uno de los valores destacables es el error medio obtenido a 3000 l/h, ya que este alcanza el valor de -15,21%, muy lejos del rango establecido en la normativa del  $\pm 2\%$ . Además, existe una gran variabilidad en los resultados para este caudal, por lo que todo hace pensar que existan unidades con errores muy elevados que distorsionen la muestra.

TABLA 4.17 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M1 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M1	MEDIA	5,11	-7,37	0,88	0,96	0,23	-0,05	-0,18	-15,21	-4,33
	DESV EST.	0,66	4,39	1,13	0,92	0,57	0,54	0,42	25,13	0,46

Analizando individualmente los ensayos realizados para cada contador, se detectan 11 unidades que presentan errores superiores al -50% para el caudal máximo, por lo que son consideradas defectuosas (Tabla 4.14). Los contadores defectuosos de este modelo únicamente se encuentran a caudales altos, lo que evidencia la existencia de fallos por desacoplamiento magnético entre el tren y el totalizador, lo que se traduce

en una falta de robustez del modelo. Sin olvidar que la muestra analizada es de un total de 48 contadores, el que se detecten 11 defectuosos (22,9%) puede considerarse como inaceptable, especialmente en contadores a estrenar. Posiblemente un fallo en el ajuste de fábrica de los contadores haya provocado este resultado.

Sin embargo, del análisis de los errores obtenidos en el resto de caudales, se desprende un comportamiento aceptable, estando todos los errores dentro del rango legalmente establecido, como puede verse en la Figura 4.15, por lo que no existen contadores no conformes. En el apartado a) se representa la curva media de los resultados de todos los contadores mientras que en el b) se representan cada una de las curvas obtenidas donde se pueden detectar las 11 unidades que distorsionan la muestra.

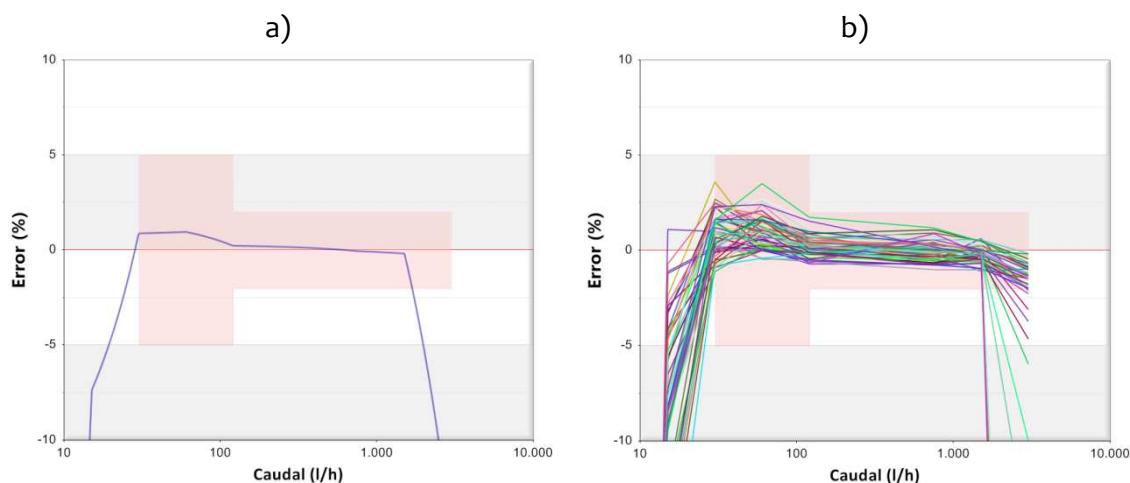


FIGURA 4.15 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (13MM)

De la misma manera, si se representa la evolución del error a cada caudal ensayado, se puede observar como para caudales bajos y medios se mantienen los errores dentro de los límites establecidos, pero para caudal 3.000 l/h la variabilidad es elevada y como ya se ha visto, una parte de los contadores presenta errores superiores al -50% (Figura 4.16).

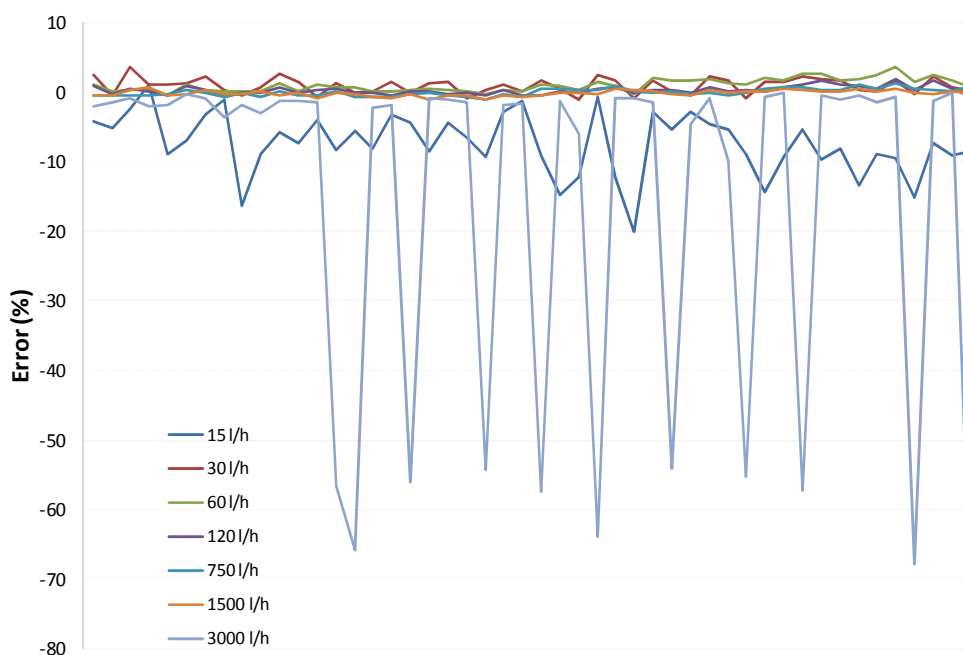


FIGURA 4.16 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL DEL MODELO M1 (13MM)

Aún con la obtención de estos resultados que serían suficientes como para determinar la no idoneidad de la adquisición de este modelo de contador, si se realiza el análisis de la curva de error para el rango de caudal de mayor probabilidad de consumo según el patrón establecido (Figura 4.5) y que se encuentra entre los caudales de 250 l/h y 1.000 l/h, el error de medición se encontraría próximo al 0%.

Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen unos resultados mejorados, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -4,23% con un Error Cuadrático Medio realmente bajo (Tabla 4.18).

TABLA 4.18 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M1 (13MM) SIN UNIDADES DEFECTUOSAS

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M1	MEDIA	5,11	-7,38	0,97	0,94	0,27	-0,09	-0,16	-1,79	-4,23	0,13
	DESV EST.	0,69	4,63	1,13	0,97	0,59	0,53	0,44	1,82	0,41	

Otro de los aspectos a evaluar es la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para cada ensayo realizado ya que será un indicador tanto de la fiabilidad del fabricante como de la estabilidad en la calidad de su proceso de fabricación. En la Figura 4.17

puede observarse como la evolución es positiva, bastante estable pero con variaciones puntuales lo que obligará a realizar un estricto control de calidad a origen.

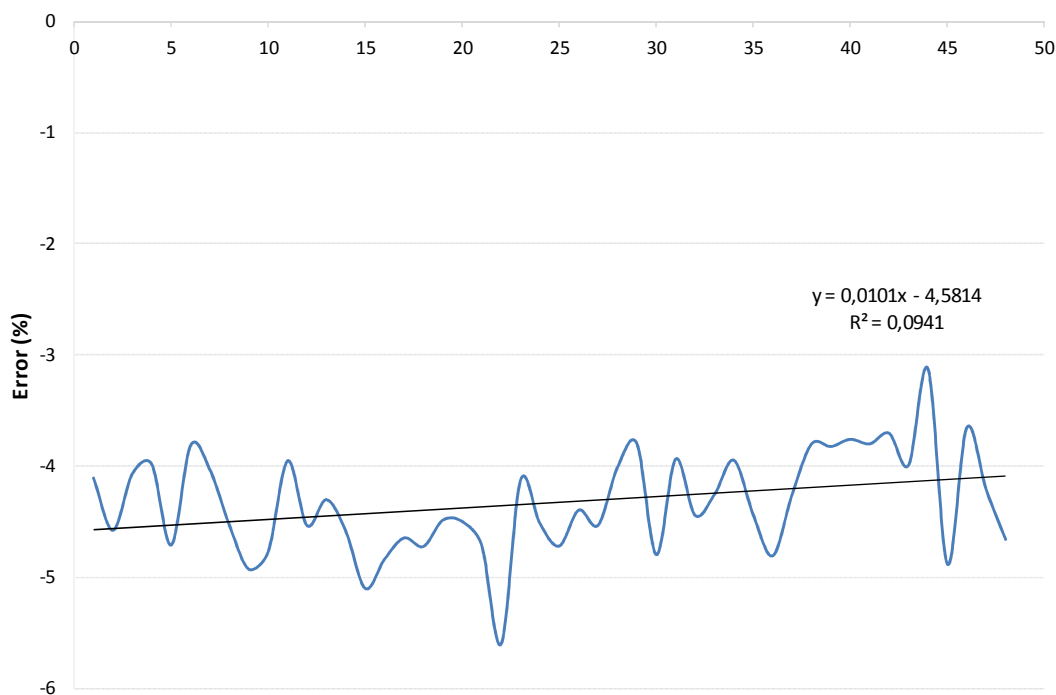


FIGURA 4.17 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M1 (13MM)

#### 4.2.2.2 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M2

El contador modelo M2 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica C. Se han analizado un total de 79 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

La Tabla 4.19 muestra los resultados medios obtenidos de los ensayos realizados. Aparentemente todos los errores se encuentran en rangos aceptables en base a la clase metrológica del contador, pero al realizar el análisis individualizado se detectan un total de 17 contadores no conformes, de los que ninguno es considerado defectuoso. De los 17 contadores no conformes, 14 lo son a caudales bajos mientras que solo 3 lo son a caudales altos (1.500 l/h). Destacable resulta que la no conformidad en la mayoría de los casos consiste en la obtención de errores positivos superiores a los permitidos (errores mayores al 2% para caudal 30 l/h).

TABLA 4.19 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M2 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M2	MEDIA	3,31	-1,27	0,94	1,79	1,45	0,42	0,47	-0,23	-3,19
	DESV EST.	1,35	2,00	1,14	0,86	0,92	0,93	0,80	0,73	0,81

Con un valor del EMP del -3,19% destaca el elevado valor del ECM lo que evidencia una gran variabilidad en los resultados como posteriormente se analizará.

Del análisis de los errores obtenidos en el resto de caudales (Figura 4.18) se desprende un comportamiento aceptable, aunque se confirman valores ligeramente positivos a caudales medios y altos. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b). No se han detectado unidades defectuosas.

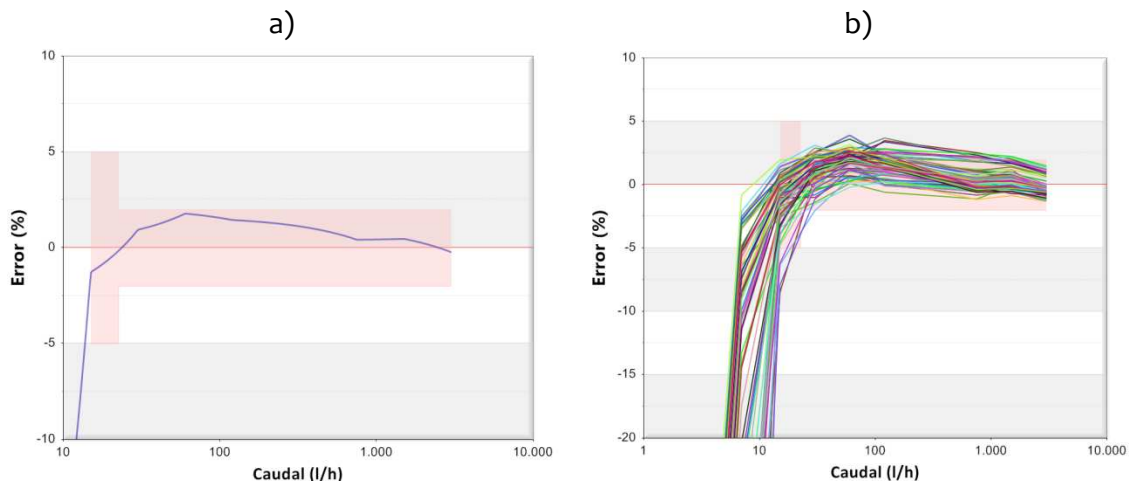


FIGURA 4.18 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M2 (13MM)

Aunque el error medio ponderado resulta negativo (-3,19%) del análisis de la curva de error para el rango de caudal de mayor probabilidad de consumo según el patrón establecido (Figura 4.5) y que se encuentra entre los caudales de 250 l/h y 1.000 l/h, el error de medición será positivo.

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M2 (Figura 4.19) resulta muy interesante ya que de ella se observa claramente como en un inicio el modelo se comportaba extraordinariamente pero no pudo conservar sus condiciones iniciales, deteriorándose su calidad sustancialmente. Estas variaciones indican un cambio en alguna de las fases del proceso de fabricación e incluso en los materiales utilizados, lo que evidencia la necesidad del control continuo incluso en aquellos modelos de

contadores cuyas condiciones en un determinado momento sean muy favorables. Este aspecto queda claramente determinado por un elevado error cuadrático medio, ya que con un valor de 0,51 es el mayor de todos los modelos analizados.

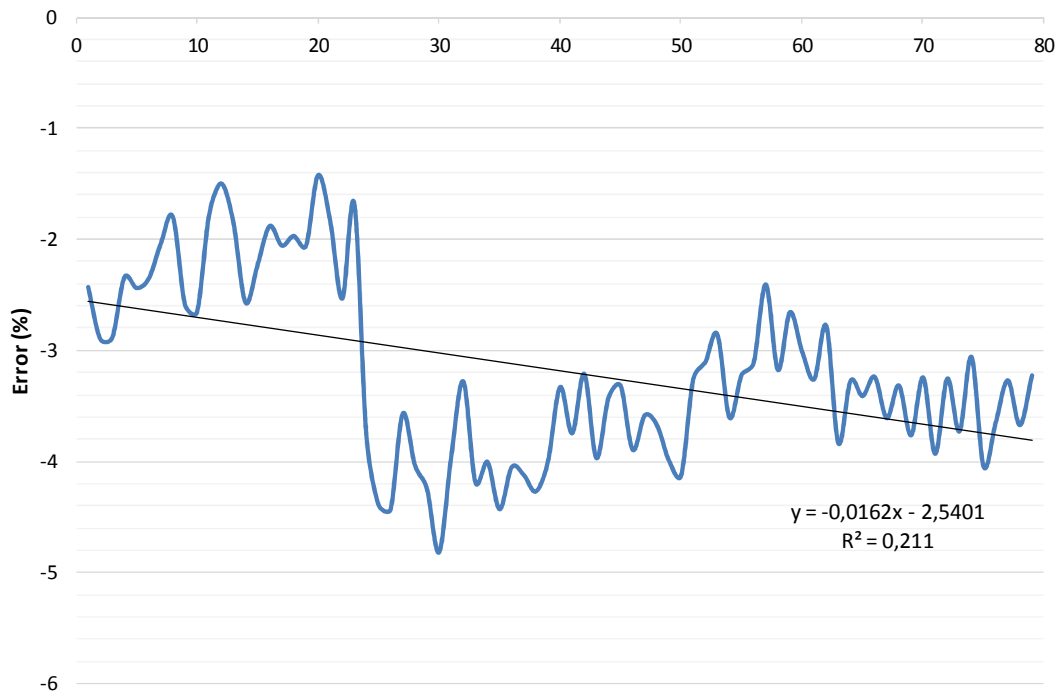


FIGURA 4.19 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M2 (13MM)

Determinante puede resultar el hecho de que de un mismo modelo se puedan obtener inicialmente errores globales del orden del -1,5% y que estos puedan llegar en algún momento a valores próximos al -5%. Evidentemente estas diferencias no son admisibles ya que suponen variaciones en el registro de aproximadamente el 3,5%, lo que aparte de las posibles pérdidas económicas que puedan llevar asociadas, puede a su vez llevar a la empresa gestora a tomar decisiones equivocadas en lo que a la gestión integral del abastecimiento se refiere.

#### 4.2.2.3 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M5

El contador modelo M5 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 183 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Del análisis tanto de los errores como de sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, destacan especialmente los altos valores de las desviaciones obtenidas para los caudales 15 l/h con un valor de 11,41% y para el caudal 3.000 l/h con un valor de 8,26% (Tabla 4.20). Analizados los ensayos se detectan para este modelo 5 unidades defectuosas, 3 de ellas a caudales bajos y 2 a caudales altos (Tabla 4.14), por lo que probablemente sean estas unidades las que provoquen estos valores elevados.

TABLA 4.20 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (13MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	1,28	-0,76	1,40	1,57	1,76	0,74	0,28	-0,84	-1,21	0,30
	DESV EST.	2,17	11,41	2,07	1,61	0,19	0,29	1,56	8,26	0,55	

De las unidades defectuosas debe destacarse que en dos de las tres detectadas a caudal 15 l/h, su error era del -100%, es decir, el contador estaba completamente parado, lo que resulta inesperado para contadores de esta tecnología, por lo que todo hace pensar que se tratara de un defecto puntual y no de una característica de funcionamiento habitual.

De las dos unidades defectuosas encontradas a caudal 3.000 l/h, una de ellas presenta un error del -100%, motivado por desacoplamiento magnético entre el tren y el totalizador. De la totalidad de contadores de 13mm ensayados, únicamente este modelo presenta una unidad parada a caudal máximo.

Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen resultados propios a esta tecnología, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -1,14% y obteniéndose el menor Error Cuadrático Medio de todos los contadores de 13mm analizados (Tabla 4.21). Asimismo se observa que las desviaciones típicas son muy bajas aunque algo superiores a caudales bajos como es habitual.

TABLA 4.21 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (13MM) SIN UNIDADES DEFECTUOSAS

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	1,00	0,77	1,64	1,71	1,77	0,72	0,36	-0,05	-1,14	0,05
	DESV EST.	0,00	0,86	0,61	0,24	0,18	0,29	0,37	0,35	0,22	

Como se adelantaba en el apartado 4.2.2, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h, como se confirma en los valores de la tabla anterior y a su vez puede observarse en la Figura 4.20.

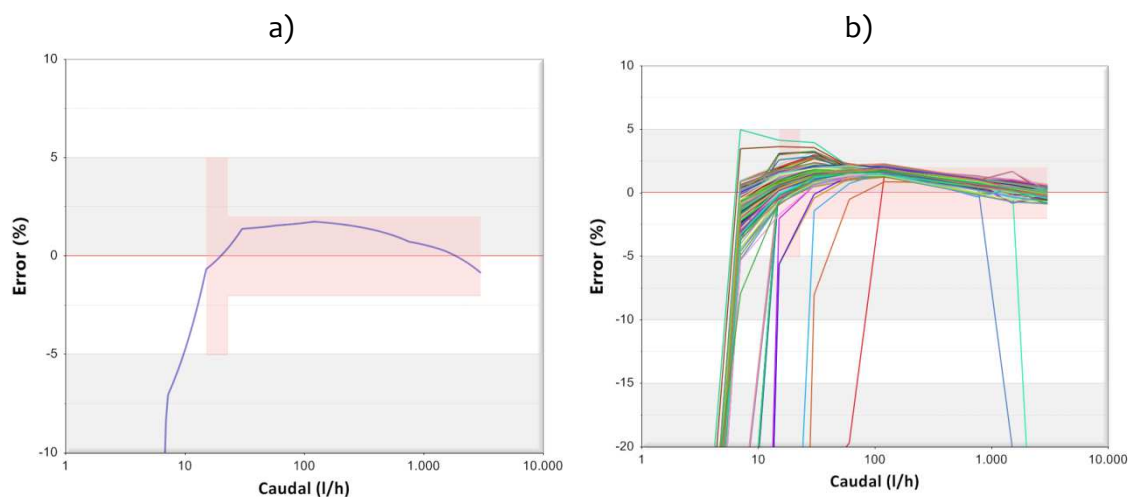


FIGURA 4.20 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M5 (13MM)

En relación con la forma de la curva, debe de tenerse siempre presente que los consumos domésticos normalmente se encuentran en el rango comprendido entre 200 l/h y 600 l/h (Beal & Stewart, 2011) donde los errores de medida de los contadores volumétricos son siempre positivos.

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M5 (Figura 4.21) si se descartan las unidades defectuosas, se desprende la gran estabilidad de este, lo que otorga una gran fiabilidad al fabricante y demuestra una gran calidad en su proceso de fabricación.



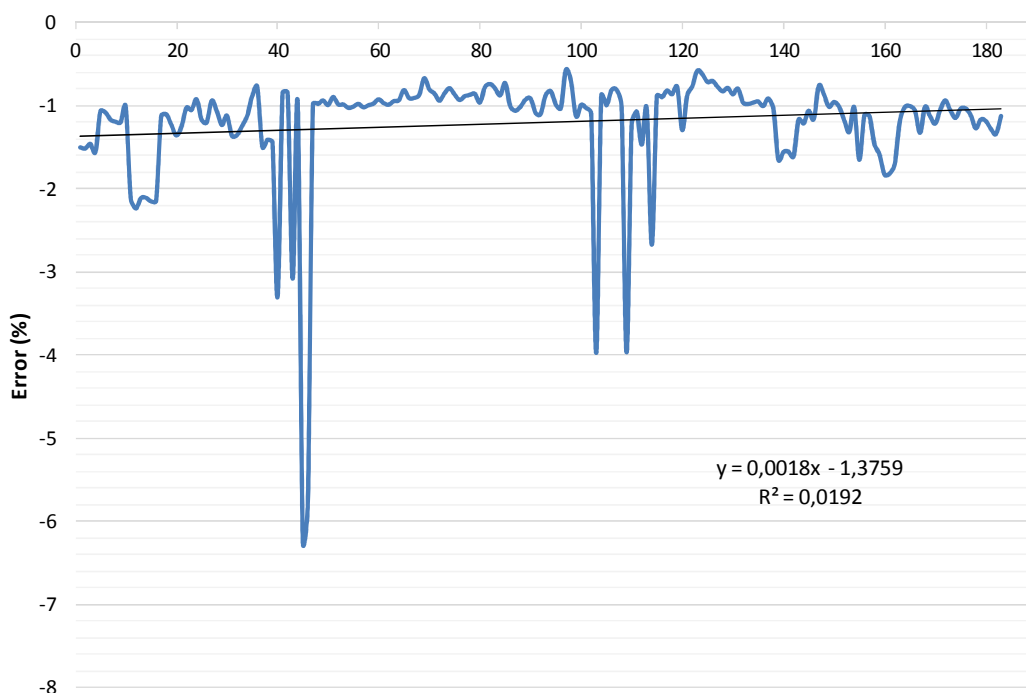


FIGURA 4.21 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M5 (13MM)

#### 4.2.2.4 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M7

El contador modelo M7 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 610 contadores, de los cuales 201 son de longitud 100mm y 409 de longitud 115 mm.

La Tabla 4.22 muestra los resultados medios obtenidos de los ensayos realizados. Tanto del análisis de los errores como de las desviaciones típicas de los mismos, se desprende que tanto a caudales bajos (15 l/h) como altos (3.000 l/h) con errores medios del -11,20% y -12,35% respectivamente, asociados a desviaciones elevadas, deben de existir anomalías. Realizando un análisis individualizado se detectan un total de 114 contadores defectuosos (18,7%), la mayoría de los cuales (103) lo son a caudales altos (3.000 l/h). Asimismo también se detectan un total de 203 contadores no conformes siguiéndose la misma tendencia, es decir, prácticamente la totalidad a caudales altos (Tabla 4.14).

TABLA 4.22 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M7 (13MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M7	MEDIA	5,81	-11,20	0,49	1,15	1,30	1,41	1,33	-12,35	-3,26	0,48
	DESV EST.	3,06	13,77	7,88	1,17	0,78	0,57	0,66	22,31	0,71	

Con un valor del EMP del -3,26% destaca el elevado valor del ECM lo que evidencia una gran variabilidad en los resultados como posteriormente se analizará.

Del análisis de los errores obtenidos en el resto de caudales (Figura 4.22) se desprende un comportamiento aceptable, aunque se confirman valores ligeramente positivos a caudales medios y altos. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b), donde también se observa claramente tanto la variabilidad como los errores elevados especialmente a caudales altos.

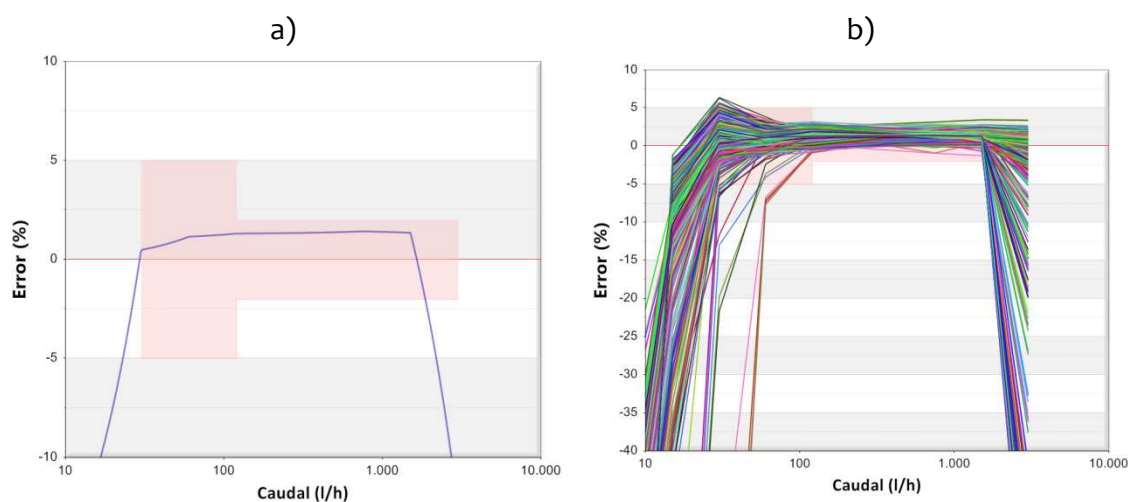


FIGURA 4.22 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M7 (13MM)

Resulta conveniente mencionar la importancia que presenta la metodología en la realización de los ensayos. El que se detecten tantos contadores defectuosos a caudal máximo para este modelo, aparte de la clara debilidad que evidencia, también puede estar motivado por el procedimiento de ensayo. Es decir, cuando se ensaya un contador a un caudal determinado, este caudal se genera rápidamente por el grupo de bombeo que dispone el laboratorio. Así, el contador pasa de estar parado a moverse a gran velocidad, sobre todo en un ensayo de caudal máximo. Con esto no se pretende minimizar el mal comportamiento del contador a este caudal pero si clarificar que esta situación aunque posible, rara vez se producirá en la realidad, por lo que debe

analizarse detenidamente si este comportamiento es condicionante para decidir la no aceptación del contador.

Eliminando del análisis las unidades defectuosas, se obtienen unos resultados mejorados, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -3,11% con un Error Cuadrático Medio aceptable (Tabla 4.23). Aún así, se observa que el error medio a caudal 3.000 l/h se encuentra en valores superiores al rango  $\pm 2\%$ , lo que evidencia el punto débil del modelo.

TABLA 4.23 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M7 (13MM) SIN UNIDADES DEFECTUOSAS

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M7	MEDIA	5,51	-10,05	1,23	1,23	1,34	1,45	1,35	-3,01	-3,11	0,29
	DESV EST.	1,38	9,08	1,89	0,88	0,77	0,58	0,68	10,23	0,55	

Como se comentaba en el apartado 4.2.2, en aquellos modelos que dispongan de dos longitudes, resulta conveniente analizar por separado estos contadores para comprobar si su comportamiento presenta diferencias significativas en función de la longitud.

Realizado el análisis en función de la longitud y descartando las unidades defectuosas, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4.24. Resulta evidente que existe una diferencia considerable entre modelos con longitudes diferentes. La variante de longitud 115mm mejora en todos los caudales a la de 100mm, excepto para los caudales altos (1.500 l/h y 3.000 l/h) y posee unas desviaciones típicas inferiores, por lo que mantiene mejor su comportamiento de un contador a otro. Posiblemente el tamaño de muestra incluso la mayor producción de modelos de 115mm, justifique un mayor control en el proceso de producción. Así se evidencia también en los valores del ECM para ambas variantes. En lo que a error medio ponderado se refiere, se observa una diferencia absoluta del 0,45%, por lo que podría decirse que siendo dos variantes de un mismo modelo, las diferencias son relevantes y a considerar.

TABLA 4.24 COMPARATIVA DEL MODELO M7 (13MM) EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M7	MEDIA	5,67	-11,09	0,38	0,93	0,65	1,37	1,56	-3,23	-3,43	0,30
100mm	DESV EST.	1,71	10,96	2,16	1,12	0,69	0,66	0,74	11,40	0,55	
M7	MEDIA	5,40	-9,18	1,64	1,36	1,62	1,45	1,25	-3,30	-2,98	0,22

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
<b>115mm</b> DESV EST.	1,18	7,93	1,59	0,68	0,57	0,52	0,63	9,62	0,49	

Asimismo, cabe mencionar que los graves problemas que este modelo presenta a caudales altos y próximos a los 3.000 l/h, se mantienen para ambas variantes, como bien puede concluirse en la Figura 4.23.

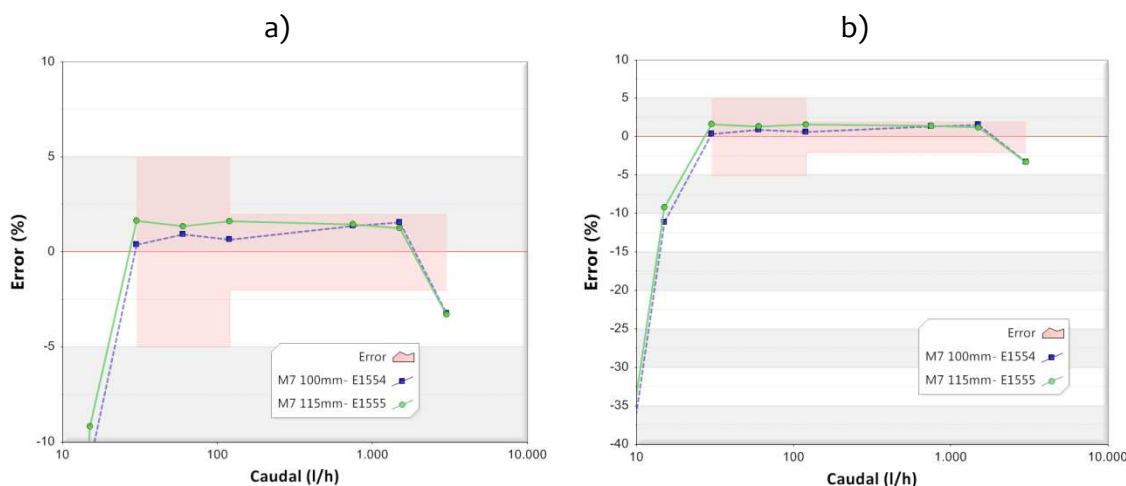


FIGURA 4.23 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M7 EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD (13MM)

Vistas las diferencias existentes entre ambas variantes del modelo M7, se considera analizar la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) por separado. Para la variante de longitud 100mm la evolución es la representada en la Figura 4.24, y la evolución de la variante de 115mm corresponde a la Figura 4.25. En ambas gráficas puede observarse la estabilidad del modelo con variaciones puntuales (unidades defectuosas) y con una ligera mejora en el tiempo de la variante de longitud 115mm. Asimismo resulta evidente la mejora en las últimas unidades de la variante de longitud 100mm, fruto de las exigencias de la empresa abastecedora al fabricante, a raíz del incremento de unidades defectuosas e incluso del aumento de la variabilidad en los resultados obtenidos. A partir de la subsanación de problemas en la utilización de productos utilizados en el ensamblaje de los contadores así como la sustitución del molde de fabricación de los cuerpos del contador, se observa una mejora sustancial tanto en el valor absoluto del EMP como en su variabilidad.

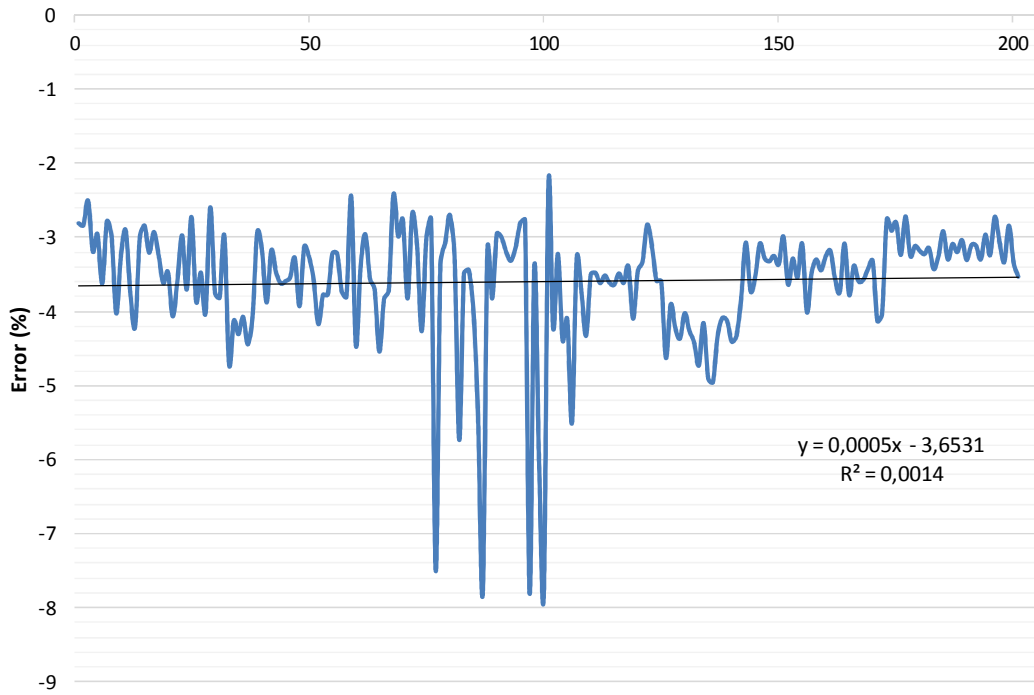


FIGURA 4.24 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M7 LONGITUD 100MM (13MM)

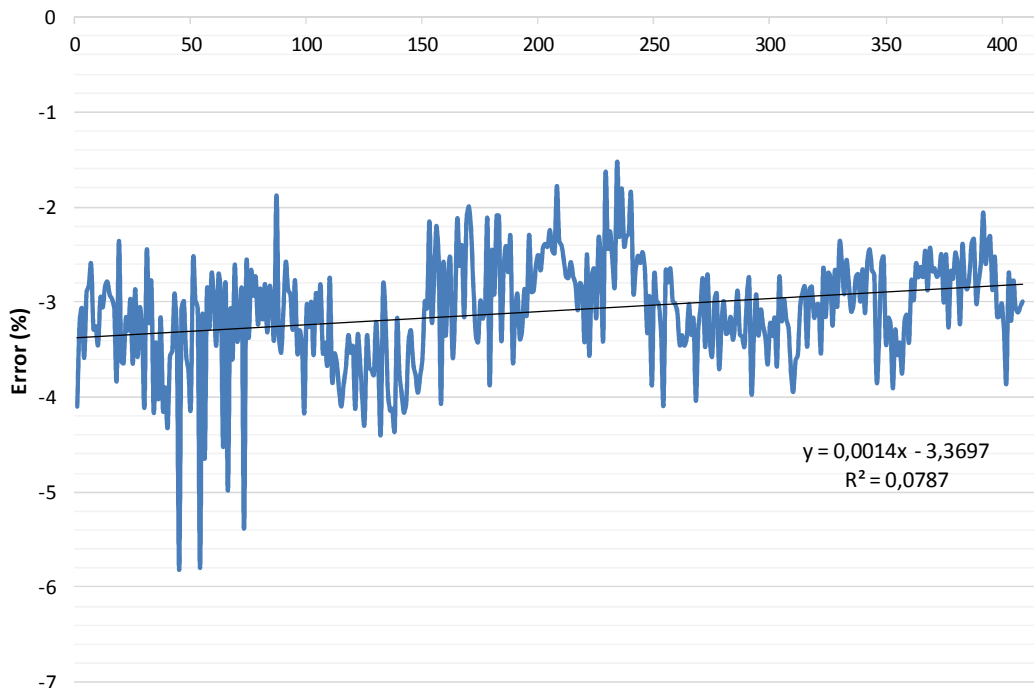


FIGURA 4.25 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M7 LONGITUD 115MM (13MM)

#### 4.2.2.5 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M20

El contador modelo M20 es un contador volumétrico de pistón rotativo con caudal permanente  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R315. Se han analizado un total de 13 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Al analizar tanto los errores como sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, se obtienen resultados propios a esta tecnología, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -1,52% con un Error Cuadrático Medio muy bajo. Se detectan cuatro unidades no conformes ya que sobrepasan el rango  $\pm 2\%$  en caudales medios y altos, aunque la variación es insignificante ya que el error medio de estas unidades es del 2,04%. Esta variación podría asumirse ya que puede estar absorbida por la propia incertidumbre del procedimiento de ensayo como se detalla en el anexo correspondiente.

TABLA 4.25 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M20 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM	
M20	MEDIA	1,00	0,64	1,32	1,51	1,61	0,05	-0,56	-1,47	-1,52	0,06
	DESV EST.	0,00	0,69	0,46	0,34	0,27	0,38	0,46	0,45	0,30	

Como ya se ha visto para el anterior modelo volumétrico M5, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h. La curva de error de este modelo se muestra en la Figura 4.26.

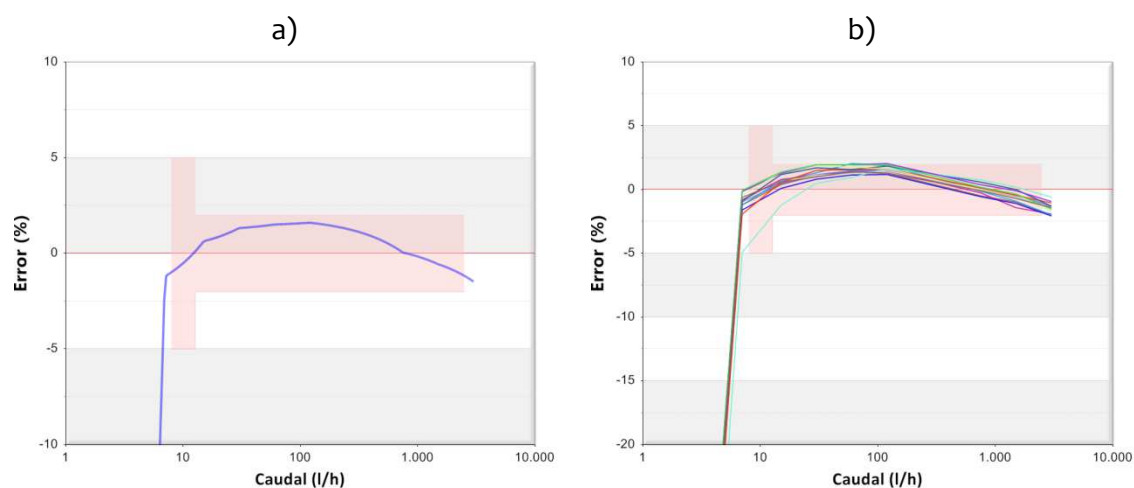


FIGURA 4.26 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M20 (13MM)

Comparando este modelo con el también volumétrico M5, se observa que aún presentando errores de medida positivos para el rango de mayor consumo doméstico, estos errores son inferiores y decaen para valores de caudal alto. La diferencia entre ambos modelos para el EMP es del 0,38%.

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M20 (Figura 4.27) se desprende cierta estabilidad que deberá confirmarse con un mayor número de ensayos.

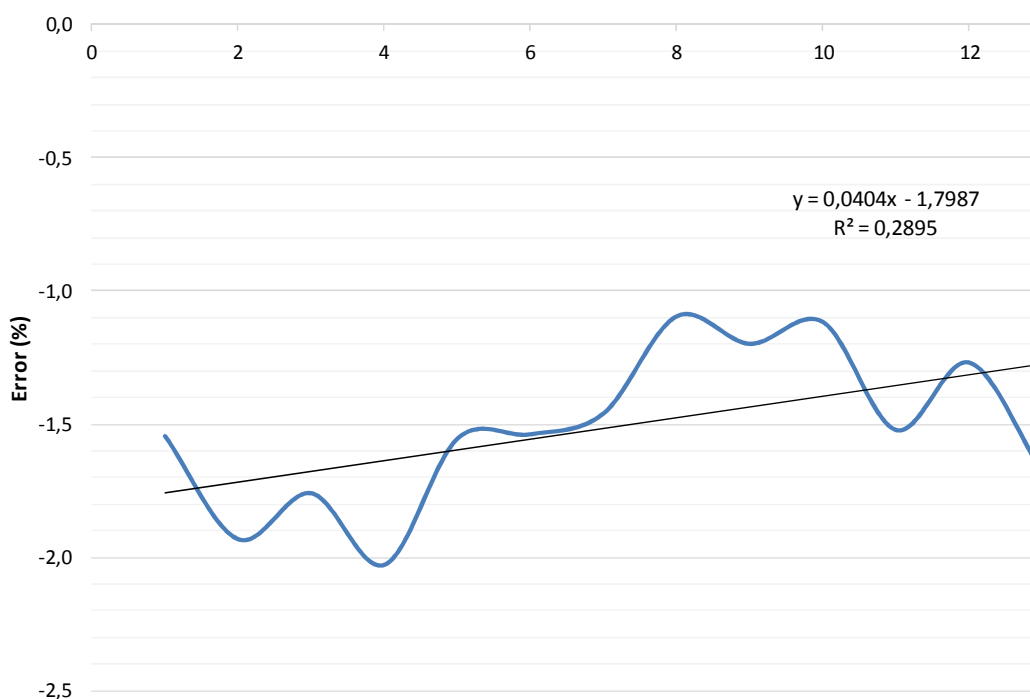


FIGURA 4.27 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M20 (13MM)

#### 4.2.2.6 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M21

El contador modelo M21 es un contador de velocidad de chorro único con caudal permanente  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40. Se han analizado un total de 1.709 contadores, de los cuales 1.103 son de longitud 100mm y 606 de longitud 115 mm. Representa la muestra más amplia analizada ya que supone el 57,5% del total de contadores de 13mm.

Del análisis de los resultados obtenidos (Tabla 4.26) se detectan desviaciones típicas elevadas en los caudales de 30 l/h y 3.000 l/h. Tratándose de un contador con  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40, sus caudales característicos serán:  $Q_1=62,5 \text{ l/h}$  y  $Q_2=100 \text{ l/h}$  por lo que será a

estos caudales donde se analizarán los errores para comprobar si cumplen con los rangos establecidos.

Se detectan un total de 31 contadores defectuosos (1,8%), la mayoría de los cuales (29) lo son a caudales bajos, presentando errores del -100% para caudal 15 l/h e incluso 4 unidades a caudal 30 l/h (es decir, los contadores estaban completamente parados). Asimismo también se detectan un total de 62 contadores no conformes, esta vez repartidos entre caudales bajos y caudales medio-altos (Tabla 4.14).

TABLA 4.26 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M21 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM	
M21	MEDIA	5,59	-10,20	3,11	2,64	0,78	0,78	0,61	0,23	-3,58	0,53
	DESV EST.	2,19	11,96	5,37	1,32	0,83	0,80	0,75	4,26	0,73	

Con un valor del EMP del -3,58% destaca el elevado valor del ECM lo que evidencia una gran variabilidad en los resultados posiblemente influenciada por el gran tamaño de la muestra analizada.

Del análisis de la curva de error (Figura 4.28) se desprende un comportamiento medio muy bueno, aunque la tendencia media es de presentar siempre valores positivos para todos los caudales. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b), donde también se observa claramente tanto la variabilidad de los errores como sus valores elevados especialmente a caudales bajos.



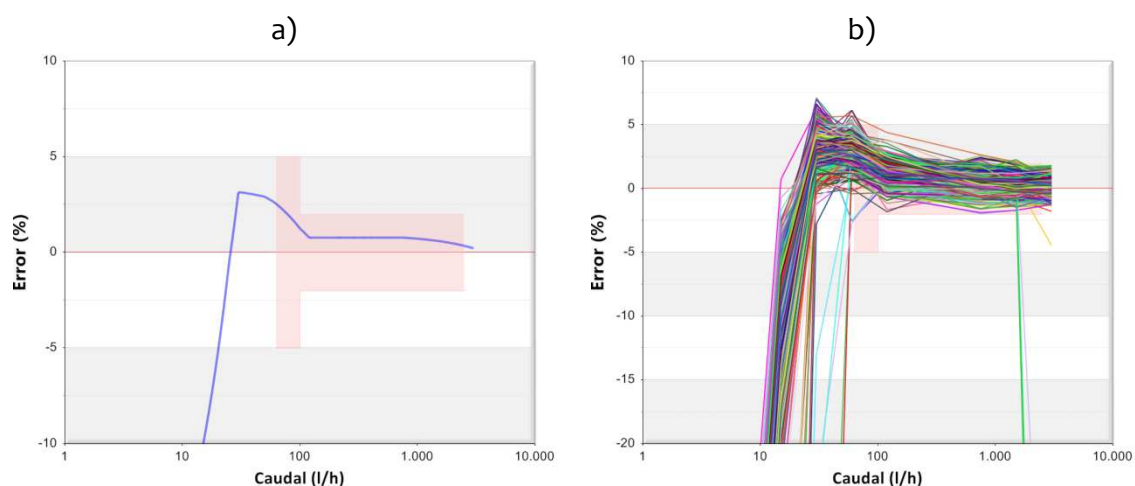


FIGURA 4.28 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M21 (13MM)

Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen unos resultados mejorados, especialmente en las desviaciones de los errores para los caudales de 30 l/h y 3.000 l/h. Destacable es el nuevo ECM que pasa de un valor inicial de 0,53 a 0,40 eliminando únicamente las 31 unidades defectuosas de las 1.709 analizadas.

TABLA 4.27 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M21 (13MM) SIN UNIDADES DEFECTUOSAS

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
<b>M21</b>	MEDIA	5,35	-8,81	3,44	2,66	0,77	0,78	0,60	0,43	-3,55	0,40
	DESV EST.	0,85	5,22	1,45	1,16	0,80	0,75	0,69	0,69	0,64	

Como se comentaba en el apartado 4.2.2, en aquellos modelos que dispongan de dos longitudes, resulta conveniente analizar por separado estos contadores para comprobar si su comportamiento presenta diferencias significativas en función de la longitud.

Realizado el análisis en función de la longitud y descartando las unidades defectuosas, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4.28. No existen diferencias significativas a excepción de que las desviaciones típicas para la variante de longitud 100mm son siempre mayores que para la variante de 115mm, aun manteniendo magnitudes similares. Este aspecto conlleva que la variabilidad del EMP representado por el ECM sea superior para la variante más corta. No hay que olvidar que la muestra analizada de la variante de longitud 100mm era de un total de 1.103 contadores, mientras que la variante de 115mm era de 606, por lo que la variabilidad puede verse

afecta por el tamaño de muestra. Como puede observarse los valores del EMP son bastante similares.

TABLA 4.28 COMPARATIVA DEL MODELO M21 (13MM) EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
<b>M21</b>	MEDIA	5,35	-8,90	3,64	2,48	0,51	0,81	0,63	0,40	-3,60	0,42
<b>100mm</b>	DESV EST.	0,89	5,81	1,54	1,24	0,70	0,84	0,76	0,74	0,70	
<b>M21</b>	MEDIA	5,36	-8,64	3,07	2,99	1,23	0,71	0,55	0,49	-3,45	0,25
<b>115mm</b>	DESV EST.	0,77	3,94	1,21	0,91	0,75	0,54	0,53	0,60	0,50	

En la representación de ambas curvas de error (Figura 4.29) puede verse la gran similitud en el comportamiento para ambas variantes del modelo. Puede observarse que las bandas de error representadas son diferentes respecto de las grafiadas anteriormente. En este caso, en lugar de identificar los rangos de error correspondientes al tipo de contador estudiado ( $R_{40}$ ,  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_1= 62,5 \text{ l/h}$ ,  $Q_2= 100 \text{ l/h}$  y  $Q_4=3.125 \text{ l/h}$ ), se han representado las correspondientes a un contador de 13mm clase B ya que, como puede comprobarse las curvas de error se ajustan perfectamente, lo cual demuestra que el contador actual es la evolución de un modelo anterior homologado como tal.

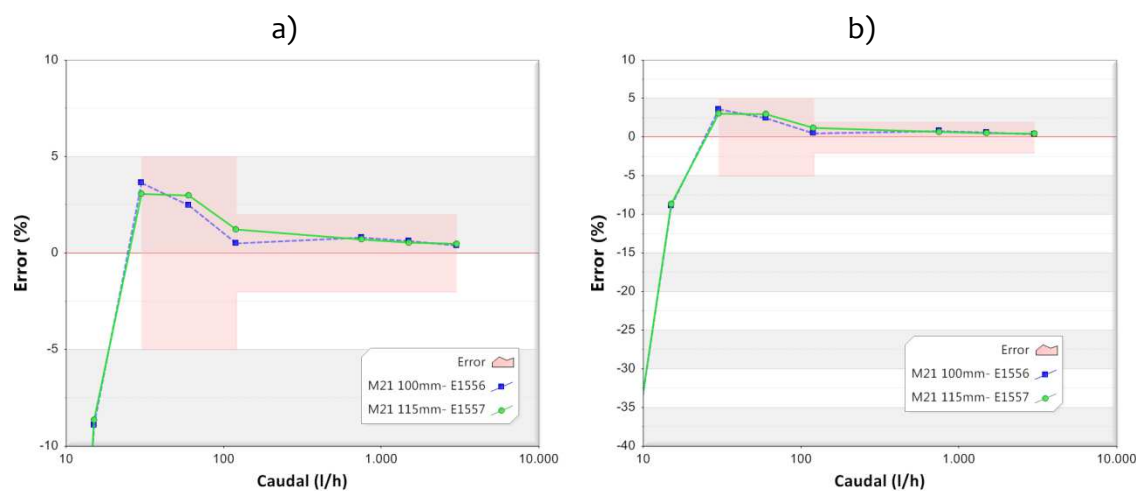


FIGURA 4.29 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M21 EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD (13MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para cada variante, muestra lo comentado con anterioridad. La variante de longitud 100mm presenta menor estabilidad por el decaimiento del error medio ponderado a lo largo del tiempo (Figura

4.30) mientras que la variante de longitud 115mm, mantiene una estabilidad mayor (Figura 4.31).

En ambas gráficas pueden observarse las variaciones puntuales correspondientes a las unidades defectuosas.

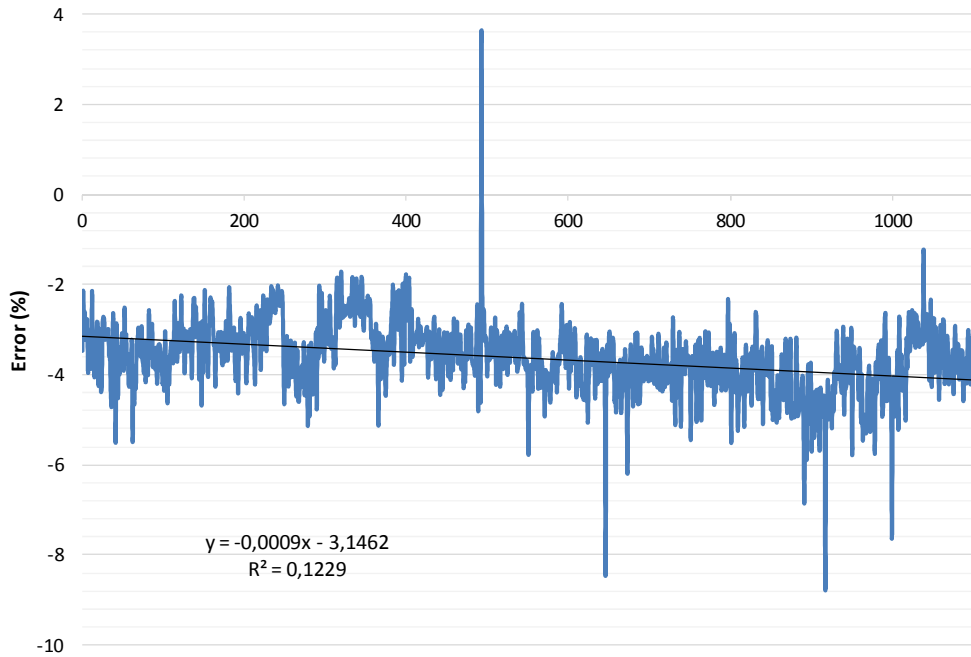


FIGURA 4.30 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M21 LONGITUD 100MM (13MM)

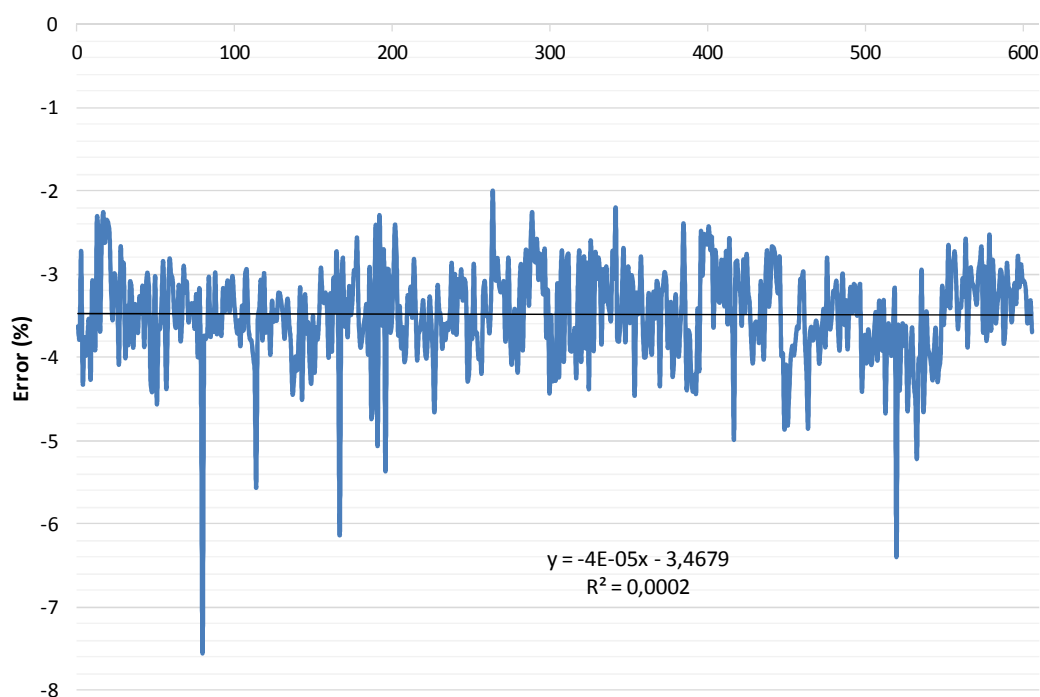


FIGURA 4.31 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M21 LONGITUD 115MM (13MM)

#### 4.2.2.7 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M23

El contador modelo M23 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 120 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Al analizar tanto los errores como sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, se obtienen unos excelentes resultados propios de la tecnología del modelo. Destaca el Error Medio Ponderado con un valor de -0,87% ya que es el mejor obtenido del análisis de contadores de 13mm. A su vez, el bajo Error Cuadrático Medio también denota el buen comportamiento y características del modelo.

No se detectan unidades defectuosas pero si no conformes a caudales bajos-medios, donde a caudal 60 l/h se obtiene un error medio para estas unidades de 2,20%, sobrepasando el rango  $\pm 2\%$  establecido. Como ocurría con el modelo también volumétrico M5, se puede considerar esta variación insignificante y podría asumirse ya que puede estar absorbida por la propia incertidumbre del procedimiento de ensayo.

También existen dos unidades no conformes a caudal 3.000 l/h, en este caso por valores inferiores al -2%.

TABLA 4.29 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M23 (13MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
<b>M23</b>	MEDIA	1,01	0,37	1,48	1,89	2,09	0,90	0,42	-0,22	-0,87	0,09
	DESV EST.	0,09	1,12	0,67	0,43	0,41	0,33	0,34	0,70	0,35	

Como suele ser habitual en contadores volumétricos, su curva de error muestra el buen comportamiento de estos contadores a caudales bajos así como valores positivos para rangos de caudal de consumo habitual (Figura 4.32).

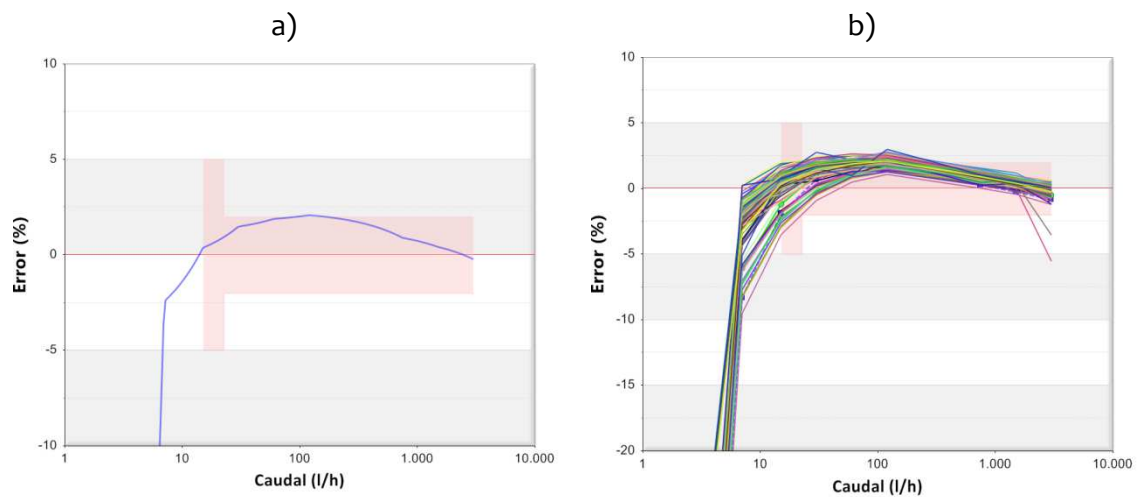


FIGURA 4.32 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M23 (13MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M23 (Figura 4.33) se desprende una buena estabilidad a la vez que mejora en el tiempo, lo que otorga fiabilidad al fabricante y demuestra una clara mejora en el modelo, ya que pasa de unos valores iniciales del EMP en torno al -1,5% para llegar a mejorarlo en aproximadamente un 1%. Esta mejora puede haberse producido gracias a una mejora en su proceso de fabricación y/o en una mejora en la calidad de los componentes que integran el propio contador.

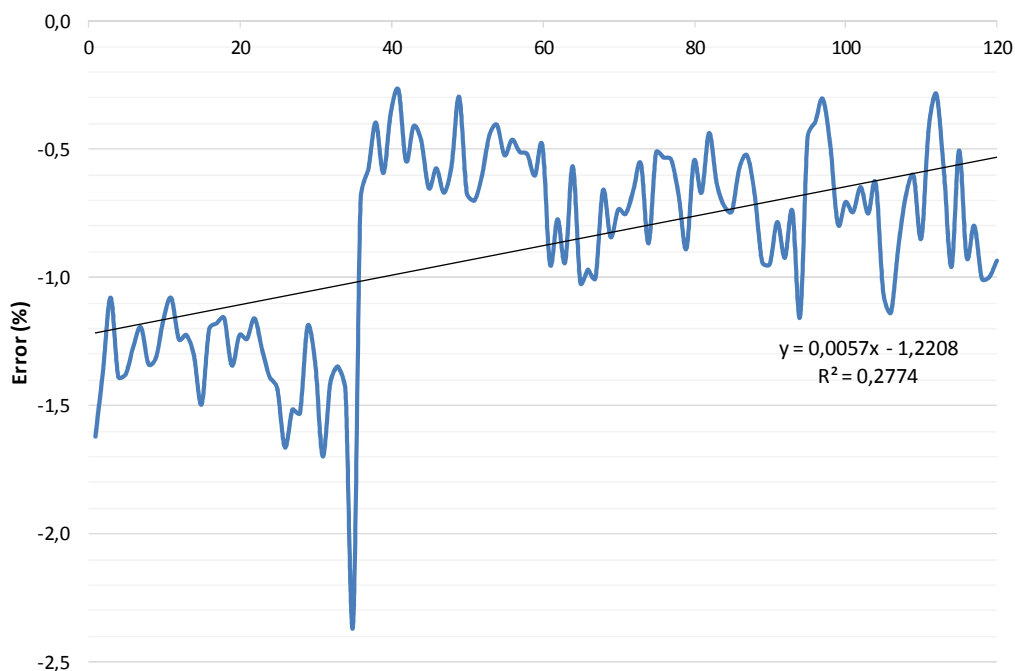


FIGURA 4.33 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M23 (13MM)

#### 4.2.2.8 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M25

El contador modelo M25 es un contador de velocidad de chorro único, con  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40. Se han analizado un total de 39 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Como puede verse en la Tabla 4.30 donde se muestran los errores a cada uno de los caudales ensayados, uno de los valores destacables es el error medio obtenido a 30 l/h, ya que este alcanza un valor de 4,18%. Aún así, al tratarse de un contador R40 y sus caudales característicos  $Q_1=62,5 \text{ l/h}$  y  $Q_2=100 \text{ l/h}$ , únicamente se detectan 8 unidades no conformes la mayor parte de ellas a caudales altos, aunque manteniendo valores muy cercanos al rango del  $\pm 2\%$ . Destacable resulta el valor del EMP para este modelo tratándose de un contador de velocidad R40.

TABLA 4.30 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M25 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M25	MEDIA	3,75	-1,31	4,18	1,49	1,10	0,79	1,11	0,54	-3,00
	DESV EST.	1,10	1,89	0,99	0,95	0,70	0,70	0,71	0,77	0,57

La curva de error media (Figura 4.34 a) muestra un comportamiento bastante positivo, mientras que la figura donde se muestran cada una de las curvas individuales (apartado b), se pueden observar los errores ligeramente elevados para los caudales 60 l/h y 3.000 l/h.

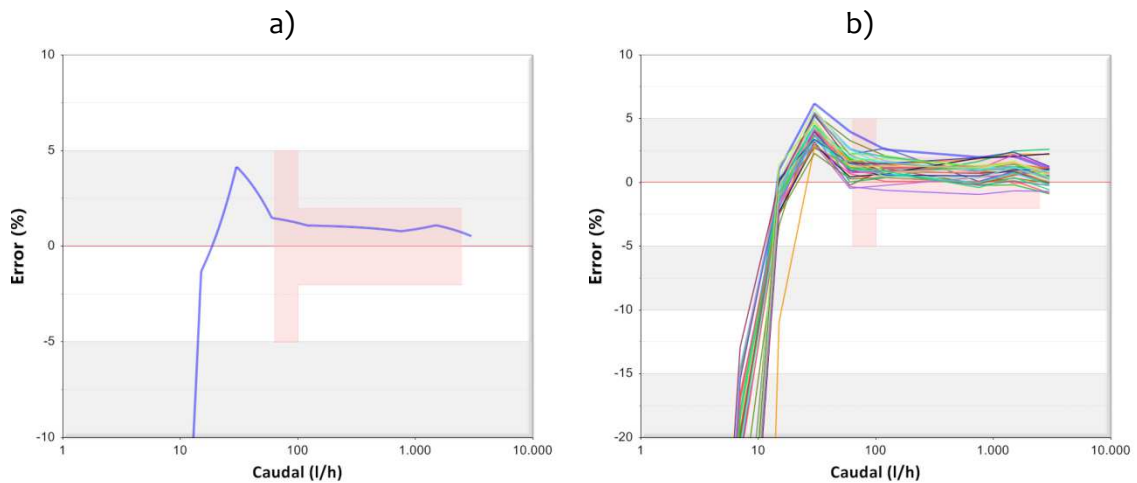


FIGURA 4.34 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M25 (13MM)

Del análisis de la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) y para la muestra relativamente pequeña analizada, aunque ofrece cierta estabilidad alrededor del -3,00%, pueden observarse variaciones puntuales lo que obligará a realizar un estricto control de calidad a origen, ya que la desviación típica del EMP es del 0,57%.

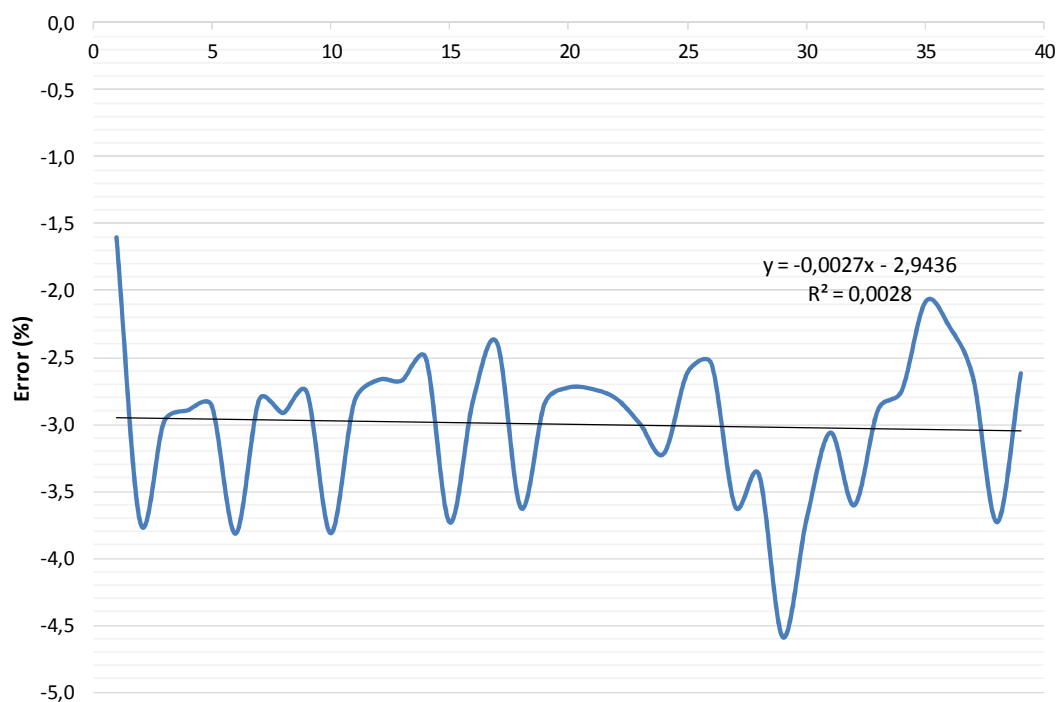


FIGURA 4.35 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M25 (13MM)

#### 4.2.2.9 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M26

El contador modelo M26 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 24 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Del análisis de los errores de este modelo destaca la gran aproximación al error del 0% en caudales medios y altos, así como valores elevados para el caudal de 30 l/h, donde se detectan tres unidades no conformes.

TABLA 4.31 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M26 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M26	MEDIA	4,20	-1,33	2,56	1,07	0,03	-0,01	0,36	-0,10	-3,83
	DESV EST.	0,58	3,84	1,81	0,74	0,44	0,67	0,65	0,52	0,58



La curva de error media (Figura 4.36 a) muestra el comportamiento estable y próximo al 0% comentado anteriormente, mientras que en el apartado b) se pueden observar las unidades que a 30 l/h sobrepasan el rango error establecido.

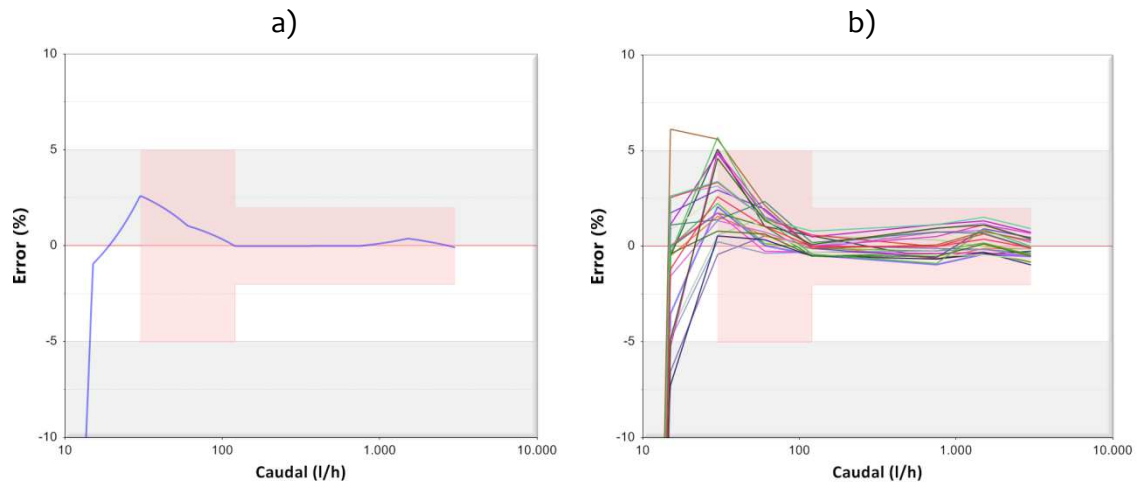


FIGURA 4.36 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M26 (13MM)

Este modelo tiene una evolución del Error Medio Ponderado (EMP) positiva acercándose a valores del EMP próximos al -3% cuando desde origen los valores eran inferiores al -4%.

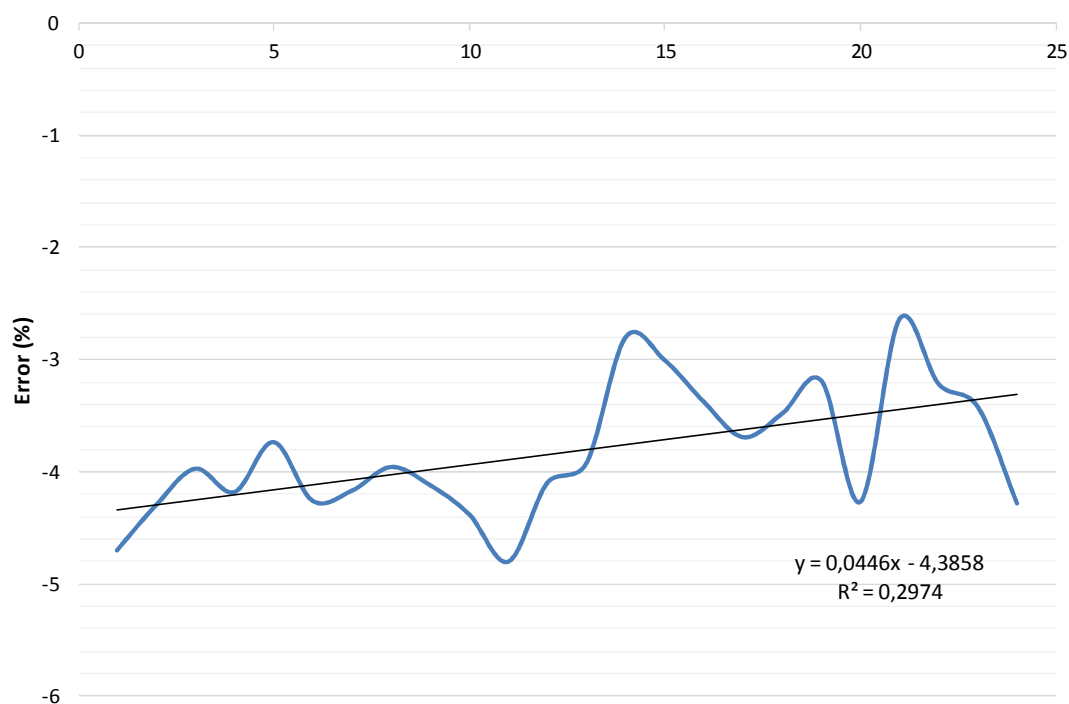


FIGURA 4.37 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M26 (13MM)

#### 4.2.2.10 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M27

El contador modelo M27 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 37 contadores, todos con una longitud de 115 mm. Cabe destacar que este modelo es la versión en Composite del modelo anterior M26, por lo que la comparación entre ambos modelos ofrecerá resultados que podrán analizar la influencia que pueda tener el material constructivo del contador.

Del análisis de los errores de este modelo y comparándolos con el anterior, destacan los errores superiores a caudales bajos así como un decaimiento a partir del caudal 750 l/h. Únicamente se detectan dos unidades no conformes a caudales bajos, aunque el margen de error no es relevante. Comparando el EMP de ambos modelos, resulta evidente que el modelo en material Composite ofrece peor resultado.

TABLA 4.32 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M27 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M27	MEDIA	4,70	-2,93	2,77	-0,02	0,25	-0,36	-0,60	-0,63	-4,13
	DESV EST.	1,16	4,39	1,84	1,02	0,34	0,35	0,44	0,61	0,46

De la observación de las curvas de error se puede confirmar el comportamiento diferente de este modelo frente al anterior analizado.

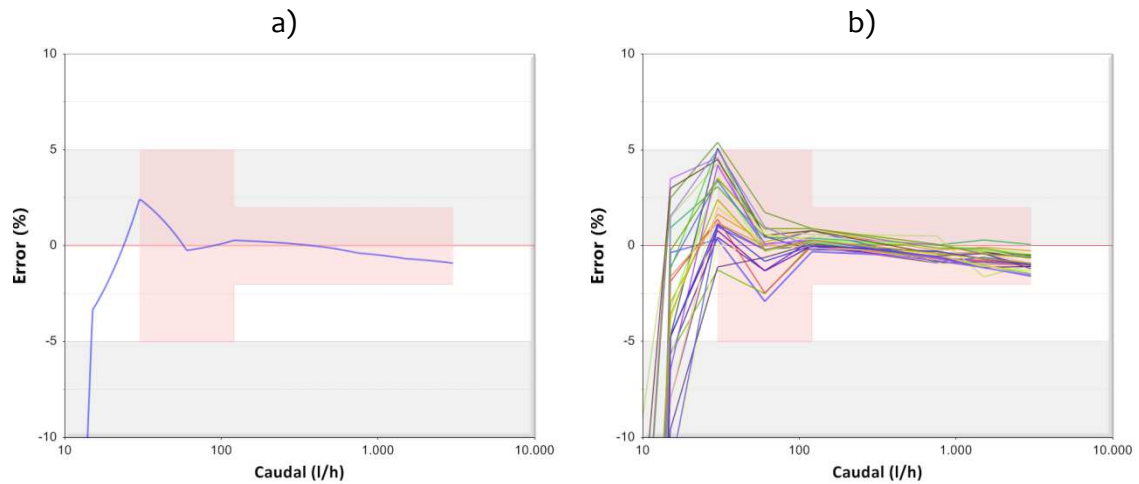


FIGURA 4.38 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M27 (13MM)

Este modelo tiene una evolución del Error Medio Ponderado (EMP) bastante estable manteniendo valores del EMP próximos al -4%.

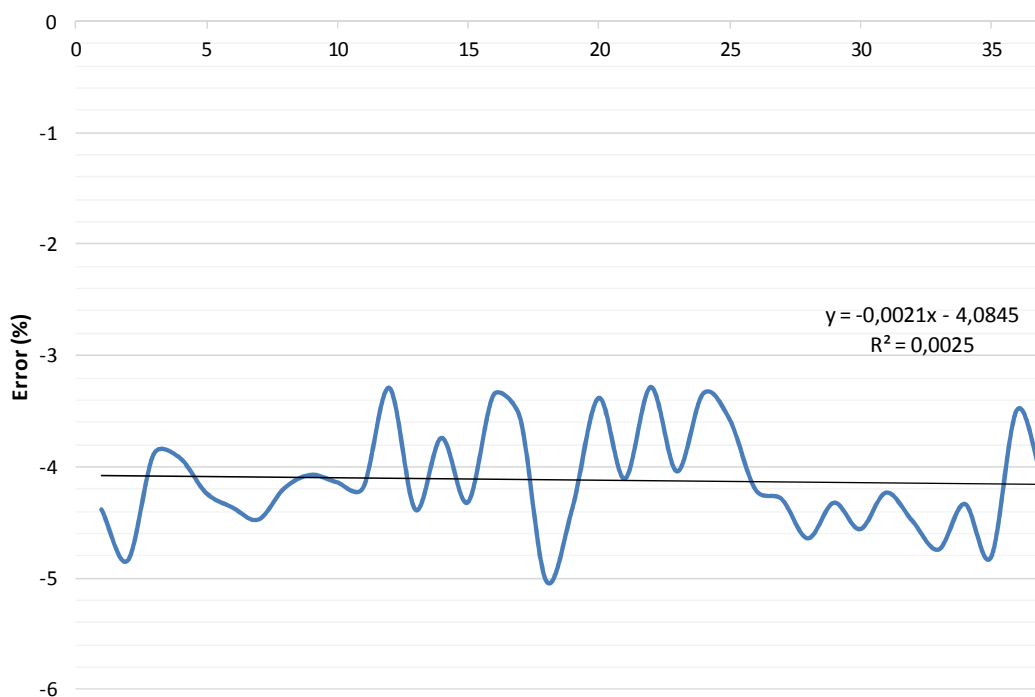


FIGURA 4.39 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M27 (13MM)

#### 4.2.2.11 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M29

El contador modelo M29 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 12 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Como puede verse en la Tabla 4.33 los errores a cada uno de los caudales ensayados, excepto para 15 l/h, son siempre positivos, por lo que el EMP resultante es del -3,06%, valor destacable para un contador de velocidad clase B. El error para caudal 30 l/h es el más positivo y alto de los analizados, alcanzando un valor del 3,55%. Aún así, vista la desviación típica, no se detectan unidades no conformes para este caudal.

TABLA 4.33 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M29 (13MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M29	MEDIA	4,42	-2,81	3,55	1,83	1,05	0,90	0,90	1,08	-3,06	0,27
	DESV EST.	0,41	2,71	0,84	0,52	0,73	0,86	0,79	0,57	0,74	

De la observación de las curvas de error se puede confirmar el comportamiento más positivo de este modelo frente a los dos anteriores analizados.

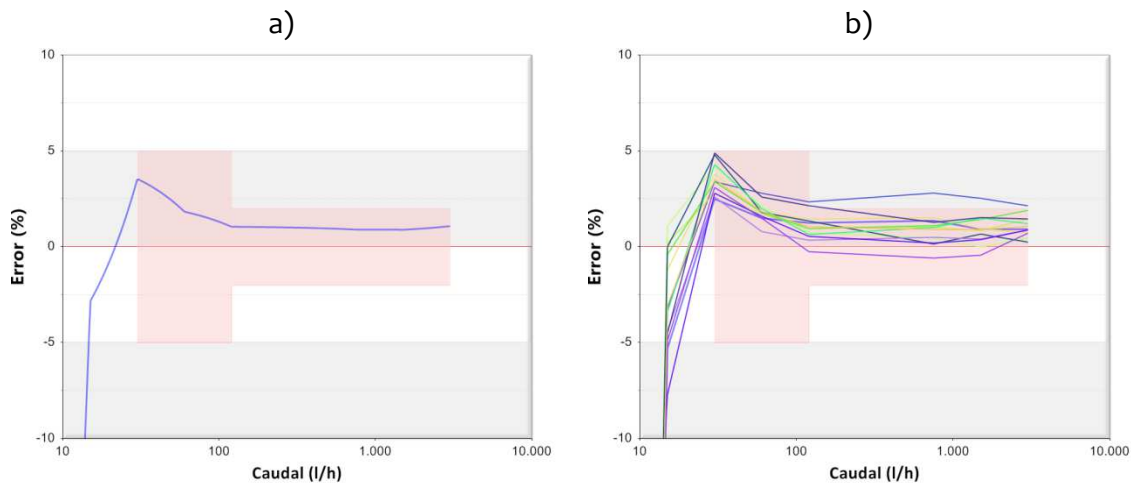


FIGURA 4.40 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M29 (13MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) resulta negativa y con bastante variabilidad entre contadores, encontrando valores del EMP desde aproximadamente el -1,5% hasta el -4,5%. Como también ocurría con el modelo M2, variaciones en el

registro de aproximadamente el 3% no son admisibles, lo que justifica la implantación de un sistema de control de la calidad a la recepción y el análisis de la evolución de cada modelo de contador.

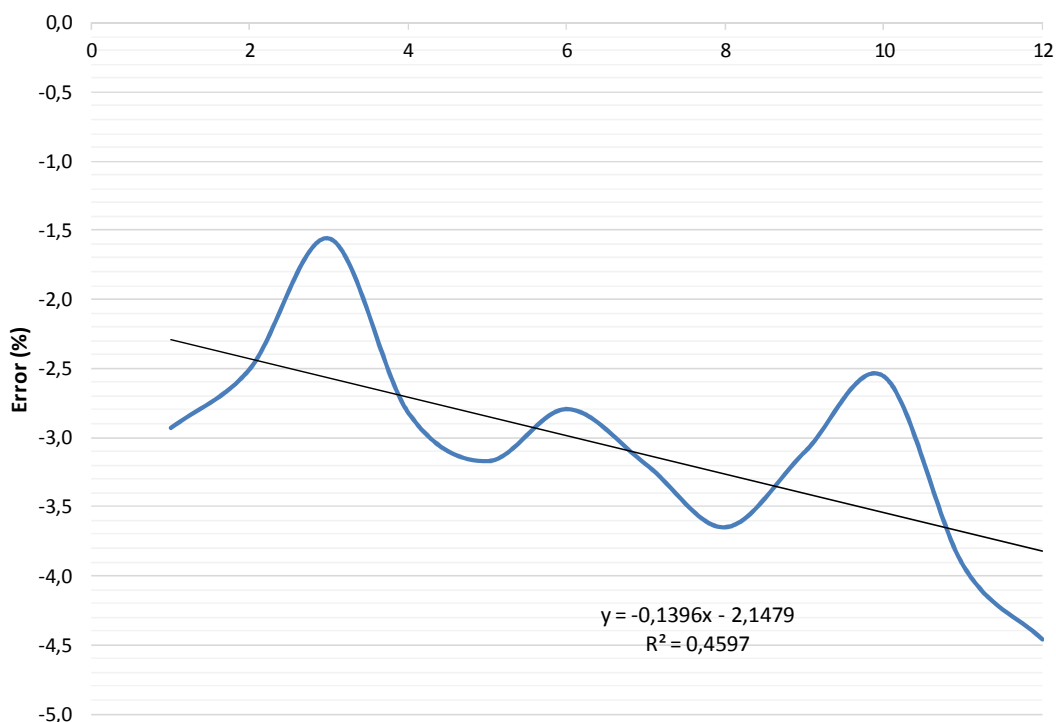


FIGURA 4.41 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M29 (13MM)

#### 4.2.2.12 Errores iniciales en contadores de 13mm. Modelo M30

El contador modelo M30 es un contador de velocidad de chorro único R125. Se han analizado un total de 101 contadores, de los cuales 30 son de longitud 100mm y 71 de longitud 115 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos (Tabla 4.34), se detectan errores y desviaciones típicas excelentes para caudales bajos. Asimismo se puede observar como los errores adoptan valores típicos de contadores homologados bajo la normativa ISO 4064:2005. En esta normativa se especifica que “... el contador no explotará el error máximo permitido ni favorecerá sistemáticamente a ninguna de las partes...”, lo que provoca que los errores se aproximen a valores cercanos al 0%. Para los caudales 15 l/h y 30 l/h

presenta mejores resultados que el contador modelo M2 de clase metrológica C. No se detecta ningún contador defectuoso per si un no conforme a caudal 1.500 l/h con un valor del error del 2,05%.

TABLA 4.34 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M30 (13MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M30	MEDIA	3,46	0,19	0,97	0,43	0,35	0,16	0,66	0,17	-3,58
	DESV EST.	0,73	0,97	0,77	1,02	0,73	0,63	0,61	0,74	0,57

Del análisis de la curva de error (Figura 4.42) se desprende un comportamiento medio muy bueno, con valores para caudales bajos propios de un clase C, así como valores de error próximos a 0%.

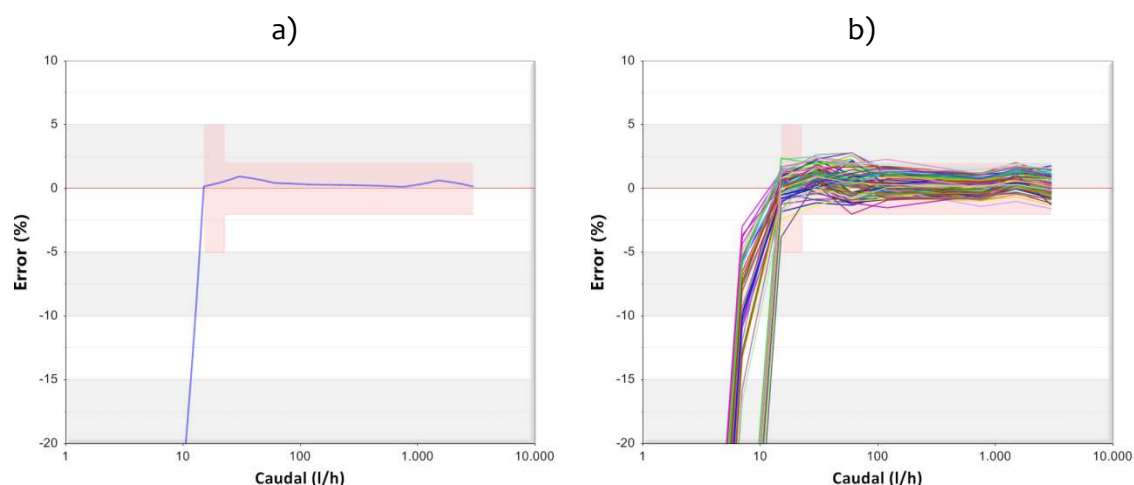


FIGURA 4.42 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M30 (13MM)

Como se comentaba en el apartado 4.2.2, en aquellos modelos que dispongan de dos longitudes, resulta conveniente analizar por separado estos contadores para comprobar si su comportamiento presenta diferencias significativas en función de la longitud.

Realizado el análisis en función de la longitud, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4.35. No existen diferencias significativas a excepción de que las desviaciones típicas para la variante de longitud 115mm son siempre mayores que para la variante de

100mm, aun manteniendo magnitudes similares. Este aspecto conlleva que la variabilidad del EMP representado por el ECM sea superior para la variante más larga. Como puede observarse los valores del EMP son bastante similares, aunque como suele ser habitual la variante de longitud 100mm con valores más negativos.

TABLA 4.35 COMPARATIVA DEL MODELO M30 (13MM) EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M30 100mm	MEDIA	3,58	0,66	1,39	0,62	0,09	-0,37	0,45	-0,20	-3,91	0,10
	DESV EST.	0,68	0,79	0,47	0,74	0,46	0,45	0,50	0,57	0,37	
M30 115mm	MEDIA	3,41	-0,01	0,79	0,35	0,46	0,38	0,74	0,33	-3,44	0,24
	DESV EST.	0,75	0,97	0,81	1,11	0,79	0,56	0,64	0,75	0,58	

En la representación de ambas curvas de error (Figura 4.43) puede verse la gran similitud en el comportamiento para ambas variantes del modelo, así como su posible comparación con un contador de clase metrológica C.

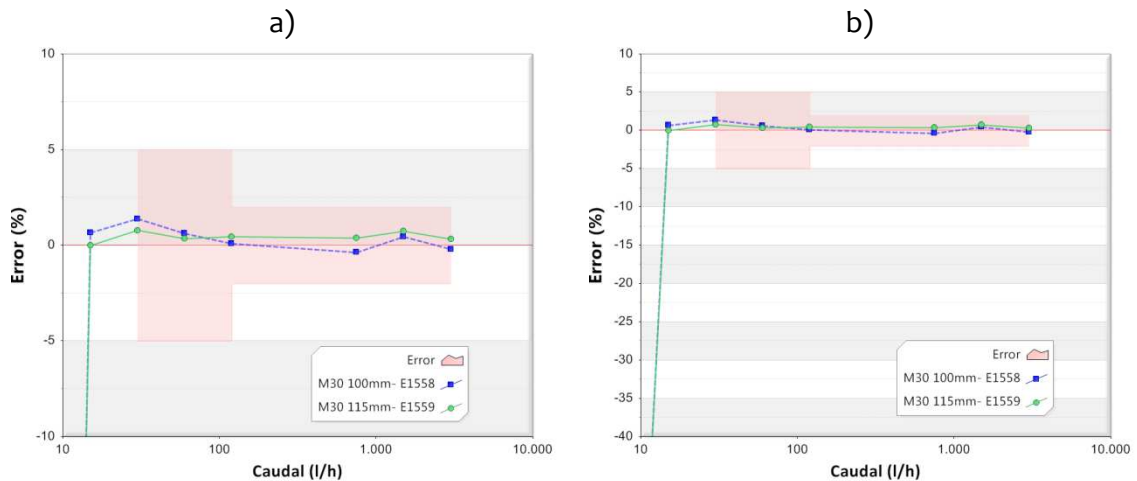


FIGURA 4.43 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M30 EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD (13MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para cada variante, muestra lo comentado con anterioridad. La variante de longitud 100mm presenta mayor estabilidad pero con un ligero decaimiento del error medio ponderado a lo largo del tiempo (Figura 4.44) mientras que la variante de longitud 115mm, presenta mayor variabilidad pero con una evolución positiva (Figura 4.45).

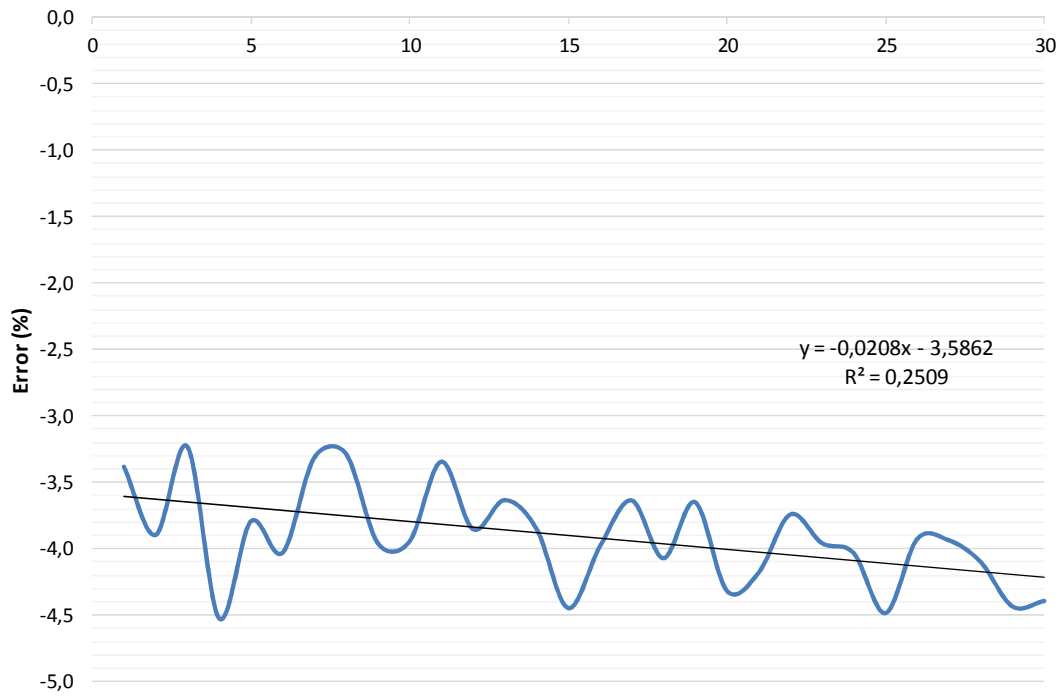


FIGURA 4.44 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M30 LONGITUD 100MM (13MM)

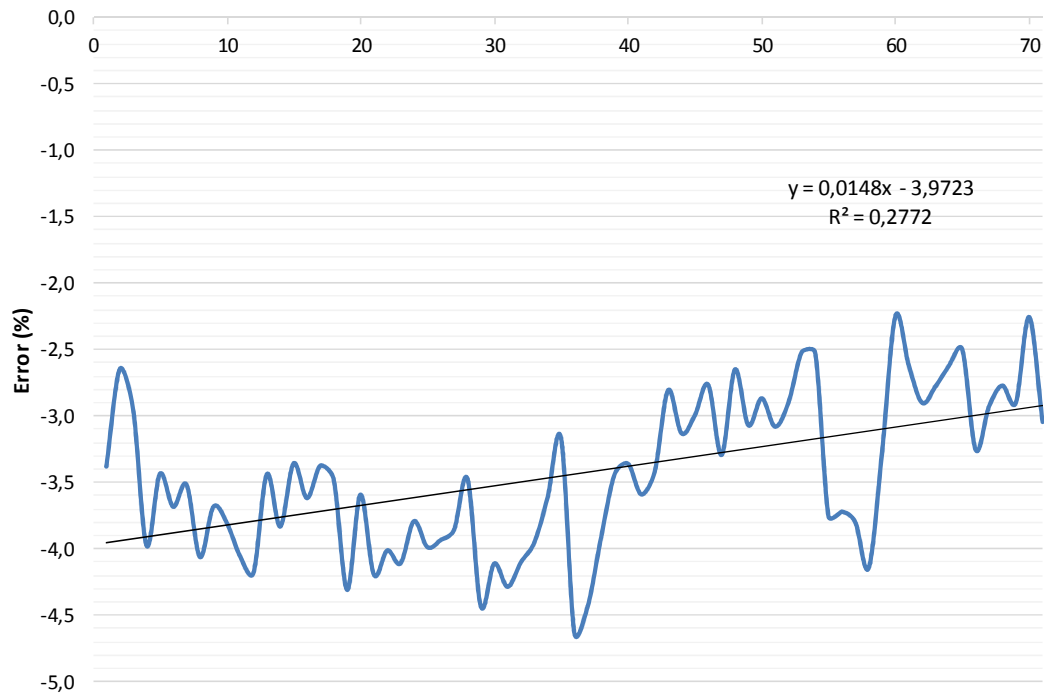


FIGURA 4.45 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M30 LONGITUD 115MM (13MM)



### 4.2.3 Errores iniciales en contadores de 15mm

Como en el caso de los contadores de calibre 13mm, en este apartado se van a analizar los errores iniciales en contadores ensayados de diámetro nominal 15mm. Únicamente se van a considerar aquellos contadores cuyo motivo de ensayo haya sido “Control calidad a recepción”. Es decir, se van a analizar únicamente contadores nuevos. Del total de contadores de 15mm ensayados en el banco por diferentes motivos, los contadores nuevos constituyen el 84,6% lo que supone un total de 2.253 contadores, agrupados en 29 modelos distintos correspondientes a cuatro tecnologías de medición: velocidad chorro único, volumétricos de pistón rotativo, electromagnéticos y ultrasonidos.

TABLA 4.36 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 15MM ENSAYADOS A ORIGEN

Modelo	Chorro único clase B	Chorro único clase C	Electromagnético	Ultrasonidos	Volumétrico	Total
M1					3	3
M2		60				60
M3					6	6
M4					15	15
M5					88	88
M6		2				2
M7	458					458
M8					18	18
M9		6				6
M10		1				1
M11			2			2
M12	13					13
M13	1					1
M14					6	6
M15	1					1
M16				9		9
M17					28	28
M18	16					16
M19	7					7
M20					22	22
M21	985					985
M22					3	3
M23					105	105
M24		6				6
M25	23					23
M26	17					17
M27	13					13

Modelo	Chorro único clase B	Chorro único clase C	Electromagnético	Ultrasonidos	Volumétrico	Total
M29	215					215
M30	124					124
<b>Total</b>	<b>1873</b>	<b>75</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>294</b>	<b>2253</b>

Observando la Tabla 4.36, se puede concluir que de los 29 modelos ensayados a origen, 14 de ellos constituyen aproximadamente el 95% de los contadores, por lo que únicamente se analizarán estos modelos (Tabla 4.37), seleccionados bien por su importancia en número, por su interés por tecnología de medición o por tratarse de modelos analizados anteriormente en calibre 13mm. También queda patente la distribución de los contadores en función de su tecnología de medición, donde los modelos de velocidad chorro único representan el 86,5%. Los contadores volumétricos representan prácticamente el resto de contadores ensayados con un 13,1%. Asimismo existen un total de 11 contadores estáticos, es decir, cuya tecnología de medición no precisa de componentes mecánicos que mediante su movimiento generen el registro del volumen de agua. Estos contadores repartidos entre dos modelos, electromagnético y ultrasonidos, se analizarán aunque su proporción en número no sea representativa, ya que constituyen la nueva tendencia en el sector de la medición de agua doméstica.

TABLA 4.37 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 15MM ENSAYADOS A ORIGEN ANALIZADOS

Modelo	Chorro único clase B o R≤125	Chorro único clase C	Electromagnético	Ultrasonidos	Volumétrico	Total
M2		60				60
M5					88	88
M7	458					458
M8					18	18
M11			2			2
M16				9		9
M20					22	22
M21	985					985
M23					105	105
M25	23					23
M26	17					17
M27	13					13
M29	215					215
M30	124					124
<b>Total</b>	<b>1835</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>233</b>	<b>2139</b>

Cabe destacar que la denominación de los modelos coincide con la realizada previamente para el análisis de los contadores de calibre 13mm, lo que permitirá realizar una comparativa entre los mismos modelos de contador pero de diferente diámetro nominal.

Como ya se hizo con los contadores de calibre 13mm y previamente al análisis individualizado de cada modelo, se van a descartar del estudio los contadores defectuosos con el objetivo de obtener unos resultados que realmente muestren las limitaciones metrológicas entre los diferentes modelos de contadores en condiciones reales.

Con el mismo criterio utilizado anteriormente, se considerará contador defectuoso aquel que en al menos algún caudal su error sea superior al  $\pm 50\%$ . De la misma forma, se definirá contador no conforme aquel que no cumpla los errores máximos permitidos en función del caudal y de su tecnología de medición.

En total, 111 contadores de 2.139 han sido considerados defectuosos, correspondientes a los modelos M5, M7, M21, M23 y M29, lo que representa un 5,2% de la muestra analizada. Destacable resulta el hecho de que los porcentajes de contadores defectuosos, tanto para caudales bajos como para altos, se mantienen muy similares para los calibres analizados hasta el momento. Como puede verse en las Tablas correspondientes a ambos calibres (Tabla 4.14 y Tabla 4.38), siempre existe más cantidad de contadores defectuosos a caudales altos. Por el contrario, en lo que a contadores no conformes se refiere, el comportamiento es opuesto, es decir, existen más contadores no conformes a caudales bajos. Claramente este resultado indica la dificultad que tienen los contadores para mantener los errores a caudales bajos dentro de los márgenes establecidos, mientras que a caudales altos el desacoplamiento magnético entre turbina y tambor, provoca que el error de medición se dispare a valores elevados incluso llegando a no registrar nada ( $\varepsilon=100\%$ ).

TABLA 4.38 CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES (15MM)

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M2	60	0	0	45	2
M5	88	3	0	21	2
M7	458	4	87	4	36
M8	18	0	0	0	0
M11	2	0	0	0	0
M16	9	0	0	0	0

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M20	22	0	0	1	1
M21	985	7	1	95	0
M23	105	0	2	77	4
M25	23	0	0	0	3
M26	17	0	0	0	0
M27	13	0	0	0	0
M29	215	7	0	13	71
M30	124	0	0	0	0
	<b>2139</b>	<b>21</b>	<b>90</b>	<b>256</b>	<b>119</b>
		<b>1,0%</b>	<b>4,2%</b>	<b>12,0%</b>	<b>5,6%</b>

Así de los 14 modelos a analizar, y siguiendo la misma metodología seguida anteriormente, se muestran en la Tabla 4.39 los errores para cada uno de los caudales ensayados, así como su desviación estándar, error medio ponderado (EMP) y error cuadrático medio (ECM).

Debe destacarse que los contadores volumétricos, aparte de los caudales mostrados en la Tabla 4.39, se han ensayado también a 7 l/h, ya que de no ser así, la reconstrucción de su curva de error podría llevar asociada una simplificación tal, que desvirtuara el resultado final.

TABLA 4.39 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONTADORES DE 15MM

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM	
M2	MEDIA	3,18	-1,12	1,35	2,29	1,76	0,49	0,55	-0,15	-3,02	0,43
	DESV EST.	1,04	2,16	1,06	0,88	0,94	0,99	0,80	0,73	0,82	
M5	MEDIA	1,00	0,62	1,37	1,69	1,76	0,81	0,39	-0,07	-1,04	0,11
	DESV EST.	0,00	0,64	0,47	0,37	0,36	0,40	0,49	0,40	0,35	
M7	MEDIA	5,09	-7,26	1,98	1,45	1,70	1,35	1,09	-4,36	-2,95	0,18
	DESV EST.	0,61	4,07	1,26	0,62	0,50	0,54	0,57	11,78	0,47	
M8	MEDIA	1,00	-0,12	-0,15	-0,06	0,12	0,05	-0,01	-0,18	-2,01	0,04
	DESV EST.	0,00	0,30	0,35	0,15	0,24	0,29	0,31	0,32	0,24	
M11	MEDIA	1,00	-0,61	0,04	-0,23	0,99	-0,15	0,04	-0,09	-1,84	0,00
	DESV EST.	0,00	0,04	0,64	0,71	0,68	0,43	0,08	0,31	0,07	
M16	MEDIA	1,00	-0,71	-1,18	-0,80	-0,40	-0,43	-0,12	0,11	-3,26	0,11
	DESV EST.	0,00	0,58	0,43	0,47	0,62	0,57	0,39	0,46	0,53	
M20	MEDIA	1,00	0,76	1,35	1,59	1,62	0,13	-0,49	-1,51	-1,49	0,06
	DESV EST.	0,00	0,48	0,32	0,29	0,28	0,34	0,38	0,47	0,27	
M21	MEDIA	5,18	-7,70	3,10	2,76	1,03	0,73	0,69	0,63	-3,44	0,26
	DESV EST.	0,68	3,90	1,25	0,88	0,79	0,54	0,57	0,65	0,51	
M23	MEDIA	1,00	0,42	1,48	1,95	2,15	0,97	0,46	-0,34	-0,87	0,05
	DESV EST.	0,00	0,94	0,59	0,31	0,28	0,29	0,29	1,17	0,27	

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M25	MEDIA	4,00	-0,79	4,75	0,93	0,66	0,44	0,76	0,42	-3,31	0,34
	DESV EST.	0,40	1,99	1,27	0,83	0,77	0,74	0,83	1,34	0,59	
M26	MEDIA	4,44	-2,95	2,62	1,02	-0,19	0,00	0,21	-0,98	-4,01	0,08
	DESV EST.	0,52	3,50	0,98	0,39	0,42	0,57	0,31	0,46	0,50	
M27	MEDIA	4,95	-6,31	0,88	-0,50	0,27	-0,13	-0,19	-0,30	-4,21	0,10
	DESV EST.	0,95	6,35	2,06	0,84	0,25	0,33	0,41	0,33	0,33	
M29	MEDIA	4,69	-4,41	2,57	1,74	0,87	0,69	1,05	1,48	-3,33	1,03
	DESV EST.	0,78	4,17	1,77	1,28	1,02	1,09	1,07	1,02	1,02	
M30	MEDIA	3,73	-0,40	0,91	0,35	0,56	0,24	0,54	0,06	-3,52	0,22
	DESV EST.	1,44	2,98	1,10	1,07	0,82	0,48	0,52	0,54	0,52	

Cabe destacar que el modelo M7, al igual que ocurría en calibre 13mm, posee dos de las desviaciones en los errores más elevadas. Presentan gran desviación los errores a caudal 3.000 l/h, ya que con un valor de 11,78% es con diferencia la más alta encontrada. Asimismo posee a 15 l/h una desviación en los errores con un valor de 9,08%. Estos resultados se confirman con el elevado número de unidades defectuosas que presenta este modelo a caudales altos, destacando entre el resto de modelos.

Para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado el mismo patrón de consumo que para los contadores de 13mm, que representa el consumo doméstico con suministro en directo (Figura 4.5 y Tabla 4.12).

Considerando el patrón de consumo doméstico anterior, se calcula el error medio ponderado de toda la muestra seleccionada, obteniendo un valor promedio del -3,25%, muy similar al obtenido para contadores de 13mm (-3,19%).

Si de la Tabla 4.39 se analizan los errores medios por modelos seleccionados, se obtiene la siguiente distribución:

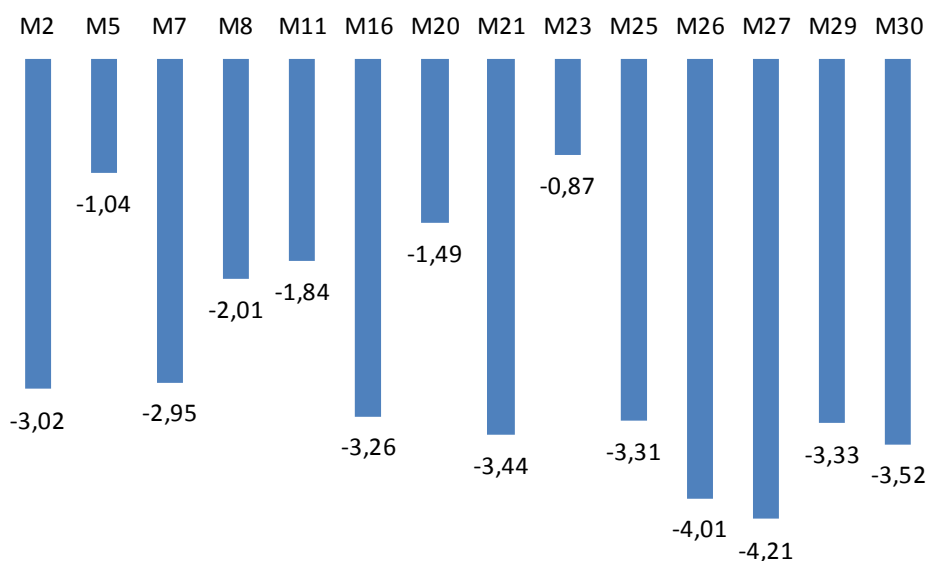


FIGURA 4.46 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 15MM

Puede observarse la disparidad de resultados en los errores medios ponderados en función del modelo de contador. Estos, siempre negativos, oscilan desde el caso más favorable con un error del -0,87% (M23) hasta el más desfavorable del -4,21% (M27), obteniendo una diferencia máxima en el registro del agua consumida de hasta un 3,34%, en función de la selección de un modelo u otro de contador.

Otro de los análisis esenciales a realizar es la variabilidad del error para un mismo modelo de contador, que puede utilizarse como medida del control de producción del fabricante. Una gran variabilidad en la muestra indica que cada contador es fabricado de forma diferente respecto de los otros y, en general, puede considerarse como una señal de una pobre calidad de producción. Los modelos de contador con grandes variaciones en su error medio ponderado requieren controles de calidad más estrictos que aquellos cuya variabilidad es menor.

La Figura 4.47 muestra las variaciones en los errores medios de los modelos analizados. Puede observarse como los modelos volumétricos de pistón oscilante analizados (M5, M8, M20 y M23) poseen en general menores variaciones (en torno al 0,28%), lo que evidencia que estos son fabricados con una mejor precisión y los materiales utilizados en su ensamblaje son normalmente de mejor calidad. Por el contrario, los contadores de velocidad (chorro único) muestran un comportamiento diferente con grandes variaciones en sus errores (media del 0,59%), lo que demuestra que los controles de calidad para ellos no son tan estrictos.

El resultado del modelo M11 debe de analizarse con precaución ya que, aún siendo esperable de su tecnología de medición (electromagnético) un buen resultado, el tamaño de la muestra analizado es tan pequeño (2 unidades) que puede llevar a conclusiones erróneas. Asimismo el modelo M16 de tecnología ultrasónica, presenta una desviación elevada tratándose de contadores cuyo propósito es desbancar a las tecnologías mecánicas cuyo punto débil es la presencia de piezas móviles, ofreciendo presuntamente gran estabilidad en el registro a diferentes caudales.

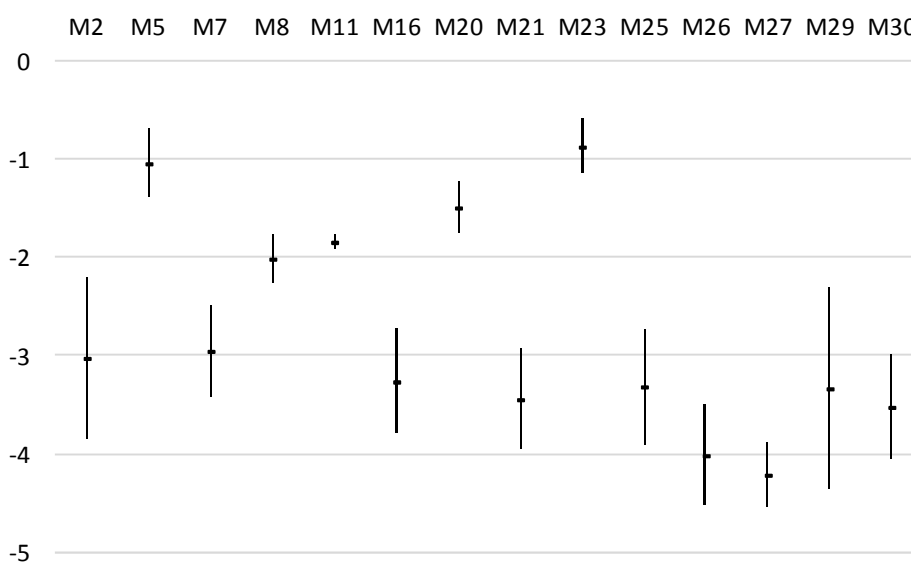


FIGURA 4.47 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 15MM

Este hecho se confirma con el análisis del Error Cuadrático Medio (ECM) que como se indicaba es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece información sobre la fiabilidad del fabricante (Tabla 4.40). Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación. Como era de esperar, los contadores volumétricos presentan un ECM bastante más bajo que los contadores de velocidad chorro único. Los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos.

TABLA 4.40 ERROR CUADRÁTICO MEDIO POR MODELO Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (15MM)

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M2	60	Chorro único	0,43
M5	88	Volumétrico	0,11

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M7	458	Chorro único	0,18
M8	18	Volumétrico	0,04
M11	2	Electromagnético	0,00
M16	9	Ultrasonidos	0,11
M20	22	Volumétrico	0,06
M21	985	Chorro único	0,26
M23	105	Volumétrico	0,05
M25	23	Chorro único	0,34
M26	17	Chorro único	0,08
M27	13	Chorro único	0,10
M29	215	Chorro único	1,03
M30	124	Chorro único	0,22

Las curvas de error de los contadores ensayados se han agrupado por separado en función de la tecnología de medición y la clase metrológica. La Figura 4.48 muestra las curvas de error de los contadores de velocidad chorro único clase B (incluido el modelo M30 siendo R125). Como puede verse, se detectan grandes variaciones en su comportamiento a caudales bajos entre los diferentes modelos, así como problemas por decaimiento del error para un modelo a caudales altos. Como se comentaba en el apartado anterior, puede observarse como el modelo M30 destaca por la forma de su curva, mucho más “plana” en el rango de caudales que va desde el caudal mínimo al de transición. Esta característica es común en los modelos homologados por la Directiva 2004/22/CE (MID) ya que este modelo está clasificado como R125 por lo que adopta valores próximos a lo que sería un clase C.



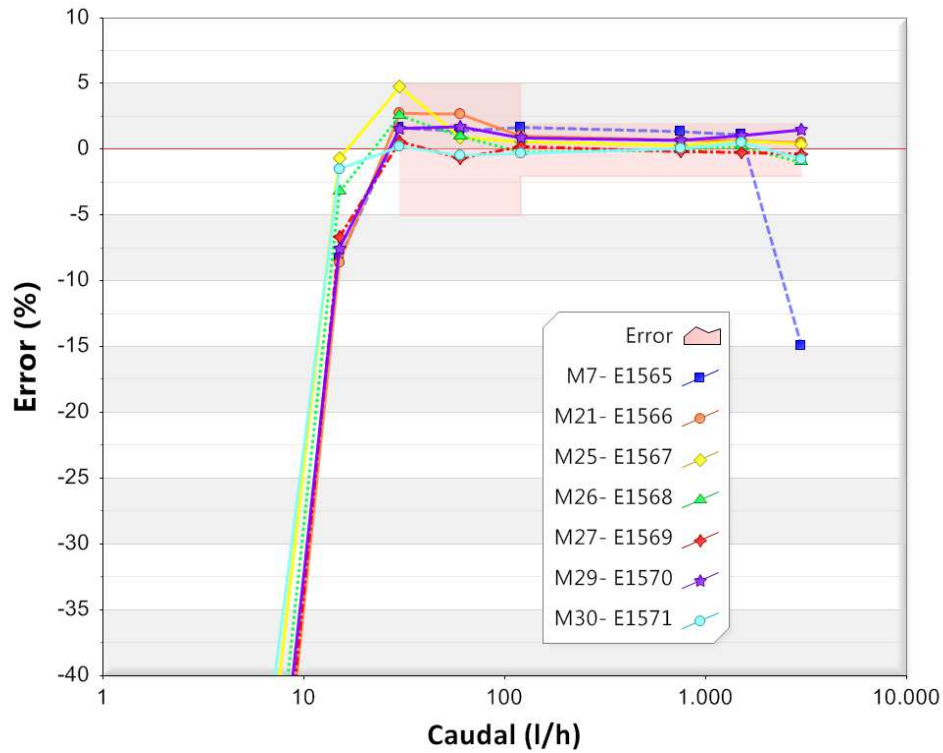


FIGURA 4.48 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES DE CHORRO ÚNICO CLASE B O  $R \leq 125$  15MM

Los errores de los contadores equivalentes en clase C se muestran en la Figura 4.49 y corresponden exclusivamente al modelo M2. Las diferencias a caudales medios y altos entre contadores son pequeñas y principalmente dependen del ajuste de la curva de error realizada en fábrica y de las características constructivas específicas de los contadores.

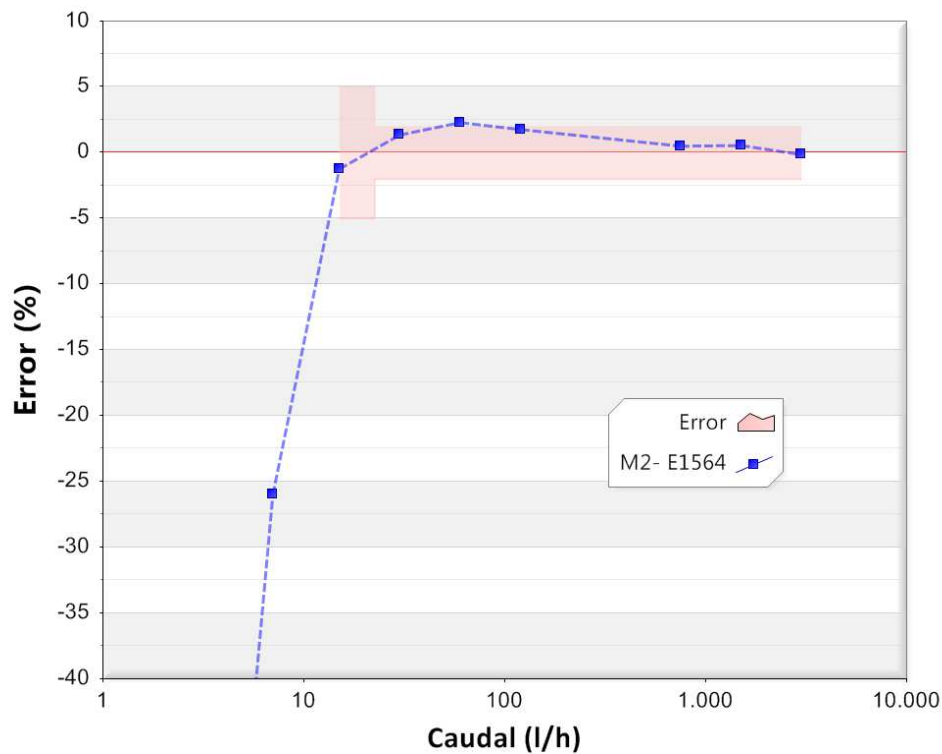


FIGURA 4.49 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES DE CHORRO ÚNICO CLASE C 15MM

La Figura 4.50 muestra la curva de error media para los cuatro modelos volumétricos ensayados. Tres modelos muestran curvas de error muy similares y un comportamiento excepcional a caudales bajos, mientras que el modelo M8 no sigue la forma habitual de parábola invertida característica de los contadores volumétricos. La diferencia entre este modelo y el resto consiste en que siendo el modelo M8 un contador volumétrico, su tambor de medición o totalizador, no es como el resto sino electrónico. A los contadores que poseen este tipo de disposición se les denomina híbridos, ya que combinan una cámara de medición mecánica mientras que el dispositivo que muestra la lectura es electrónico.

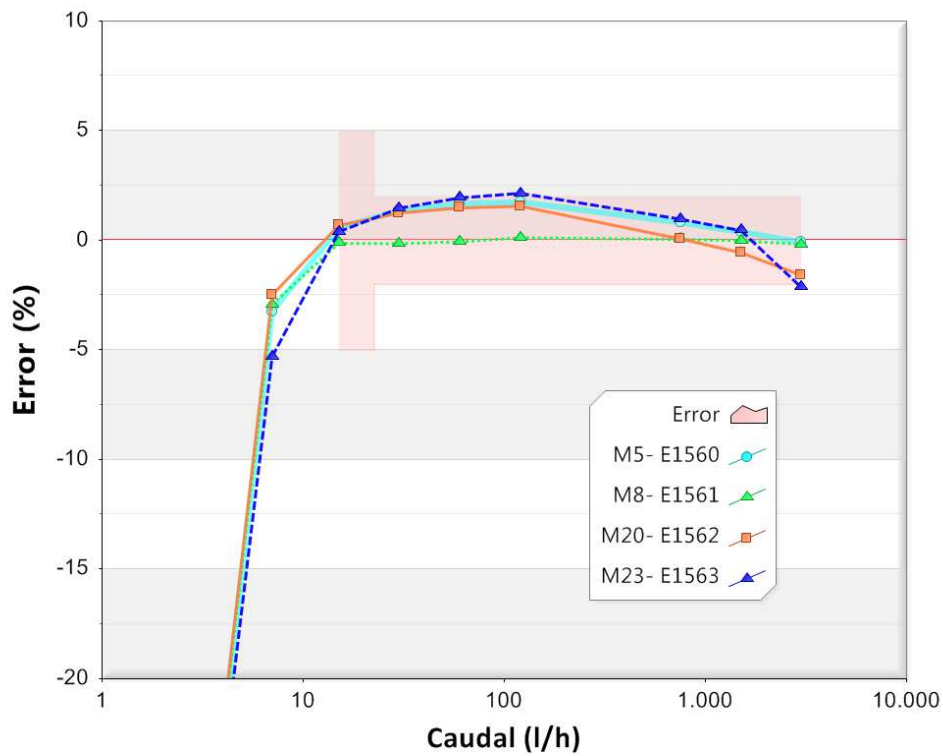


FIGURA 4.50 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES VOLUMÉTRICOS 15MM

Finalmente, la Figura 4.51 muestra la curva de error media para los dos modelos estáticos ensayados. Los dos modelos muestran curvas de error muy similares, con un comportamiento excepcional a caudales bajos y con errores próximos a 0% a partir del caudal mínimo ( $Q_{\min}$ ), aunque el modelo M16 ultrasónico presenta a todos los caudales excepto al máximo, errores negativos.

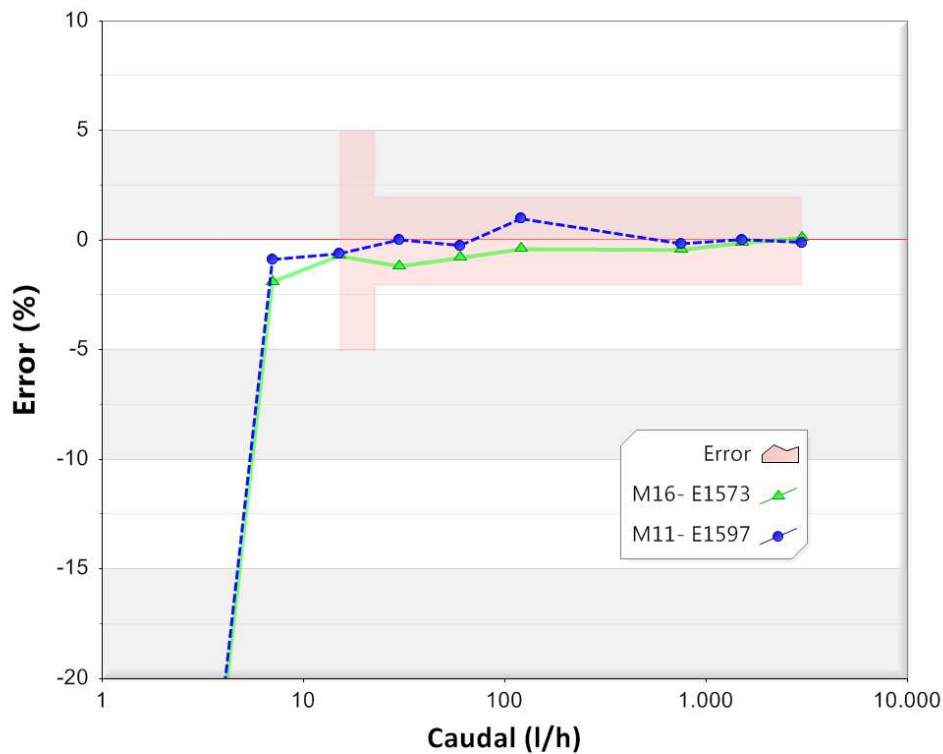


FIGURA 4.51 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES ESTÁTICOS 15MM

Como en el caso de los contadores de 13mm, resulta evidente la diferencia entre las curvas representadas en la Figura 4.48 y Figura 4.49 correspondientes a contadores de velocidad chorro único y las representadas en la Figura 4.50 correspondiente a contadores volumétricos de pistón rotativo. Mientras en los contadores de velocidad la curva presenta oscilaciones dentro del rango de medida, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h.

Asimismo, en el caso de los contadores de 15mm donde se han incorporado dos nuevas tecnologías agrupadas como contadores estáticos (Figura 4.51), la curva que representa sus errores adopta una nueva forma donde destacan los errores mínimos a caudales bajos alcanzados por los contadores volumétricos pero corrigen los errores positivos a caudales medios y altos aproximándolos a una línea cercana al 0%.

Por último y antes de profundizar en el análisis individualizado de cada modelo, resta mostrar las curvas medias de error obtenidas de los modelos analizados para el calibre 15mm. Se muestran en la Figura 4.52 las curvas correspondientes a todos los contadores analizados, donde se observa un claro decaimiento del error a caudales

altos. Deberá comprobarse si este efecto está influenciado únicamente por los altos errores y variabilidad de los mismos del modelo M7, como ocurría en el calibre 13mm.

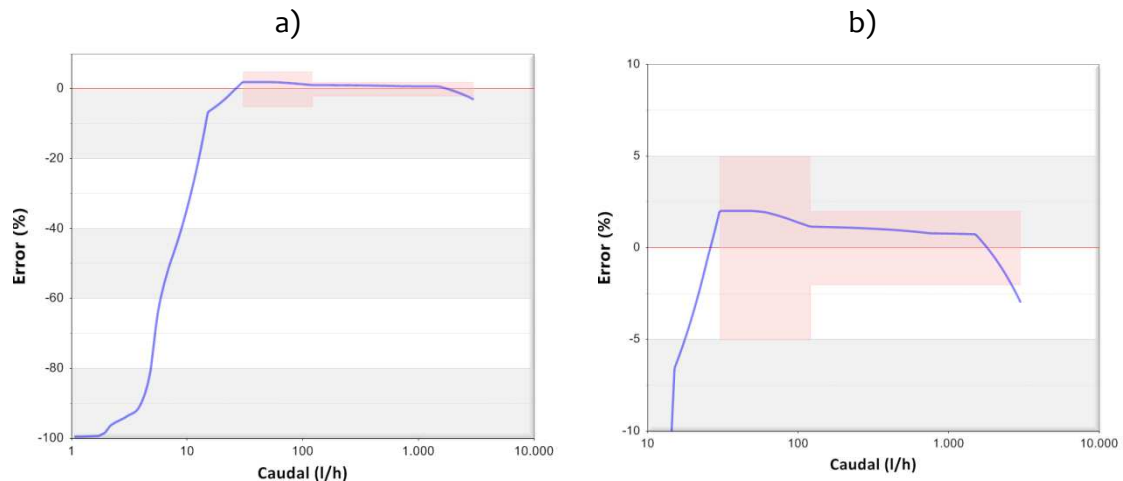


FIGURA 4.52 CURVAS DE ERROR DE CONTADORES DE 15MM

#### 4.2.3.1 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M2

El contador modelo M2 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica C. Se han analizado un total de 60 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

La Tabla 4.41 muestra los resultados medios obtenidos de los ensayos realizados. Todos los errores se encuentran en rangos aceptables en base a la clase metrológica del contador, excepto para el caudal 60 l/h cuyo rango admisible para su clase metrológica es del  $\pm 2\%$ . Además, si se analizan conjuntamente los errores y sus desviaciones, se observa que para los caudales 30 l/h y 120 l/h también existirán contadores cuyo error se encuentre fuera del rango mencionado. Al realizar el análisis individualizado de cada contador ensayado se detectan un total de 47 contadores no conformes, de los que 45 lo son a caudales bajos mientras que solo 2 lo son a caudales altos (1.500 l/h). Destacable resulta que la no conformidad en la mayoría de los casos consiste en la obtención de errores superiores a los permitidos superando el rango superior permitido (errores mayores al 2% para caudales 30, 60 y 120 l/h).

TABLA 4.41 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M2 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M2	MEDIA	3,18	-1,12	1,35	2,29	1,76	0,49	0,55	-0,15	-3,02	0,43
	DESV EST.	1,04	2,16	1,06	0,88	0,94	0,99	0,80	0,73	0,82	

Con un valor del EMP del -3,02% destaca el elevado valor de su desviación, una de las mayores, lo que evidencia una gran variabilidad en los resultados como posteriormente se analizará.

Del análisis de las curvas de error (Figura 4.53) se desprende un comportamiento aceptable a caudales bajos pero se confirman valores ligeramente positivos a caudales medios y altos. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a), como en la representación de todas las curvas b). No se han detectado unidades defectuosas.

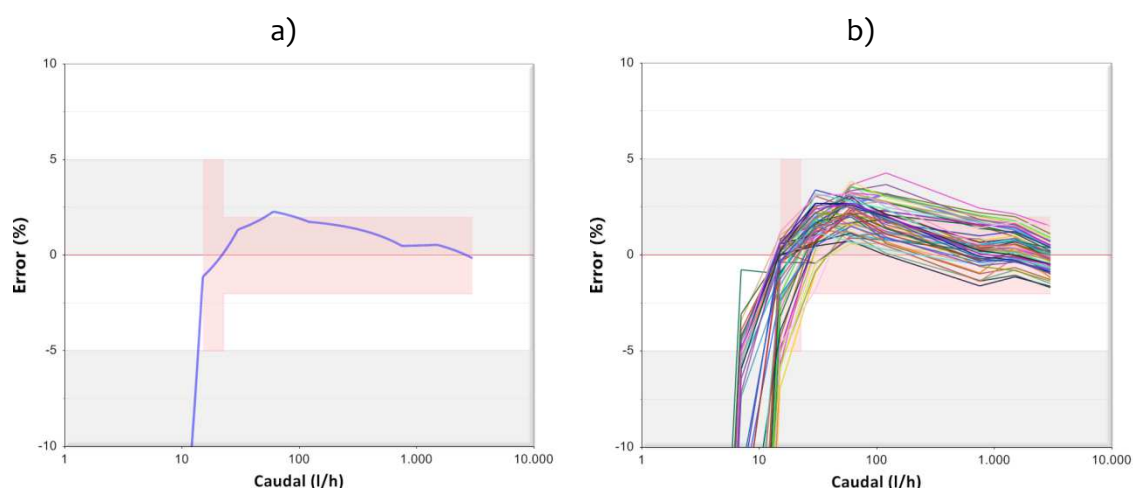


FIGURA 4.53 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M2 (15MM)

Aunque el error medio ponderado resulta negativo (-3,19%) del análisis de la curva de error para el rango de caudal de mayor probabilidad de consumo según el patrón establecido (Figura 4.5) y que se encuentra entre los caudales de 250 l/h y 1.000 l/h, el error de medición será positivo. Este aspecto evidencia la gran importancia en la consideración de los errores a caudales bajos que tienen gran influencia en el error medio ponderado.

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M2 (Figura 4.54) resulta muy interesante ya que de ella se observa claramente como en un inicio el modelo se comportaba extraordinariamente con valores del EMP cercanos al -2%, pero no pudo

conservar sus condiciones iniciales, deteriorándose su calidad sustancialmente, hasta llegar a valores del orden del -4%. Como en el caso del modelo de 13mm, estas variaciones indican un cambio en alguna de las fases del proceso de fabricación e incluso en los materiales utilizados, lo que evidencia la necesidad del control continuo incluso en aquellos modelos de contadores cuyas condiciones en un determinado momento sean muy favorables. Claramente este modelo evidencia que en su fabricación, no se ha intentado mejorar su comportamiento bien por ser un modelo a desaparecer en un futuro próximo o bien por encontrarse en un período de adaptación para su posible homologación MID con un R elevado. Esta adaptación provocaría una “bajada” de la curva en zonas medias de caudal donde actualmente presenta errores positivos lo que evidentemente se traduce en una bajada del EMP. Este aspecto queda claramente determinado por un elevado error cuadrático medio, ya que con un valor de 0,43 es de los más altos de los modelos analizados.

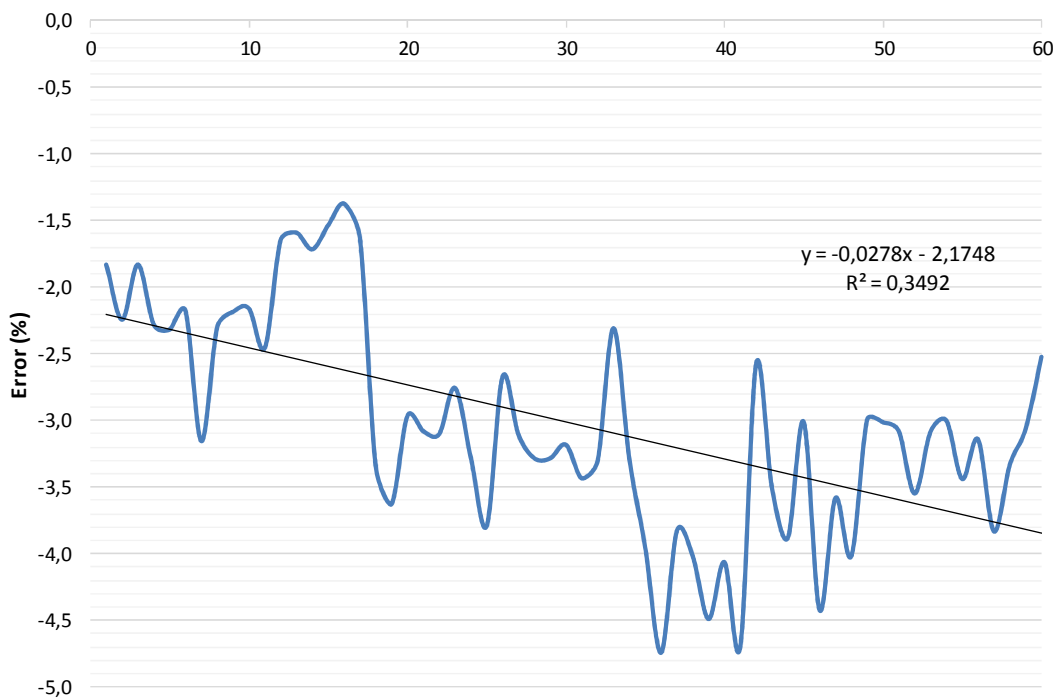


FIGURA 4.54 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M2 (15MM)

### 4.2.3.2 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M5

El contador modelo M5 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 88 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

De los resultados mostrados en la Tabla 4.42, puede observarse la gran similitud con su homólogo de calibre 13mm, aunque en este caso mejora sensiblemente su error medio ponderado con un valor del -1,04%, pero obteniendo mayor desviación.

TABLA 4.42 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	1,00	0,62	1,37	1,69	1,76	0,81	0,39	-0,07	-1,04	0,11
	DESV EST.	0,00	0,64	0,47	0,37	0,36	0,40	0,49	0,40	0,35	

Se detectan tres unidades defectuosas todas ellas a caudal 15 l/h, con un error del -100%, es decir, el contador estaba completamente parado, lo que resulta inesperado para contadores de esta tecnología, por lo que todo hace pensar que se tratara de un defecto puntual y no de una característica de funcionamiento habitual. Realmente cuando un contador volumétrico tiene errores elevados a caudales altos, puede ser bien por desacoplamiento magnético o por mal funcionamiento del pistón, lo que provocaría errores elevados, o bien por bloqueo del pistón, lo que evidentemente supondría que el contador estaría completamente parado con un error de medición total ( $\varepsilon=100\%$ ). En muchas ocasiones el fabricante justifica la existencia de unidades defectuosas no por un defecto en el proceso de fabricación, sino por alguna incidencia en el transporte desde fábrica hasta el destino final de los contadores. Aún así, evidentemente resulta imprescindible y necesario el control a origen para evitar instalar contadores defectuosos.

Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen resultados propios a esta tecnología, obteniéndose un valor bajo del menor Error Cuadrático Medio.

Como se adelantaba en el apartado 4.2.2, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h, como se confirma en los valores de la tabla anterior y a su vez puede observarse en la Figura 4.55. Se detectan 23 unidades no conformes, la mayor parte de ellas a caudales



bajos, por tener errores demasiado positivos ( $\varepsilon > 2\%$ ). Pueden observarse en la Figura 4.55 b) las dos unidades defectuosas a caudales altos (750 y 1.500 l/h).

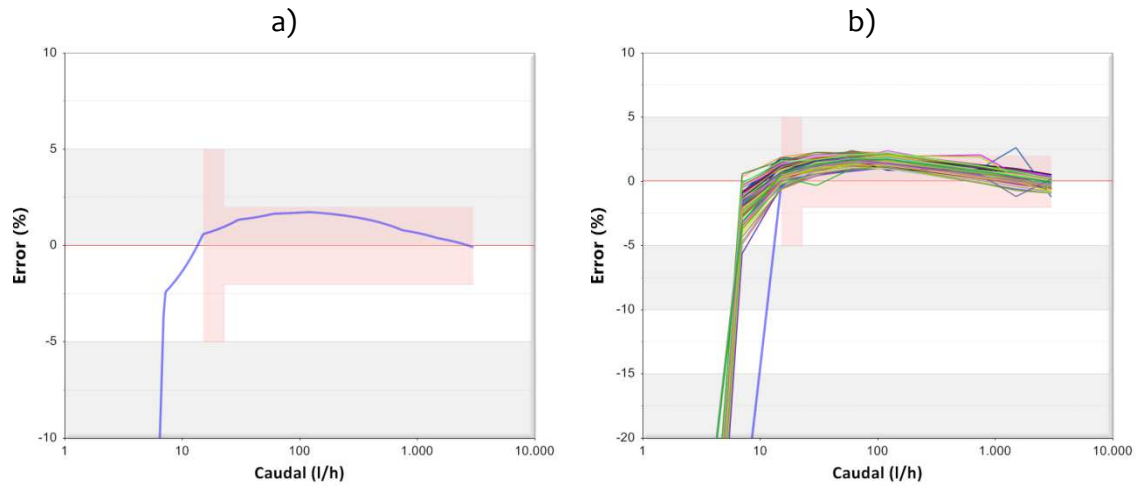


FIGURA 4.55 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M5 (15MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M5 (Figura 4.56), se desprende una ligera caída progresiva. A pesar de ello y a excepción de las unidades defectuosas detectadas que pueden verse claramente en el gráfico, se evidencia una gran estabilidad del modelo ( $ECM=0,11$ ), lo que otorga una gran fiabilidad al fabricante y demuestra una gran calidad en su proceso de fabricación.

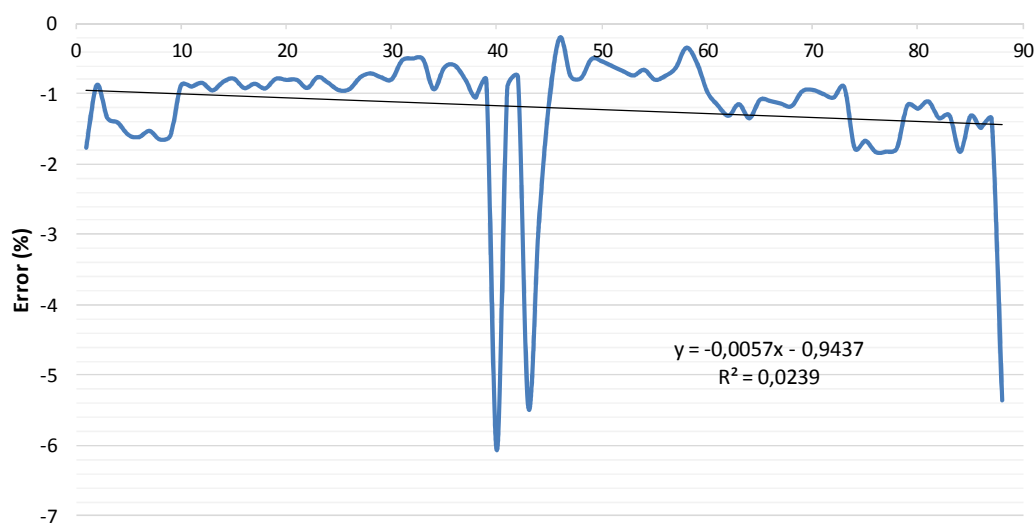


FIGURA 4.56 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M5 (15MM)

#### 4.2.3.3 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M7

El contador modelo M7 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 458 contadores.

Al igual que ocurría en calibre 13mm, posee dos de las desviaciones en los errores más elevadas (Tabla 4.43). Presentan gran desviación los errores a caudal 3.000 l/h, ya que con un valor de 11,78% es con diferencia la más alta encontrada. Asimismo posee a 15 l/h una desviación con un valor de 4,07% sobre un error del -7,26%. Estos resultados se confirman con el elevado número de unidades defectuosas que presenta este modelo a caudales altos, destacando entre el resto de modelos.

TABLA 4.43 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M7 (15MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M7	MEDIA	5,09	-7,26	1,98	1,45	1,70	1,35	1,09	-4,36	-2,95
	DESV EST.	0,61	4,07	1,26	0,62	0,50	0,54	0,57	11,78	0,47

Realizando un análisis individualizado se detectan un total de 91 contadores defectuosos (19,9%), la mayoría de los cuales (87) lo son a caudales altos (3.000 l/h).

Asimismo también se detectan un total de 40 contadores no conformes siguiéndose la misma tendencia, es decir, prácticamente la totalidad a caudales altos (Tabla 4.14).

Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen unos resultados mejorados, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -2,95% con un Error Cuadrático Medio aceptable (Tabla 4.43). Aún así, se observa que el error medio a caudal 3.000 l/h se encuentra en valores superiores al rango  $\pm 2\%$ , lo que evidencia el punto débil del modelo. Resulta evidente que los errores a caudales elevados son motivados por desacoplamiento magnético entre la turbina y el totalizador. Normalmente los desacoplamientos magnéticos se producen por un par magnético débil del contador. Muchos fabricantes deben recurrir a pares magnéticos reducidos para conseguir menor resistencia a caudales bajos y de este modo permitir que el contador entre dentro de los rangos establecidos en normativa. Evidentemente esto supone aceptar o asumir que a caudales altos, en este caso a caudal máximo, se corra el riesgo de que se produzca el desacoplamiento. Riesgo que es asumido por el fabricante por la baja probabilidad que existe de que un contador de estos calibres funcione de forma habitual a caudal máximo.

Del análisis de los errores obtenidos en el resto de caudales (Figura 4.57) se desprende un comportamiento aceptable, aunque se confirman valores ligeramente positivos a caudales medios y altos. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b), donde también se observa claramente tanto la variabilidad, como los errores elevados especialmente a caudales altos.

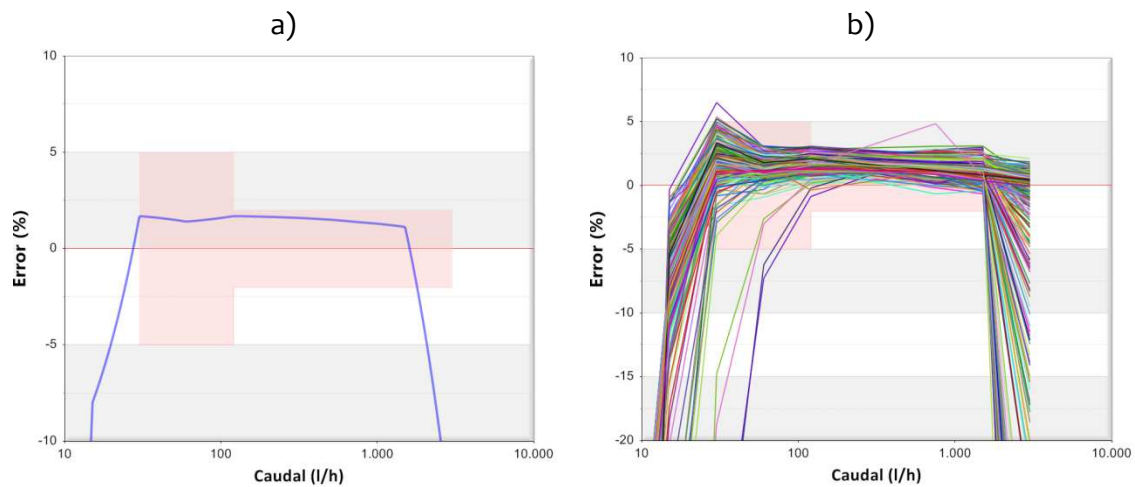


FIGURA 4.57 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M7 (15MM)

En la evolución del EMP puede observarse una cierta tendencia positiva entre la variabilidad comentada. Presenta variaciones puntuales muy acusadas provocadas por las unidades defectuosas. La evolución positiva de un modelo como puede ser el presente, deja patente la coordinación entre el fabricante y el cliente o empresa abastecedora. Cuando en los controles a origen se detectan anomalías o se pretende conseguir un comportamiento mejorado del modelo en análisis y esta circunstancia es comunicada al fabricante, este puede intentar adaptar y/o mejorar el comportamiento de contador, bien mejorando el proceso de fabricación, los componentes integrantes del mismo o incluso en el ajuste final en fábrica. Sin embargo en ocasiones, estas mejoras son muy difíciles de conseguir, bien porque para el fabricante resulta muy complejo y costoso variar su metodología de trabajo o por que la coordinación y comunicación no resulta tan fácil como cabría esperar.

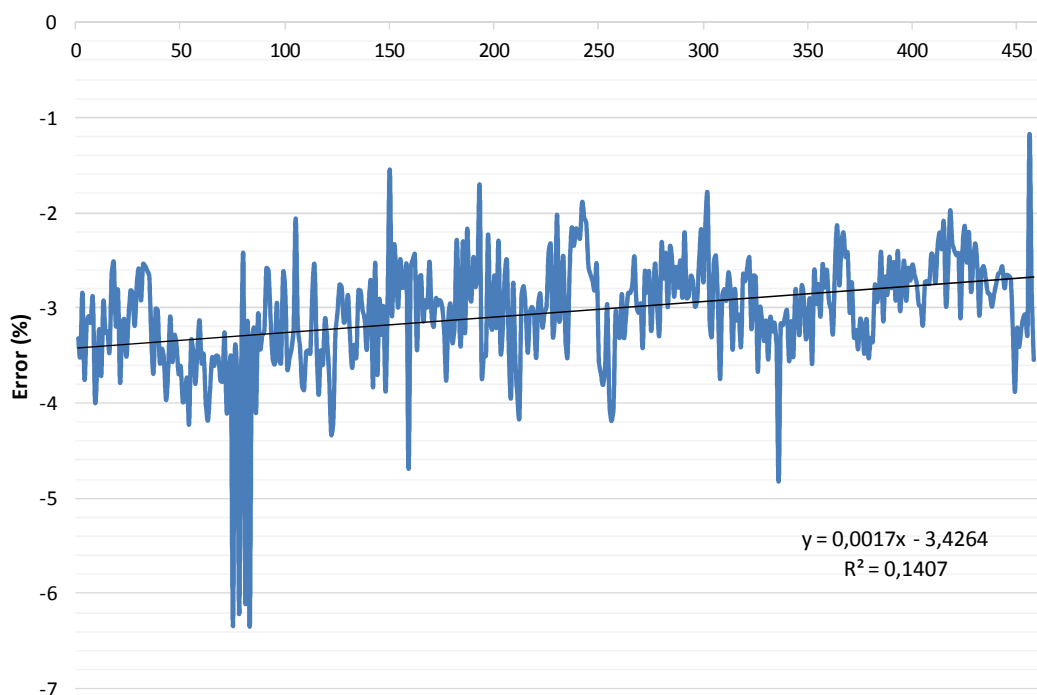


FIGURA 4.58 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M7 (15MM)

#### 4.2.3.4 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M8

El contador modelo M8 es un contador volumétrico de pistón rotativo con caudal permanente  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R315. Se han analizado un total de 18 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Al analizar tanto los errores como sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, se obtienen resultados muy próximos a cero, diferenciándose de los valores típicos de esta tecnología. Como se adelantaba anteriormente, este modelo no sigue la forma habitual de parábola invertida característica de los contadores volumétricos. La diferencia entre este modelo y el resto consiste en que siendo el modelo M8 un contador volumétrico, su tambor de medición no es como el resto, sino electrónico. A los contadores que poseen este tipo de disposición se les denomina híbridos, ya que combinan una cámara de medición mecánica mientras que el dispositivo que muestra la lectura es electrónico. Es por ello que resulta claro que mediante el totalizador electrónico se corrigen las mediciones que se generan mecánicamente para “bajar” la parábola invertida y convertirla en una recta cercana a valores neutros.

Por ello, el Error Medio Ponderado del modelo con un valor del -2,01%, resulta más negativo de lo que suele ser en un contador volumétrico, ya que los errores positivos habituales a caudales medios de esta tecnología se han reducido. Su Error Cuadrático Medio resulta muy bajo. No se detectan ni unidades defectuosas ni no conformes.

TABLA 4.44 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M8 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M8	MEDIA	1,00	-0,12	-0,15	-0,06	0,12	0,05	-0,01	-0,18	-2,01	0,04
	DESV EST.	0,00	0,30	0,35	0,15	0,24	0,29	0,31	0,32	0,24	

Como ya se ha comentado, la curva de error de este modelo no sigue la forma habitual en contadores volumétricos sino que se asemeja a una recta próxima a cero para caudales medios y altos (Figura 4.59).

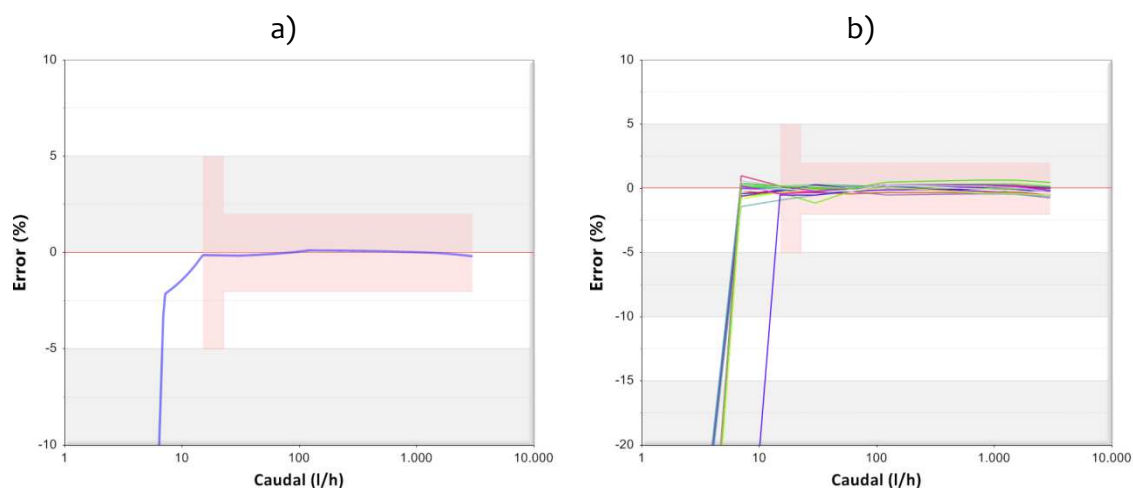


FIGURA 4.59 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M8 (15MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M8 (Figura 4.60) no se puede concluir ningún comportamiento debido al reducido tamaño de la muestra analizada, aunque la tendencia positiva es evidente y deberá confirmarse con un mayor número de ensayos.

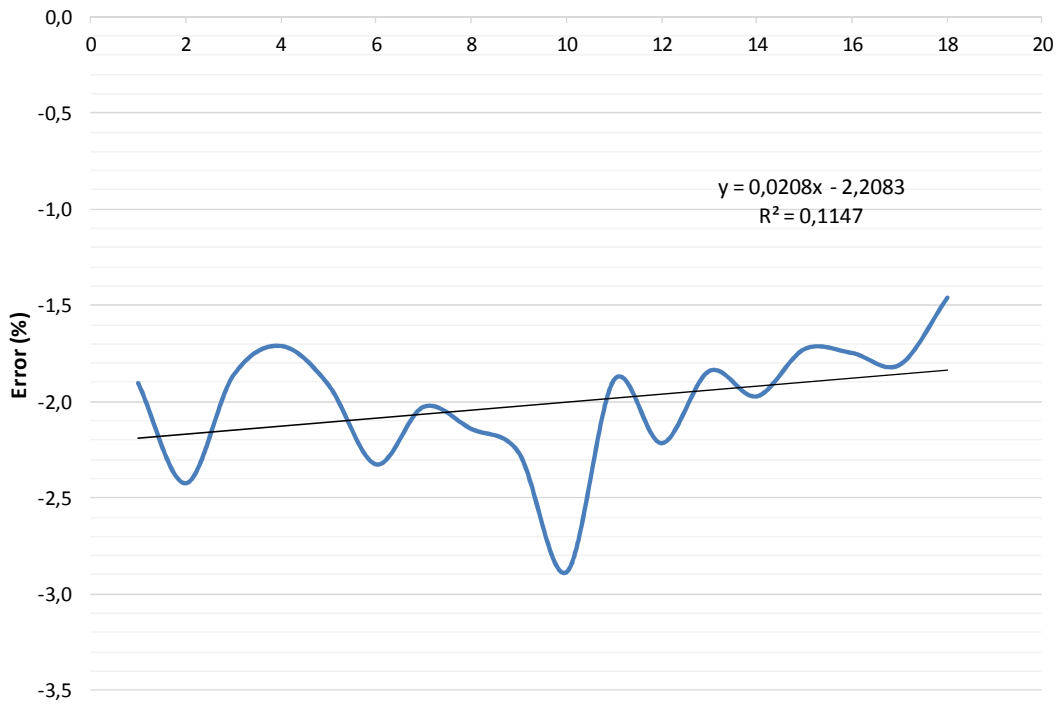


FIGURA 4.60 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M8 (15MM)

**4.2.3.5 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M11**

El contador modelo M11 es un contador electromagnético de caudal permanente  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R800. Se han analizado 2 contadores, ambos con una longitud de 115 mm.

Al igual que el anterior modelo analizado, los errores obtenidos a cada uno de los caudales ensayados, son muy próximos a cero, obteniendo unas desviaciones muy bajas, motivadas posiblemente por el ensayo de únicamente dos contadores. Aún así se intuye un buen comportamiento del contador, obteniendo un EMP del -1,84% con una desviación del 0,07% y un error cuadrático medio nulo. Debe considerarse que este contador al tener un ratio  $Q_3/Q_1=800$ , posee unos caudales característicos muy bajos ( $Q_1=3,125 \text{ l/h}$  y  $Q_2=5 \text{ l/h}$ ) por lo que debería de ensayarse a estos caudales.

TABLA 4.45 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M11 (15MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M11	MEDIA	1,00	-0,61	0,04	-0,23	0,99	-0,15	0,04	-0,09	-1,84
	DESV EST.	0,00	0,04	0,64	0,71	0,68	0,43	0,08	0,31	0,07

La curva de error media e individualizada para cada contador se muestra en la Figura 4.61. A la vista de los resultados, queda clara la necesidad de ensayar este contador a sus caudales característicos ya que con la aproximación realizada se observan posibles incumplimientos a caudales bajos.

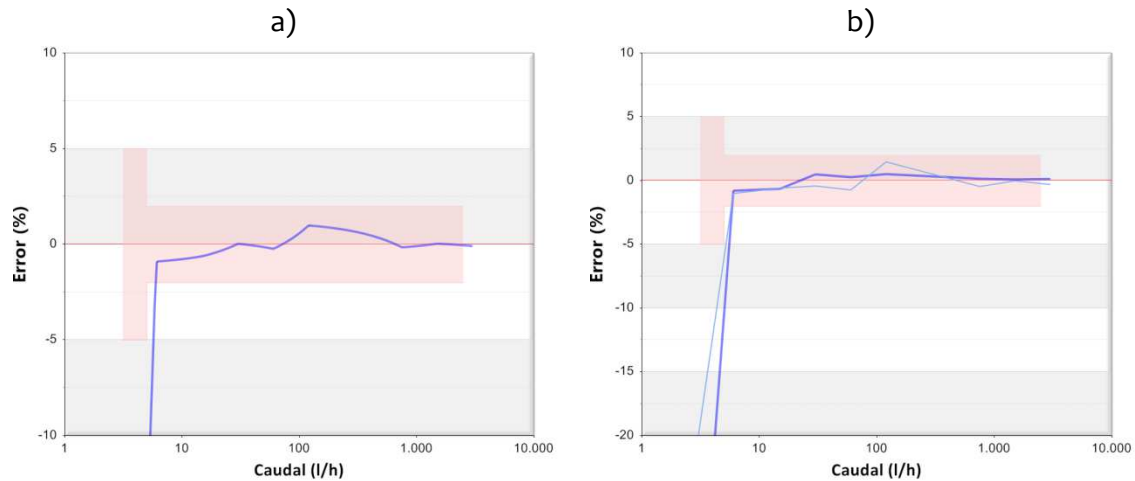


FIGURA 4.61 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M11 (15MM)

Con dos unidades ensayadas, la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M11 (Figura 4.62) no tiene mucha relevancia y deberá analizarse con un mayor número de ensayos para poder evaluar la estabilidad del modelo.

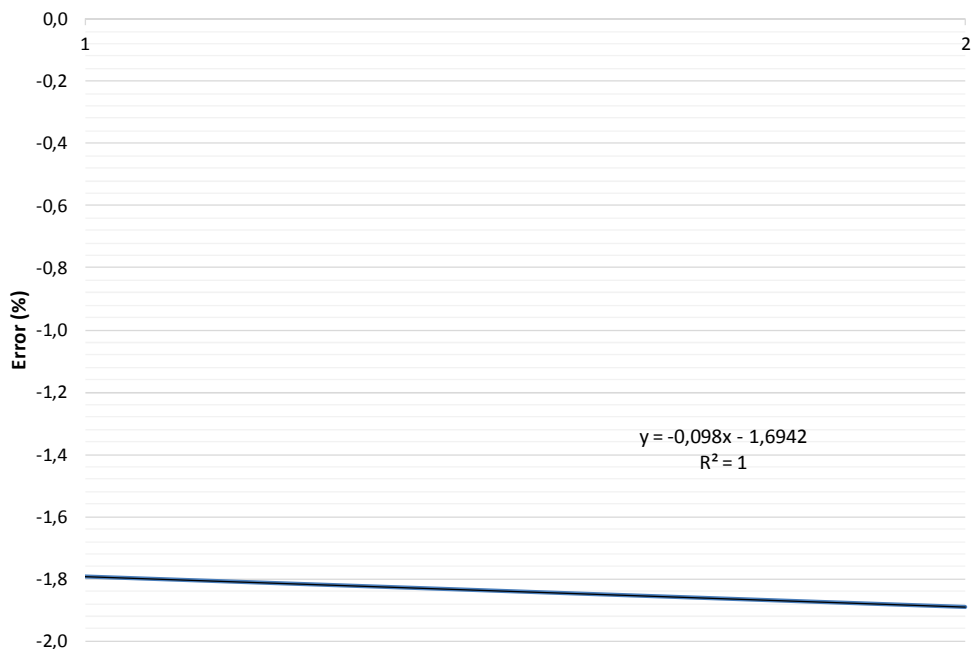


FIGURA 4.62 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M11 (15MM)



#### 4.2.3.6 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M16

El contador modelo M16 es un contador ultrasónico con caudal permanente  $Q_3=2,5$  m<sup>3</sup>/h y R100. Se han analizado 9 contadores, todos ellos con una longitud de 110mm.

Como es habitual para un contador estático, los errores obtenidos son todos próximos al 0%, aunque en este caso destaca que excepto para el caudal 3.000 l/h, todos los errores son negativos. A su vez, también resulta motivo de análisis las desviaciones existentes para cada error obtenido, que aún no siendo extremadamente altas, tiene una magnitud a considerar. Más teniendo presente que siendo una muestra reducida se intuye que el proveedor posiblemente haya seleccionado los contadores suministrados para que estos muestren un comportamiento excepcional. Cabe comentar la novedad que supone disponer de contadores ultrasónicos de calibre reducido para su instalación en suministros domésticos.

El error medio ponderado, tratándose de una tecnología de medición ultrasónica, no constituye un valor destacable, ya que con un -3,26%, se asemeja a un contador de velocidad de chorro único, cuyo coste de adquisición es inferior.

TABLA 4.46 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M16 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M16	MEDIA	1,00	-0,71	-1,18	-0,80	-0,40	-0,43	-0,12	0,11	-3,26	0,11
	DESV EST.	0,00	0,58	0,43	0,47	0,62	0,57	0,39	0,46	0,53	

Las curvas de error obtenidas demuestran el comportamiento esperado, presentando valores bastante neutros aunque en el presente caso siempre negativos.

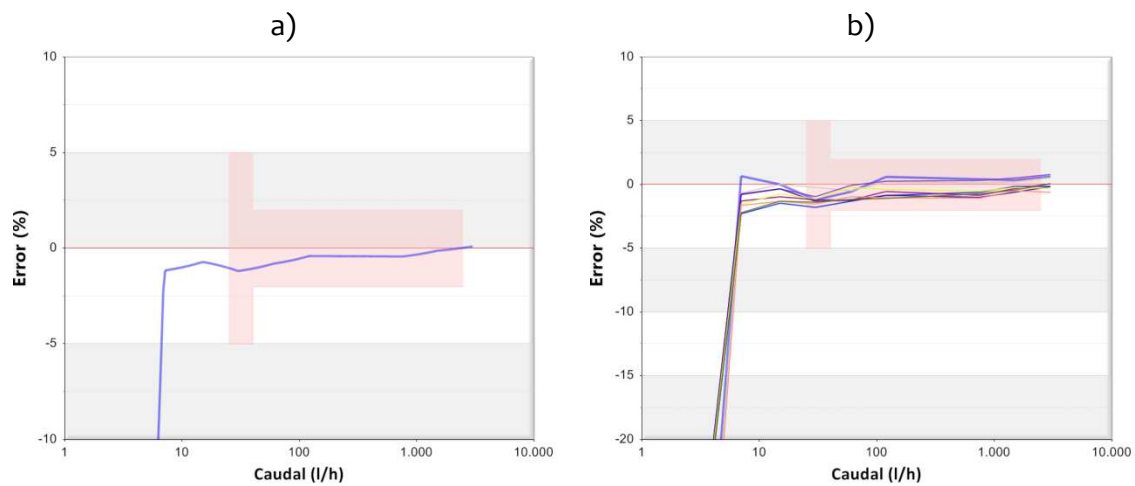


FIGURA 4.63 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M16 (15MM)

La evolución del EMP de la muestra analizada no resulta muy positiva ya que evidencia diferencias a considerar entre las diferentes unidades superiores al 1%, lo que deberá ratificarse con mayores unidades ensayadas para comprobar si esta variabilidad es general o puntual.

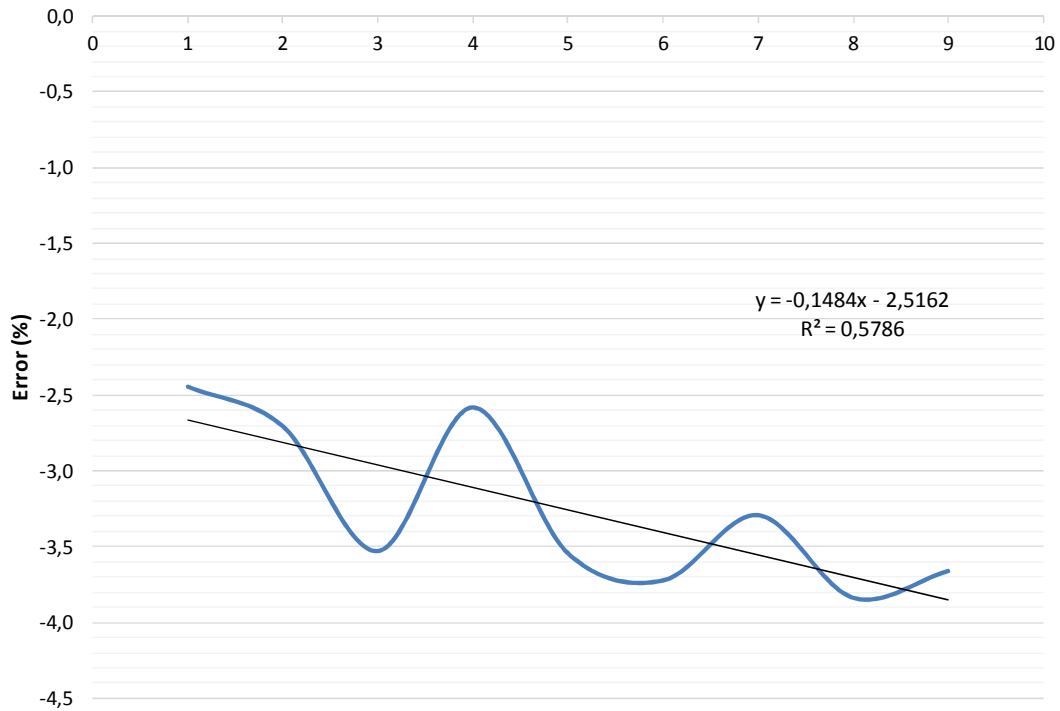


FIGURA 4.64 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M16 (15MM)

#### 4.2.3.7 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M20

El contador modelo M20 es un contador volumétrico de pistón rotativo con  $Q_3=2,5$  m<sup>3</sup>/h y R315. Se han analizado un total de 22 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Al analizar tanto los errores como sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, se obtienen resultados propios a esta tecnología, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -1,49% con un Error Cuadrático Medio muy bajo. No se detectan unidades defectuosas pero si dos no conformes, aunque su desviación es inferior al 0,30%.

Cabe mencionar que este modelo posee el mismo pistón que el modelo M8 analizado anteriormente. Si se comparan ambos resultados, puede comprobarse la gran diferencia entre ellos, lo que evidencia la gran importancia de los diferentes componentes y ajustes realizados por cada fabricante.

TABLA 4.47 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M20 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M20	MEDIA	1,00	0,76	1,35	1,59	1,62	0,13	-0,49	-1,51	-1,49	0,06
	DESV EST.	0,00	0,48	0,32	0,29	0,28	0,34	0,38	0,47	0,27	

Comparado con su variante de 13mm, muestra un comportamiento muy similar aunque la curva de error del contador de 15mm es más positiva a caudales medios pero decae ligeramente a caudales altos (Figura 4.65), circunstancia que no ocurre con el contador de 13mm.

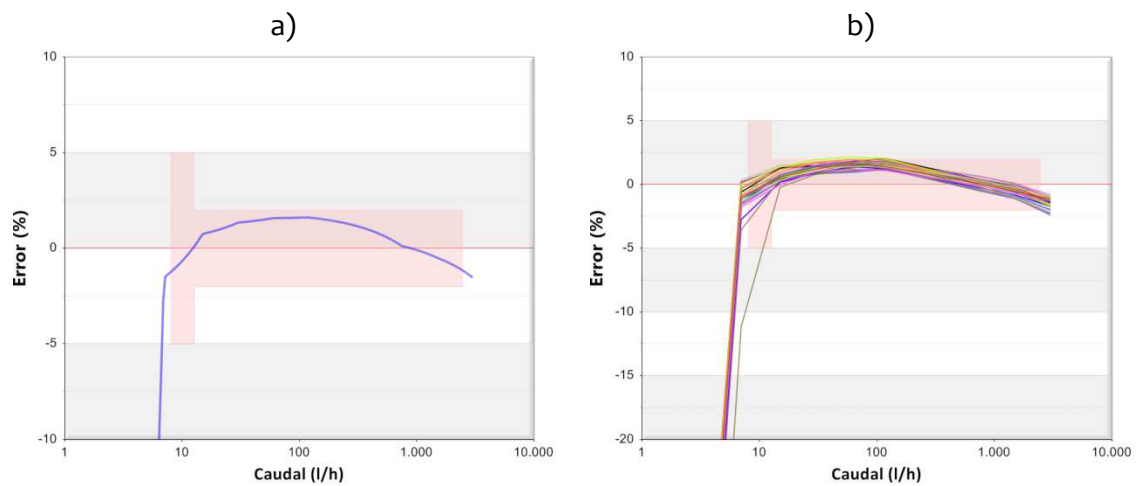


FIGURA 4.65 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M20 (15MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M20 (Figura 4.66), se desprende cierta mejora que deberá confirmarse con un mayor número de ensayos.

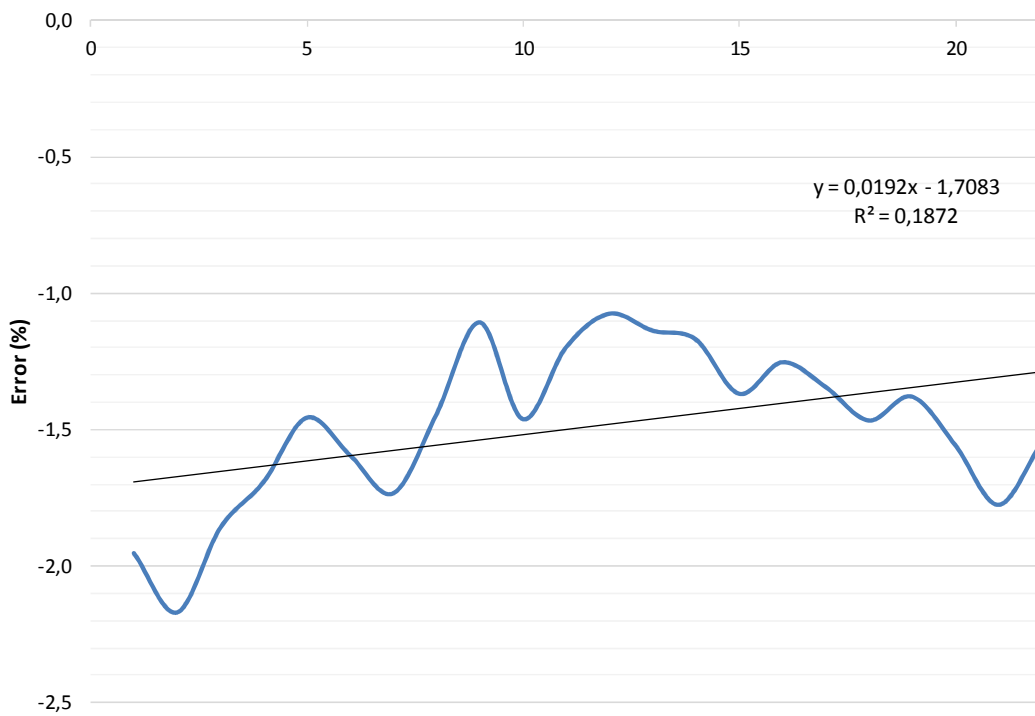


FIGURA 4.66 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M20 (15MM)

#### 4.2.3.8 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M21

El contador modelo M21 es un contador de velocidad de chorro único con caudal permanente  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40. Se han analizado un total de 985 contadores, todos ellos de longitud 115 mm. Representa la muestra más amplia analizada ya que supone el 46,1% del total de contadores de 15mm.

Del análisis de los resultados obtenidos (Tabla 4.48) se detectan un total de 8 contadores defectuosos, la mayoría de los cuales (7) lo son a caudales bajos, presentando errores del -100% para caudal 15 l/h e incluso 4 unidades a caudal 30l/h (es decir, los contadores estaban completamente parados). También se detectan un total de 95 contadores no conformes siguiéndose la misma tendencia, es decir, prácticamente la totalidad a caudales bajos.

Comparando estos resultados con la variante de 13mm, se desprende un mejor comportamiento del contador de 15mm, ya que no se detectan tantas unidades defectuosas y a su vez los resultados obtenidos para cada caudal son mejores, obteniendo un EMP medio del -3,44% y un error cuadrático medio mejorado, lo que evidencia una clara mejora y una variabilidad mucho menor.

TABLA 4.48 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M21 (15MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM	
M21	MEDIA	5,18	-7,70	3,10	2,76	1,03	0,73	0,69	0,63	-3,44	0,26
	DESV EST.	0,68	3,90	1,25	0,88	0,79	0,54	0,57	0,65	0,51	

Del análisis de la curva de error (Figura 4.67) se desprende un comportamiento medio muy bueno, aunque la tendencia media es de presentar siempre valores positivos para todos los caudales. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b), donde también se observa claramente, tanto la variabilidad como los errores elevados, especialmente a caudales bajos.

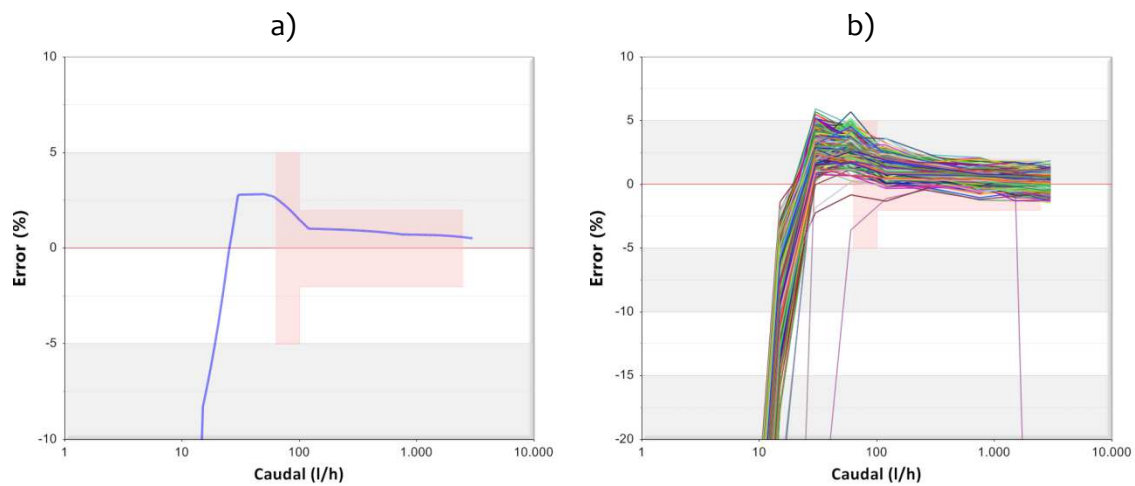


FIGURA 4.67 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M21 (15MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) muestra cierta estabilidad pero con decaimiento de este a lo largo del tiempo. Este aspecto denota las diferencias entre fabricantes. Claramente este fabricante posee un proceso de fabricación muy estable pero resulta muy difícil realizar cualquier cambio en él para invertir la tendencia detectada.

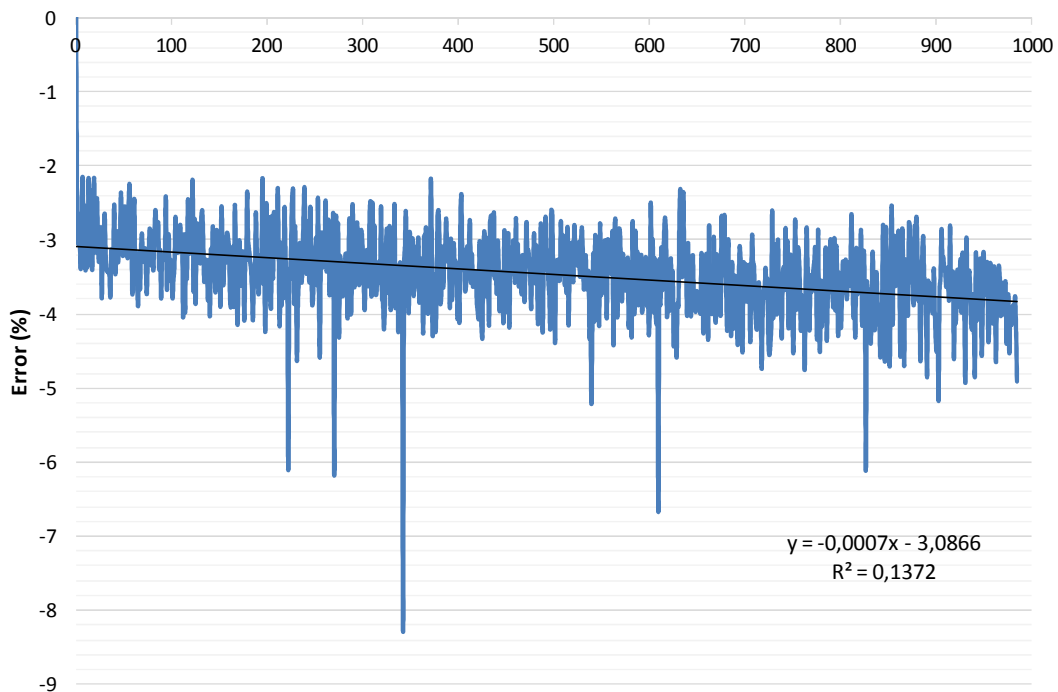


FIGURA 4.68 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M21 (15MM)

#### 4.2.3.9 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M23

El contador modelo M23 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 105 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Al analizar tanto los errores como sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, se obtienen unos excelentes resultados propios de la tecnología del modelo. Destaca el Error Medio Ponderado con un valor de -0,87% ya que es el mejor obtenido del análisis de contadores de 15mm. A su vez, el bajo Error Cuadrático Medio también denota el buen comportamiento y características del modelo. Mantiene las características de la variante de 13mm, donde también destacaba por ser el modelo con mejor EMP.

Se detectan dos unidades defectuosas a caudales altos ya que a 3.000 l/h pierde prácticamente el registro lo que seguramente sea motivado por desacoplamiento magnético. Asimismo se detectan un total de 81 unidades no conformes esta vez mayoritariamente a caudales medio-bajos donde se obtienen resultados demasiado positivos de 2,28% de media, sobrepasando el rango  $\pm 2\%$  establecido. Como ocurría con el modelo también volumétrico M5, se puede considerar esta variación insignificante y podría asumirse ya que puede estar absorbida por la propia incertidumbre del procedimiento de ensayo.

TABLA 4.49 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M23 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M23	MEDIA	1,00	0,42	1,48	1,95	2,15	0,97	0,46	-0,34	-0,87	0,05
	DESV EST.	0,00	0,94	0,59	0,31	0,28	0,29	0,29	1,17	0,27	

Como suele ser habitual en contadores volumétricos, su curva de error muestra el buen comportamiento de estos contadores a caudales bajos así como valores positivos para rangos de caudal de consumo habitual.

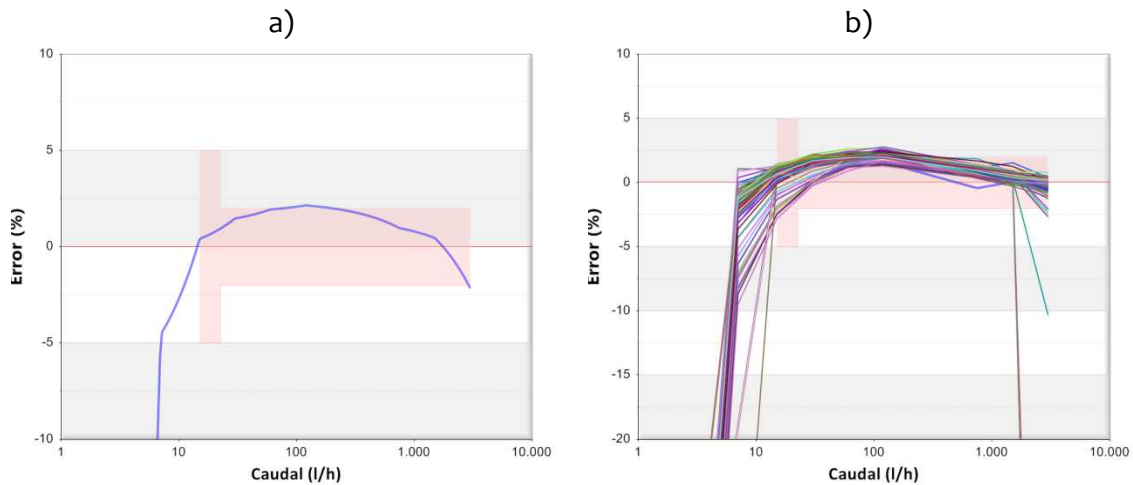


FIGURA 4.69 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M23 (15MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M23 (Figura 4.70) se desprende una buena estabilidad a la vez que mejora en el tiempo, lo que otorga fiabilidad al fabricante y demuestra una clara mejora en el modelo, ya que pasa de unos valores iniciales del EMP en torno al -2% para llegar a mejorarlo en aproximadamente un 1%. Esta mejora puede haberse producido gracias a una mejora en su proceso de fabricación y/o en una mejora en la calidad de los componentes que integran el propio contador.

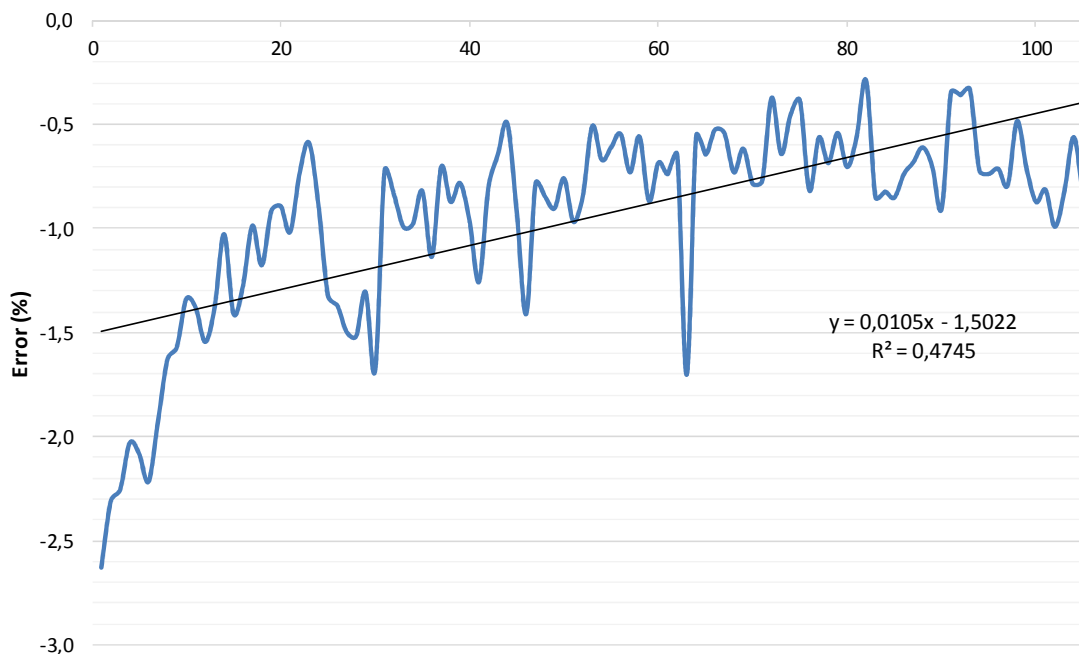


FIGURA 4.70 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M23 (15MM)



#### 4.2.3.10 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M25

El contador modelo M25 es un contador de velocidad de chorro único con  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40. Se han analizado un total de 23 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Del análisis de los errores a cada uno de los caudales ensayados, se desprende un comportamiento aceptable del modelo, no presentando unidades defectuosas, al contrario de lo que ocurría en su variante de 13mm. Se obtiene un error medio ponderado del -3,31% con una desviación asociada del 0,59, lo que evidencia cierta variabilidad en los resultados.

Se detectan tres unidades no conformes para caudales altos por valores superiores al 2% establecido en normativa, obteniendo un error medio de todas ellas del 2,93%.

TABLA 4.50 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M25 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M25	MEDIA	4,00	-0,79	4,75	0,93	0,66	0,44	0,76	0,42	-3,31	0,34
	DESV EST.	0,40	1,99	1,27	0,83	0,77	0,74	0,83	1,34	0,59	

La curva de error media (Figura 4.71 a) muestra un comportamiento menos positivo que su variante de 13mm, mientras que la figura donde se muestran cada una de las curvas individuales (b), se pueden observar los errores ligeramente excesivos para los caudales 1.500 l/h y 3.000 l/h.

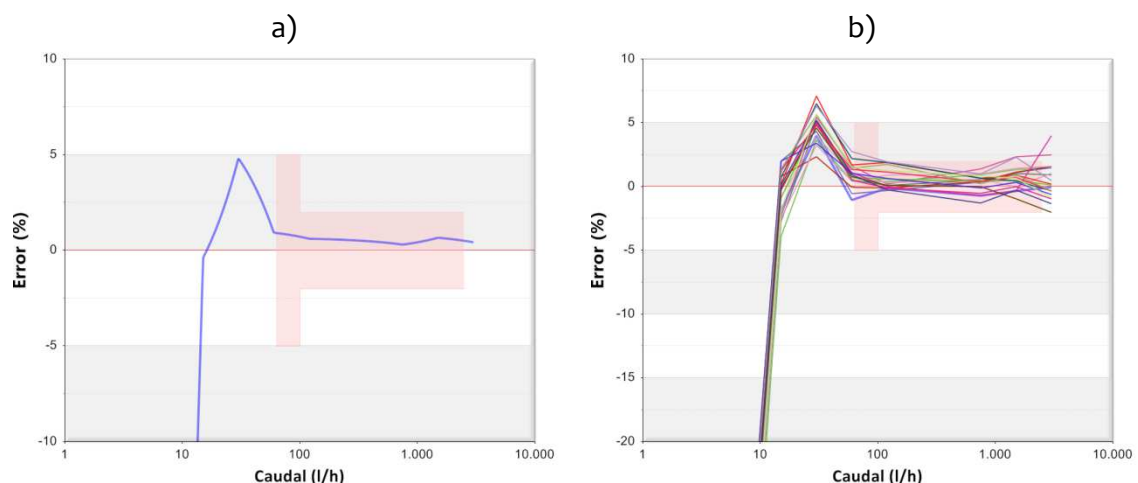


FIGURA 4.71 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M25 (15MM)

Del análisis de la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) y para la muestra relativamente pequeña analizada, aunque ofrece cierta estabilidad alrededor del -3,50%, pueden observarse variaciones puntuales lo que obligará a realizar un estricto control de calidad a origen, ya que la desviación típica del EMP es del 0,59%.

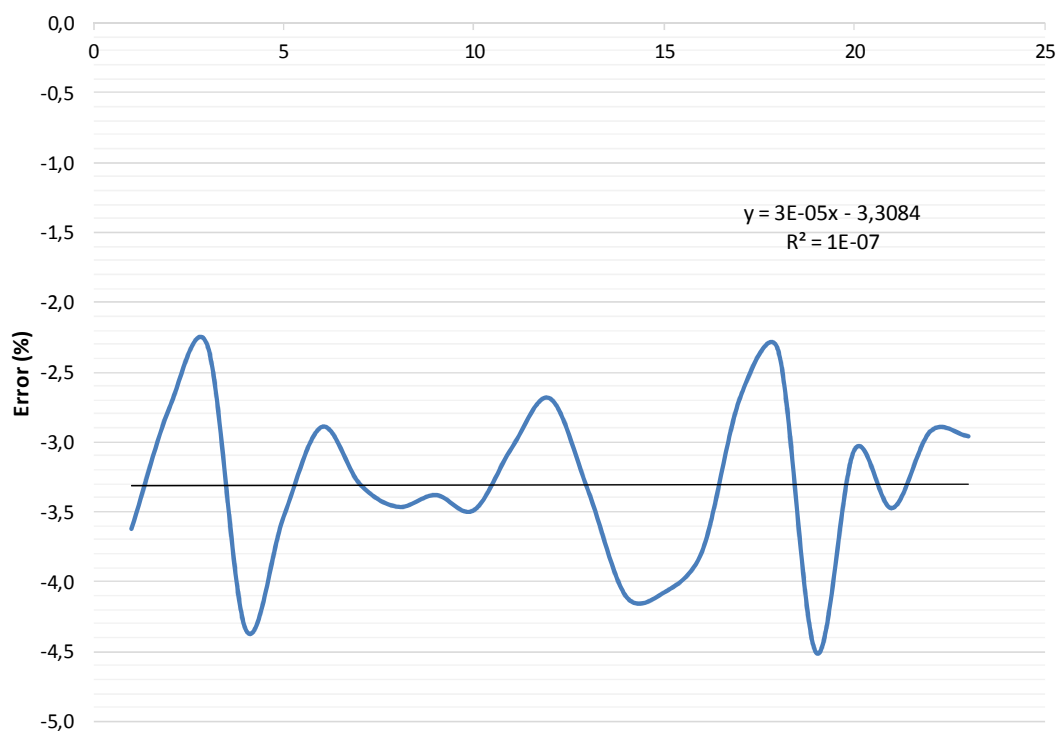


FIGURA 4.72 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M25 (15MM)

Estas variaciones significativas en el EMP de un contador a otro posiblemente puedan justificarse por la dificultad de este modelo en su ajuste. Como se ha indicado en capítulos anteriores, el ajuste del contador puede realizarse básicamente mediante dos procedimientos: utilizando by-pass o por ajuste de la aleta o aletas que pueda disponer la cámara de medición. Este modelo de contador dispone de aletas en la parte inferior de la cámara de medición, es decir, bajo la turbina, por lo que su regulación puede resultar menos efectiva.

#### 4.2.3.11 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M26

El contador modelo M26 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 17 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Del análisis de los errores de este modelo destaca la gran aproximación al error del 0% en caudales medios y altos, así como valores elevados para el caudal de 30 l/h. No se detectan ni unidades no defectuosas, ni no conformes.

TABLA 4.51 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M26 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M26	MEDIA	4,44	-2,95	2,62	1,02	-0,19	0,00	0,21	-0,98	-4,01	0,08
	DESV EST.	0,52	3,50	0,98	0,39	0,42	0,57	0,31	0,46	0,50	

La curva de error media (Figura 4.73 a) muestra el comportamiento estable y próximo al 0% comentado anteriormente con un ligero decaimiento para caudal 3.000 l/h, extremo que se confirma de una manera generalizada para todas las unidades ensayadas (b).

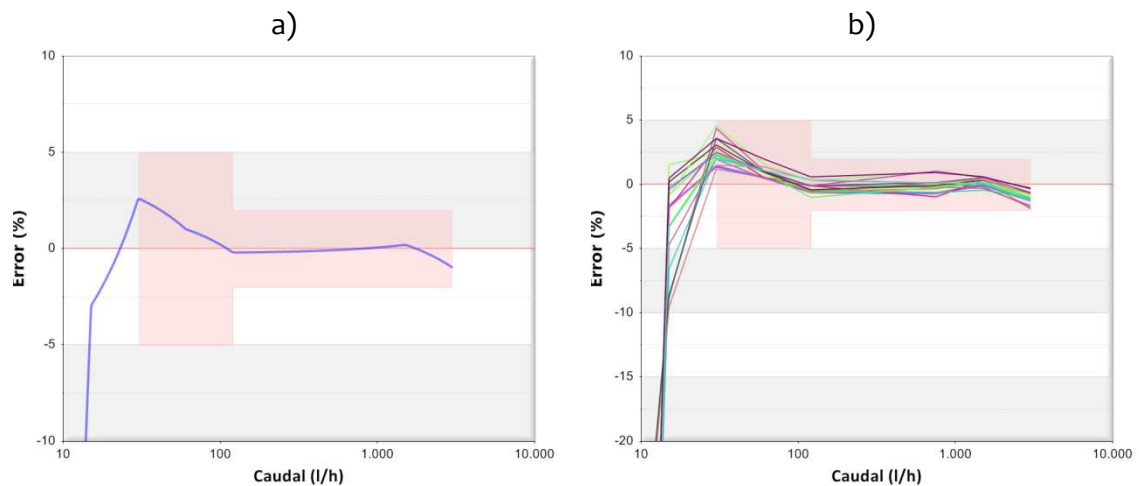


FIGURA 4.73 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M26 (15MM)

Este modelo tiene una evolución del Error Medio Ponderado (EMP) positiva acercándose a valores del EMP próximos al -3% cuando desde origen los valores eran inferiores al -4%.

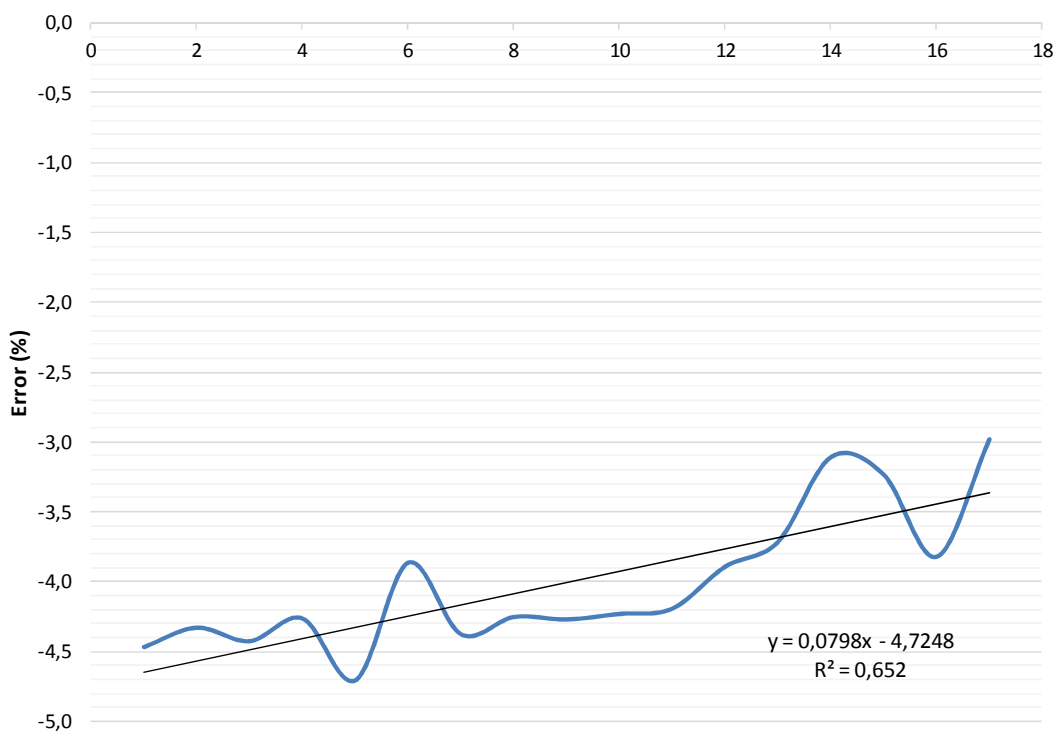


FIGURA 4.74 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M26 (15MM)

#### 4.2.3.12 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M27

El contador modelo M27 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 13 contadores, todos con una longitud de 115 mm. Cabe destacar que este modelo es la versión en Composite del modelo anterior M26, por lo que la comparación entre ambos modelos ofrecerá resultados que podrán analizar la influencia que pueda tener el material constructivo del contador.

Del análisis de los errores de este modelo y comparándolos con el anterior, destacan los errores superiores a caudales bajos, especialmente la gran diferencia a caudal 30 l/h llegando a alcanzar de media el 1,74%. No se detectan ni unidades defectuosas ni no conformes. Comparando el EMP de ambos modelos, resulta evidente que el modelo en material Composite ofrece peor resultado.

TABLA 4.52 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M27 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M27	MEDIA	4,95	-6,31	0,88	-0,50	0,27	-0,13	-0,19	-0,30	-4,21	0,10
	DESV EST.	0,95	6,35	2,06	0,84	0,25	0,33	0,41	0,33	0,33	

De la observación de las curvas de error se puede confirmar el comportamiento diferente de este modelo frente al anterior analizado.

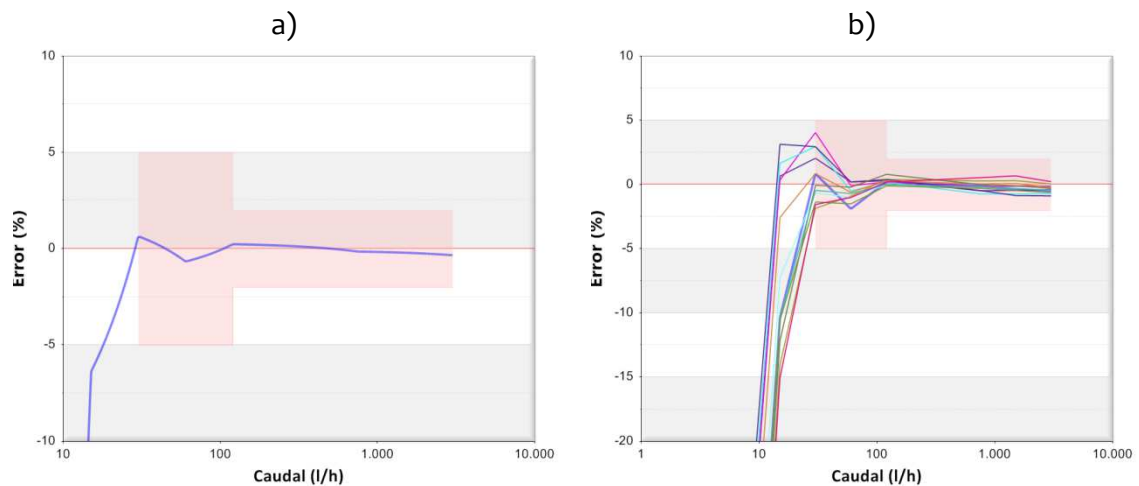


FIGURA 4.75 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M27 (15MM)

Este modelo tiene una evolución del Error Medio Ponderado (EMP) relativamente estable manteniendo valores del EMP próximos al -4%, aunque con la pequeña muestra analizada no pueden sacarse conclusiones evidentes.

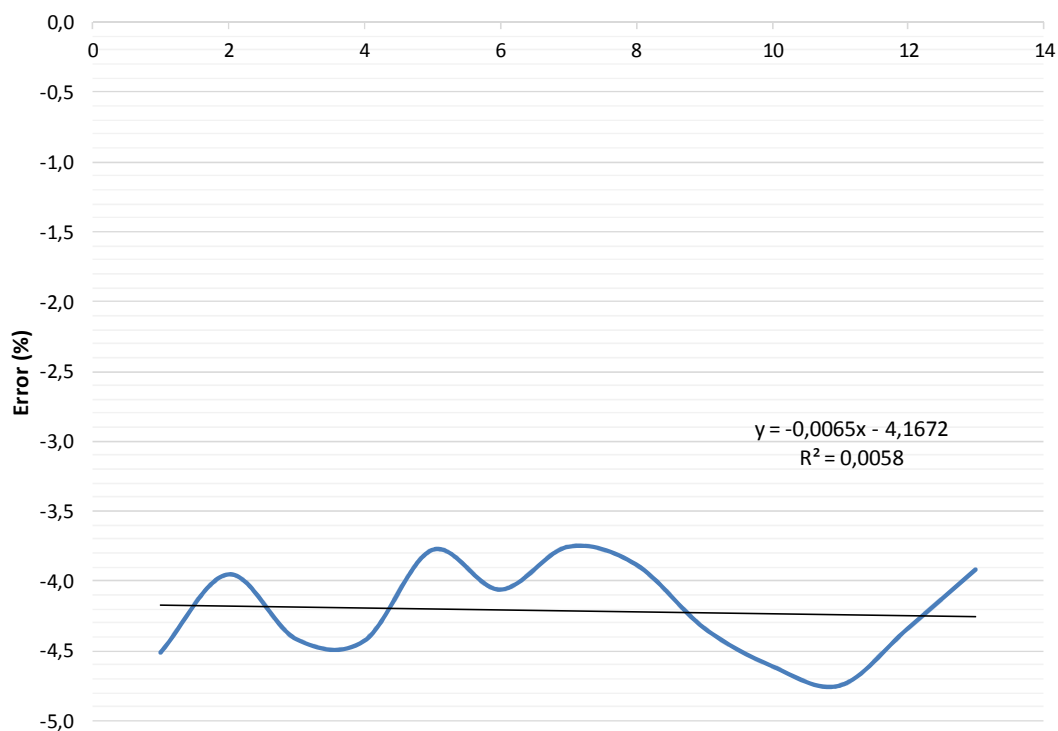


FIGURA 4.76 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M27 (15MM)

#### 4.2.3.13 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M29

El contador modelo M29 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 215 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Como puede verse en la Tabla 4.53, los errores a cada uno de los caudales ensayados, excepto para 15 l/h, son siempre positivos, por lo que el EMP resultante es del -3,33%, valor destacable para un contador de velocidad clase B. El error para caudal 30 l/h es de los más positivos analizados, alcanzando un valor del 2,57%.

Se detectan 7 unidades defectuosas a caudales bajos, dos de las cuales estaban completamente paradas a caudal 30 l/h. Destacable es la presencia de un total de 84 unidades no conformes (39% de la muestra analizada), la mayoría de las cuales a caudales altos por valores ligeramente positivos.

TABLA 4.53 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M29 (15MM)

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M29	MEDIA	4,69	-4,41	2,57	1,74	0,87	0,69	1,05	1,48	-3,33	1,03
	DESV EST.	0,78	4,17	1,77	1,28	1,02	1,09	1,07	1,02	1,02	

De la observación de las curvas de error se puede confirmar el comportamiento positivo de este modelo frente al anterior analizado, resultando una diferencia en el EMP de prácticamente un 1%.

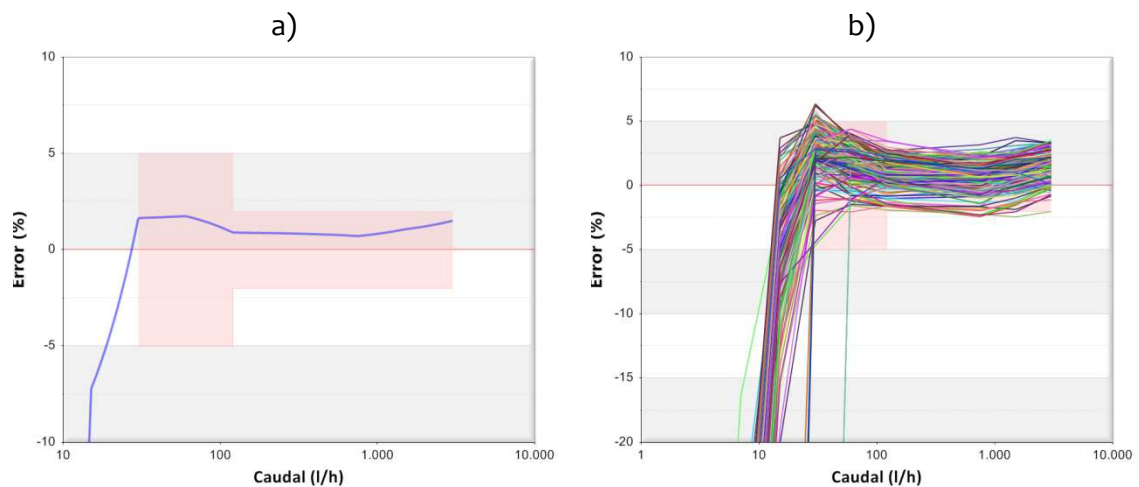


FIGURA 4.77 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M29 (15MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) resulta ligeramente negativa y con bastante variabilidad entre contadores, encontrando valores del EMP desde aproximadamente el -1% hasta el -6,5%, sin considerar las unidades defectuosas. Como también ocurría con su variante de 13mm, variaciones en el registro tan importantes demuestran un proceso de fabricación demasiado inestable, lo que justifica la implantación de un sistema de control de la calidad a la recepción y el análisis de la evolución de cada modelo de contador.

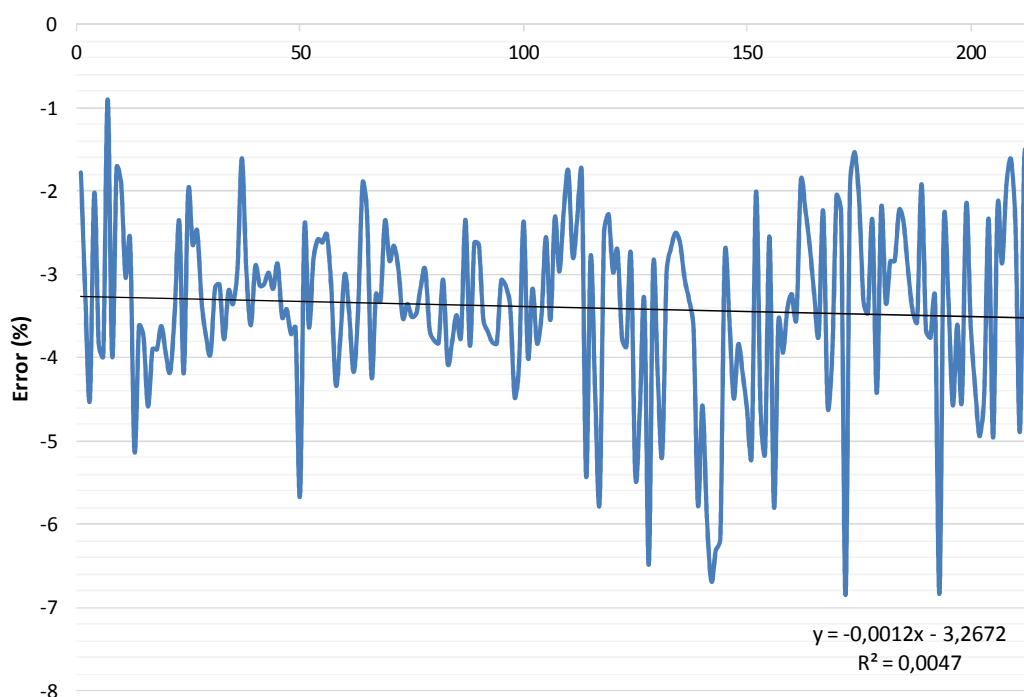


FIGURA 4.78 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M29 (15MM)

#### 4.2.3.14 Errores iniciales en contadores de 15mm. Modelo M30

El contador modelo M30 es un contador de velocidad de chorro único R125. Se han analizado un total de 124 contadores, todos ellos de longitud 115 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos (Tabla 4.54), se detectan errores y desviaciones típicas excelentes para caudales bajos. Asimismo se puede observar como los errores adoptan valores típicos de contadores homologados bajo la normativa ISO 4064:2005 (MID). En esta normativa se especifica que “... el contador no explotará el error máximo permitido ni favorecerá sistemáticamente a ninguna de las partes...”, lo que provoca que los errores se aproximen a valores cercanos al 0%. No se detecta ningún contador defectuoso ni no conforme.

TABLA 4.54 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M30 (15MM)

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP(%)	ECM
M30	MEDIA	3,73	-0,40	0,91	0,35	0,56	0,24	0,54	0,06	-3,52
	DESV EST.	1,44	2,98	1,10	1,07	0,82	0,48	0,52	0,52	0,22



Del análisis de la curva de error (Figura 4.79) se desprende un comportamiento medio muy bueno.

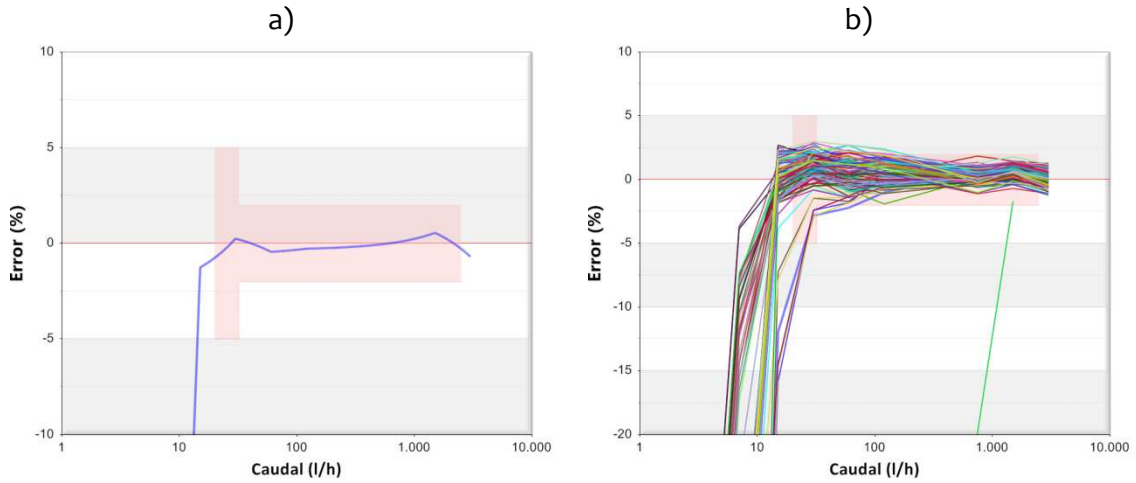


FIGURA 4.79 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M30 (15MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) presenta una evolución positiva pero con cierta variabilidad lo que exigirá un control a origen del comportamiento del contador (Figura 4.80).

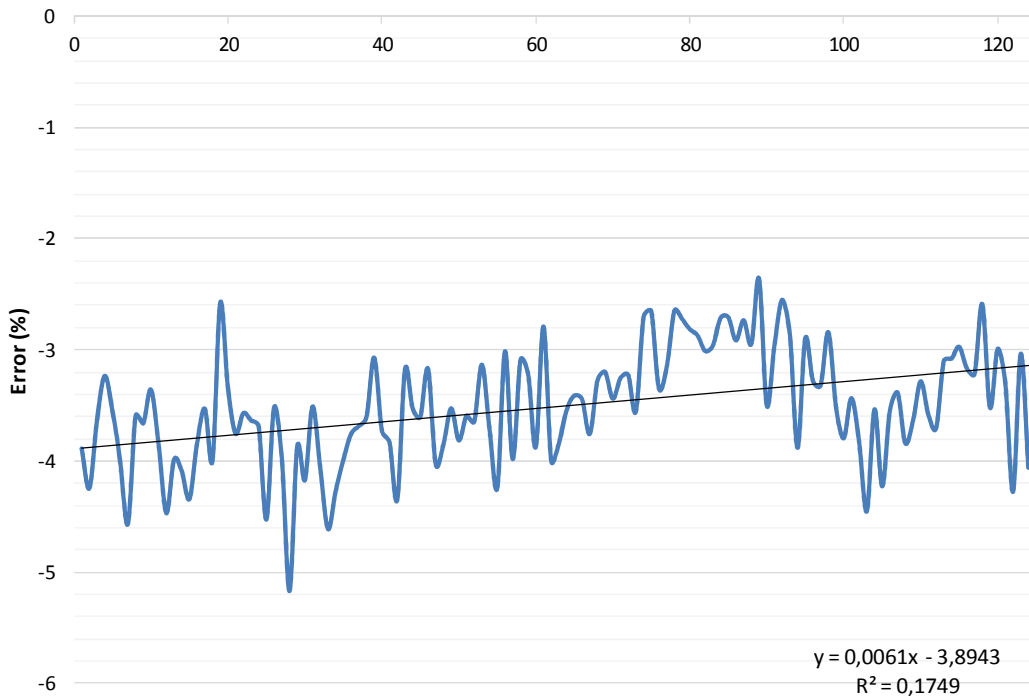


FIGURA 4.80 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M30 (15MM)

#### 4.2.4 Errores iniciales en contadores de 20mm

Del total de 450 contadores ensayados de diámetro nominal 20mm, correspondientes a 29 modelos diferentes, únicamente 306 contadores lo han sido a origen, agrupados en 14 modelos y dos tecnologías de medición: velocidad chorro único y volumétricos de pistón rotativo. Como se comentaba anteriormente (Tabla 4.8), el porcentaje de contadores de calibre 20mm ensayados, representa el 6% del total, mientras que los calibres analizados anteriormente de 13 y 15mm, representaban el 84%. Como en los casos anteriores, en este apartado se van a analizar los errores iniciales en contadores ensayados de diámetro nominal 20mm cuyo motivo de ensayo haya sido “Control calidad a recepción”.

De los 14 modelos ensayados a origen, 7 de ellos constituyen aproximadamente el 80% de los contadores, por lo que únicamente se analizarán estos modelos, seleccionados bien por su relevancia en número, por su interés en base a su tecnología de medición o por tratarse de modelos analizados anteriormente.

También queda patente la distribución de los contadores en función de su tecnología de medición, donde los modelos de velocidad chorro único representan el 70,5%. Los contadores volumétricos representan el resto de contadores ensayados con un 29,5%.

TABLA 4.55 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 20MM ENSAYADOS A ORIGEN ANALIZADOS

Modelo	Chorro único clase B o R≤125	Chorro único clase C	Volumétrico	Total
M2		20		20
M5			22	22
M7	42			42
M21	74			74
M23			50	50
M29	30			30
M30	6			6
<b>Total</b>	<b>152</b>	<b>20</b>	<b>72</b>	<b>244</b>

Se ha mantenido la denominación de los modelos, lo que permitirá realizar una comparativa entre los mismos modelos de contador pero de diferente diámetro nominal.

Previamente al análisis individualizado de cada modelo, se van a descartar del estudio los contadores defectuosos con el objetivo de obtener unos resultados que realmente muestren las limitaciones metrológicas entre los diferentes modelos de contadores en condiciones reales.

Con el mismo criterio utilizado anteriormente, se considerará contador defectuoso aquel que en al menos algún caudal su error sea superior al  $\pm 50\%$ . De la misma forma, se definirá contador no conforme aquel que no cumpla los errores máximos permitidos en función del caudal y de su tecnología de medición.

En total, 42 contadores de un total de 244 han sido considerados defectuosos, correspondientes a los modelos M5, M7, M21, M23 y M29, lo que representa un 17,2% de la muestra analizada. Destacable resulta el hecho de que los porcentajes de contadores defectuosos, aumentan considerablemente respecto de los calibres analizados anteriormente, donde aproximadamente se encontraban en torno al 5%. Asimismo, la mayor parte de los contadores defectuosos para calibres 13 y 15mm se encontraban en caudales altos mientras que en el caso del calibre 20mm la mayor parte de contadores defectuosos lo son a caudales bajos. Muy relevante resulta que de los 39 contadores defectuosos detectados a caudales bajos, 33 de ellos, es decir el 85%, estaban completamente parados a caudales donde en función de su tecnología ya deberían de haber arrancado. En lo que respecta a los contadores defectuosos detectados a caudales altos, todos ellos correspondientes al modelo M23. Los errores muestran problemas de desacoplamiento magnético por un par débil, ya que los errores no llegaban al 100%.

En lo que a contadores no conformes se refiere, el comportamiento es similar en este calibre respecto de los anteriores, es decir, al igual que existen más contadores defectuosos a caudales bajos, también existen más contadores no conformes a estos caudales. Ahora bien, si en calibres de 13 y 15mm las unidades no conformes a caudales bajos estaban en torno al 11%, en 20mm el porcentaje resultante es de más del 15%. Claramente este resultado indica la dificultad que tienen los contadores para mantener los errores a caudales bajos dentro de los márgenes establecidos, mientras que a caudales altos el desacoplamiento magnético entre turbina y tambor, provoca que el error de medición se dispare a valores elevados.

TABLA 4.56 CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES (20MM)

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M2	20	0	0	8	0
M5	22	6	0	0	0
M7	42	7	0	1	6
M21	74	17	0	6	0
M23	50	0	3	18	6
M29	30	9	0	4	1
M30	6	0	0	0	0
	<b>244</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>37</b>	<b>13</b>
		<b>16,0%</b>	<b>1,2%</b>	<b>15,2%</b>	<b>5,3%</b>

Así de los 7 modelos a analizar, y siguiendo la misma metodología seguida anteriormente, se muestran en la Tabla 4.57 los errores para cada uno de los caudales ensayados, así como su desviación estándar, error medio ponderado (EMP) y el error cuadrático medio (ECM).

TABLA 4.57 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONTADORES DE 20MM

	Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM	
M2	MEDIA	4,30	-2,02	0,06	1,23	1,72	-0,12	-0,01	0,15	-0,26	-0,78	-3,92	0,19
	DESV EST.	0,49	3,28	1,63	1,30	0,74	0,48	0,48	0,44	0,54	0,47	0,46	
M5	MEDIA	2,69	-2,38	0,67	1,05	1,44	1,28	0,55	-0,10	-0,58	-1,43	-2,60	0,31
	DESV EST.	2,75	9,61	0,46	0,42	0,34	0,20	0,20	0,14	0,12	0,13	0,67	
M7	MEDIA	6,78	-18,55	-2,48	2,58	1,94	-0,69	-0,61	1,06	1,33	0,17	-5,08	0,43
	DESV EST.	1,04	6,91	2,27	1,89	1,14	0,76	0,73	0,69	0,62	1,84	0,68	
M21	MEDIA	8,16	-31,75	-4,80	1,21	3,64	0,06	-0,12	0,36	0,66	0,51	-4,90	0,56
	DESV EST.	1,46	9,97	3,00	2,77	2,15	1,01	0,73	0,72	0,66	0,64	0,82	
M23	MEDIA	2,00	-0,17	0,87	1,45	1,78	1,69	0,81	0,32	-0,18	-1,84	-2,16	0,09
	DESV EST.	0,00	1,63	1,09	0,80	0,58	0,34	0,30	0,38	0,38	7,05	0,31	
M29	MEDIA	7,10	-20,67	-3,54	0,37	0,83	1,57	1,23	0,54	0,24	0,72	-3,62	0,62
	DESV EST.	1,30	8,68	3,01	1,90	1,25	0,72	0,74	0,66	0,65	0,65	0,81	
M30	MEDIA	4,62	-4,11	-1,14	0,25	0,18	-0,43	0,29	0,58	0,47	-1,17	-4,05	0,15
	DESV EST.	0,11	0,73	0,23	0,36	0,59	0,49	0,55	0,49	0,44	0,31	0,42	

Para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado el mismo patrón de consumo que para los contadores de 13 y 15mm, que representa el consumo doméstico con suministro en directo (Tabla 4.12). Debe hacerse especial mención a que este tipo de patrón es únicamente válido para aquellos consumidores domésticos. Habitualmente contadores de calibre 20mm con un caudal nominal de 2.500 l/h son utilizados para

usos diferentes al doméstico, por lo que la utilización del patrón doméstico únicamente responde a la obtención de resultados comparables entre calibres. Realmente para la obtención del patrón de consumo de suministros diferentes al doméstico, sería imprescindible su obtención individualizada. La situación habitual en los abastecimientos analizados es que, debido a la presencia de depósitos, existen grandes consumidores cuyo calibre de contador puede ser 20mm.

A la vista de los resultados, inicialmente destacan los valores del modelo M23 para el caudal 5.000 l/h donde con un error medio del -1,84% se le asocia una desviación estándar del 7,05%, realmente excesiva por lo que deberá analizarse con detalle esta circunstancia. Asimismo, aunque no con resultados tan elevados, semejante circunstancia ocurre para el modelo M7, ya que una desviación del 1,84% denota que alguna incidencia debe de presentarse a este caudal.

Con todo, considerando el patrón de consumo doméstico anterior, se calcula el error medio ponderado de toda la muestra seleccionada, obteniendo un valor promedio del -4,26%, aproximadamente un punto más negativo que los resultados obtenidos para los calibres anteriores de 13 y 15mm.

Si de la Tabla 4.57 se analizan los errores medios por modelos seleccionados, se obtiene la siguiente distribución:

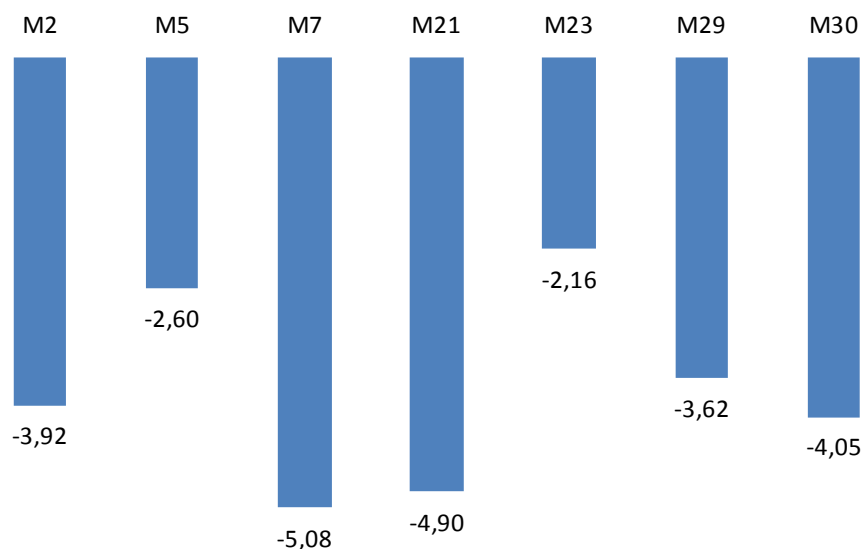


FIGURA 4.81 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 20MM

Como ya se ha analizado anteriormente, puede observarse la disparidad de resultados en los errores medios ponderados en función del modelo de contador. Estos, siempre

negativos, oscilan desde el caso más favorable con un error del -2,16% (M23) hasta el más desfavorable con un -5,08% (M7), obteniendo una diferencia máxima en el registro del agua consumida de hasta un 2,92%, en función de la selección de un modelo u otro de contador

En cuanto al análisis de la variabilidad del error para un mismo modelo de contador (Figura 4.82), que puede utilizarse como medida del control de producción del fabricante, puede observarse como el modelo volumétrico de pistón oscilante M23 posee la menor variación, habitual en contadores volumétricos. No así el también modelo volumétrico M5, cuya variación es superior a otros modelos de velocidad, como son el M2 y M30, con variaciones limitadas.

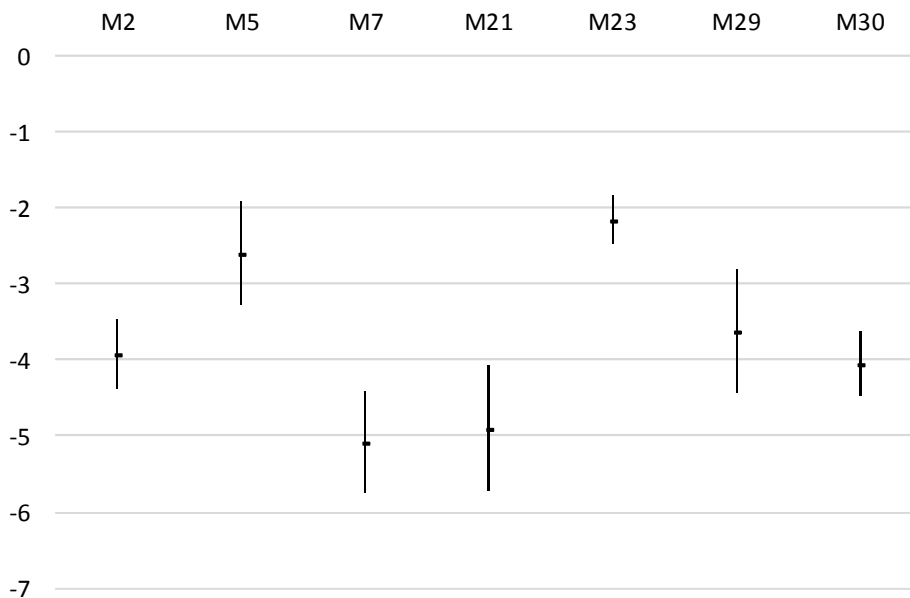


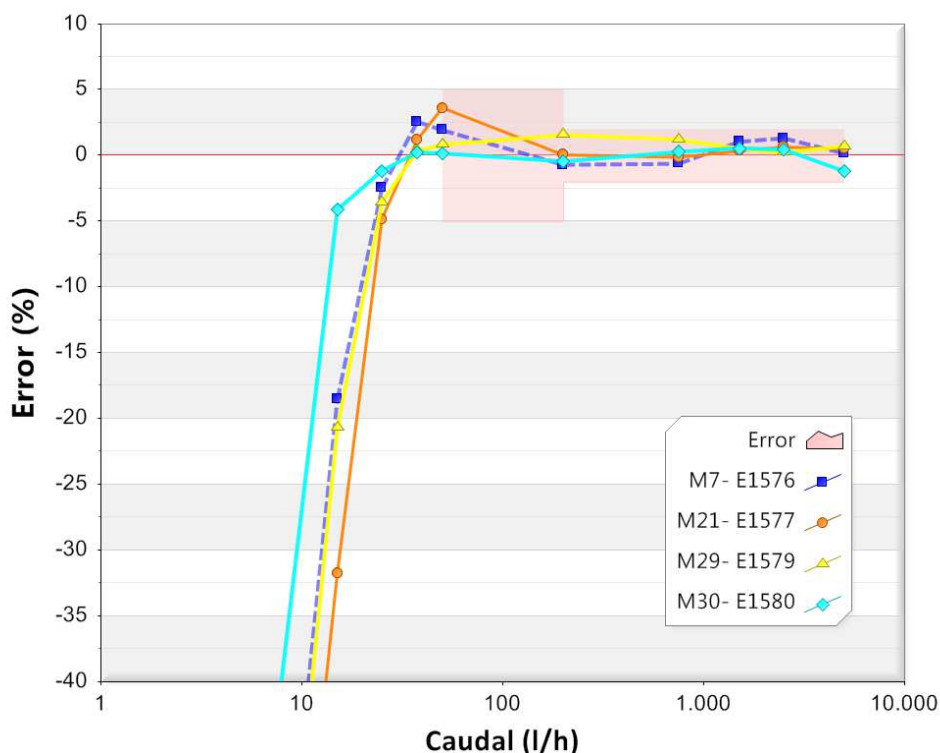
FIGURA 4.82 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 20MM

Analizando el Error Cuadrático Medio (ECM), que como se indicaba es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece información sobre la fiabilidad del fabricante (Tabla 4.58), se observa la misma tendencia mostrada anteriormente. El modelo volumétrico M23 posee el menor error cuadrático junto a los modelos de velocidad M2 y M30, obteniendo un valor ligeramente superior el modelo M5, por lo que se deberá analizar cuál es el motivo de estas variaciones tratándose de un modelo volumétrico. Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación, por lo que los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos (M7, M21 y M29).

TABLA 4.58 ERROR CUADRÁTICO MEDIO POR MODELO Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (20MM)

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M2	20	Chorro único	0,19
M5	22	Volumétrico	0,31
M7	42	Chorro único	0,43
M21	74	Chorro único	0,56
M23	50	Volumétrico	0,09
M29	30	Chorro único	0,62
M30	6	Chorro único	0,15

Las curvas de error de los contadores ensayados se han agrupado por separado en función de la tecnología de medición y la clase metrológica. La Figura 4.83 muestra las curvas de error de los contadores de velocidad chorro único clase B o  $R \leq 125$ . Como puede verse, se detectan grandes variaciones en su comportamiento a caudales bajos entre los diferentes modelos, así como ligero decaimiento del error para el modelo M30 a caudales altos. Puede observarse como este mismo modelo destaca por la forma de su curva, mucho más “plana” en el rango de caudales que va desde el caudal mínimo al de transición. Esta característica es común en los modelos homologados por la Directiva 2004/22/CE (MID).

FIGURA 4.83 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES CHORRO ÚNICO CLASE B O  $R \leq 125$  20MM

Los errores de los contadores equivalentes en clase C se muestran en la Figura 4.84 y corresponden exclusivamente al modelo M2. Las diferencias a caudales medios y altos entre contadores son pequeñas y principalmente dependen del ajuste de la curva de error realizada en fábrica y de las características constructivas específicas de los contadores.

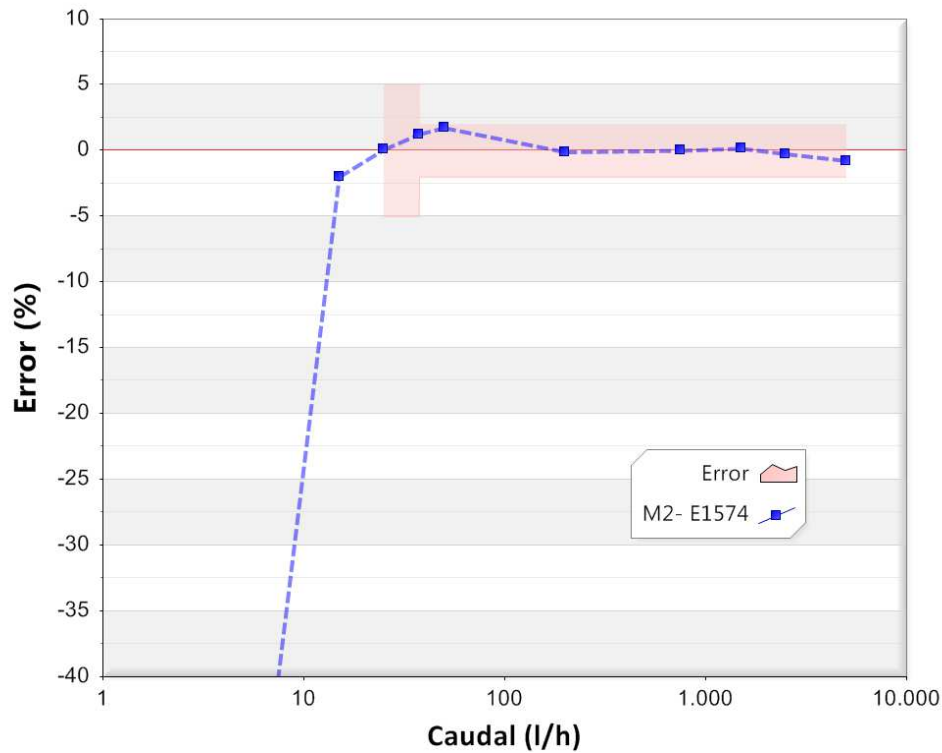


FIGURA 4.84 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES CHORRO ÚNICO CLASE C 20MM

La Figura 4.85 muestra la curva de error media para los dos modelos volumétricos ensayados. Los dos modelos muestran curvas de error muy similares y un comportamiento excepcional a caudales bajos.



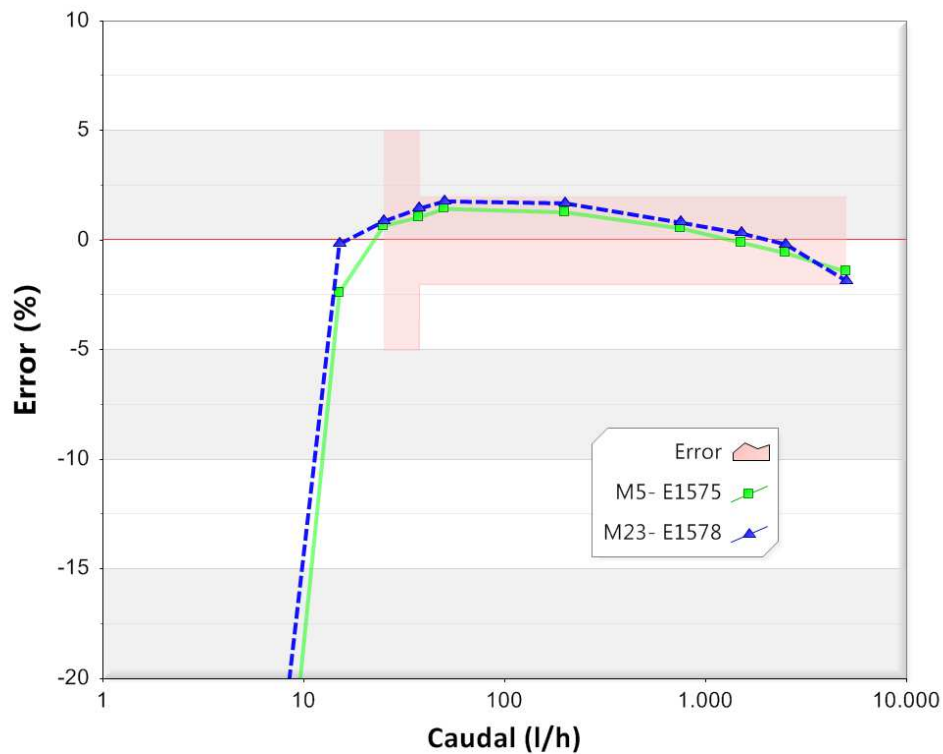


FIGURA 4.85 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES VOLUMÉTRICOS 20MM

Resulta evidente la diferencia entre las curvas representadas en la Figura 4.83 y Figura 4.84 correspondientes a contadores de velocidad chorro único y las representadas en la Figura 4.85 correspondiente a contadores volumétricos de pistón rotativo. Mientras en los contadores de velocidad la curva presenta oscilaciones dentro del rango de medida, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h.

Por último y antes de profundizar en el análisis individualizado de cada modelo, resta mostrar las curvas medias de error obtenidas de los modelos analizados para el calibre 20mm. Se muestran en la Figura 4.86 las curvas correspondientes a todos los contadores analizados, donde se observa un claro decaimiento del error a caudales altos.

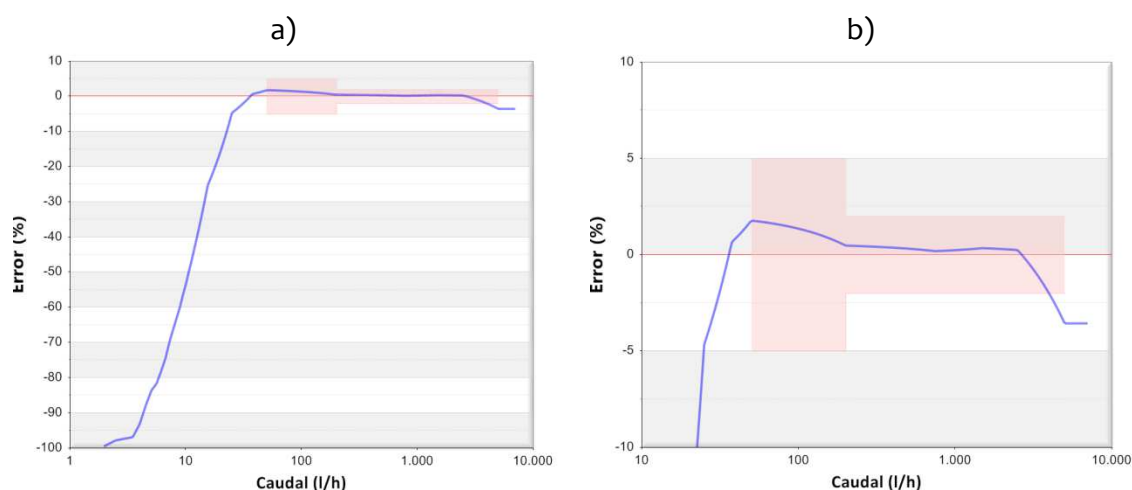


FIGURA 4.86 CURVAS DE ERROR DE CONTADORES DE 20MM

#### 4.2.4.1 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M2

El contador modelo M2 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica C. Se han analizado un total de 20 contadores, todos con una longitud de 190 mm.

La Tabla 4.59 muestra los resultados medios obtenidos de los ensayos realizados. Todos los errores se encuentran en rangos aceptables en base a la clase metrológica del contador, aunque con valores que van decayendo para caudales medios y altos. Al realizar el análisis individualizado de cada contador ensayado se detectan un total de 8 contadores no conformes todos ellos a caudales próximos al de transición donde presenta valores ligeramente superiores al 2%. No se detectan contadores defectuosos.

Con un valor del EMP del -3,92% presenta variaciones medias del 0,46%, por lo que el EMP puede alcanzar valores que van desde el -4,37% al -3,41%.

TABLA 4.59 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M2 (20MM)

	Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M2	MEDIA	4,30	-2,02	0,06	1,23	1,72	-0,12	-0,01	0,15	-0,26	-0,78	-3,92
	DESV EST.	0,49	3,28	1,63	1,30	0,74	0,48	0,48	0,44	0,54	0,47	0,46

De la Figura 4.87, se desprende un comportamiento aceptable a caudales bajos pero se confirman valores ligeramente negativos a caudales altos. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b).

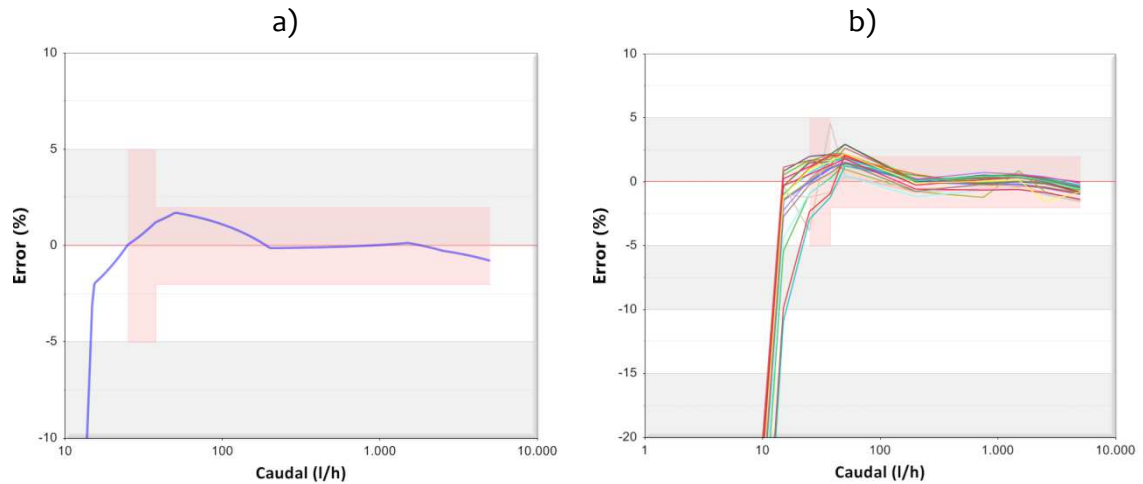


FIGURA 4.87 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M2 (20MM)

Con una muestra tan reducida la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M2 (Figura 4.88) resulta muy poco representativa. Aún así y comparándola con las evoluciones de sus homólogos en calibres inferiores, destaca su mayor estabilidad asumiendo la variaciones existentes.

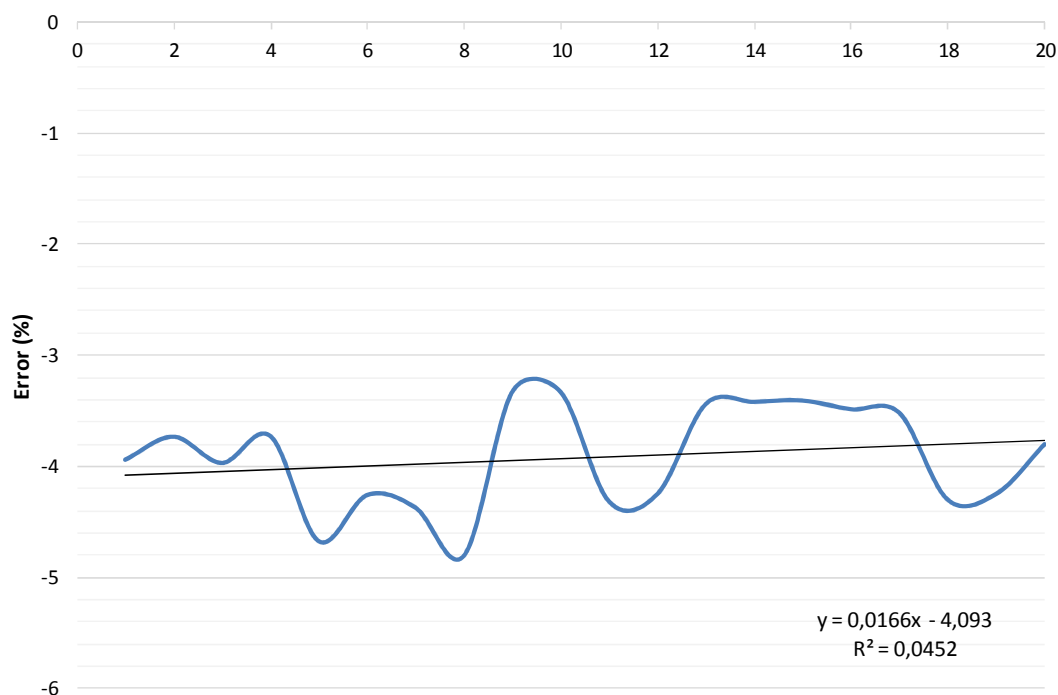


FIGURA 4.88 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M2 (20MM)

#### 4.2.4.2 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M5

El contador modelo M5 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 22 contadores, todos con una longitud de 190 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que la desviación estándar en los resultados del caudal de arranque es significativamente elevada. Asimismo, tanto el error medio ponderado como el error cuadrático medio del modelo también parecen demasiado elevados para un contador cuya tecnología de medición habitualmente posee resultados mejores. Analizando individualmente cada ensayo, se observa que, aún eliminando 6 unidades defectuosas siguiendo el criterio establecido por el cual cualquier contador en el que se obtengan errores superiores al  $\pm 50\%$  será considerado defectuoso, se detecta una unidad que posee un error del  $-38,38\%$  para el caudal de 15 l/h y un caudal de arranque de 13 l/h, cuando lo habitual es que este tipo de contadores arranque a 2 l/h. Evidentemente este contador, con un EMP del  $-5,03\%$ , no ha sido considerado defectuoso sino no conforme y ha provocado que la media de los resultados empeore sustancialmente.

TABLA 4.60 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (20MM)

		Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	2,69	-2,38	0,67	1,05	1,44	1,28	0,55	-0,10	-0,58	-1,43	-2,60	0,31
	DESV EST.	2,75	9,61	0,46	0,42	0,34	0,20	0,20	0,14	0,12	0,13	0,67	

Si se eliminase esta unidad se obtendrían unos resultados medios más representativos, como puede observarse en la Tabla 4.61.

TABLA 4.61 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (20MM) MODIFICADOS

		Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	2,00	0,02	0,73	1,12	1,49	1,30	0,58	-0,09	-0,57	-1,44	-2,44	0,09
	DESV EST.	0,00	0,49	0,41	0,33	0,28	0,18	0,19	0,14	0,11	0,13	0,18	

Con esta modificación puede observarse como los valores son más representativos y propios de un contador volumétrico, no sólo por un error medio ponderado menor sino especialmente por su desviación asociada del 0,18%. Asimismo el caudal de arranque es excelente.

Como se comentaba, se detectan seis unidades defectuosas todas ellas a caudal 15 l/h, con un error del -100%, es decir, el contador estaba completamente parado, lo que resulta inesperado para contadores de esta tecnología, por lo que todo hace pensar que se tratara de un defecto puntual y no de una característica de funcionamiento habitual. Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen resultados propios a esta tecnología, obteniéndose un valor muy bajo del Error Cuadrático Medio.

De las curvas de error se confirma la forma parabólica de estas lo que conlleva errores negativos para caudales medios y altos.

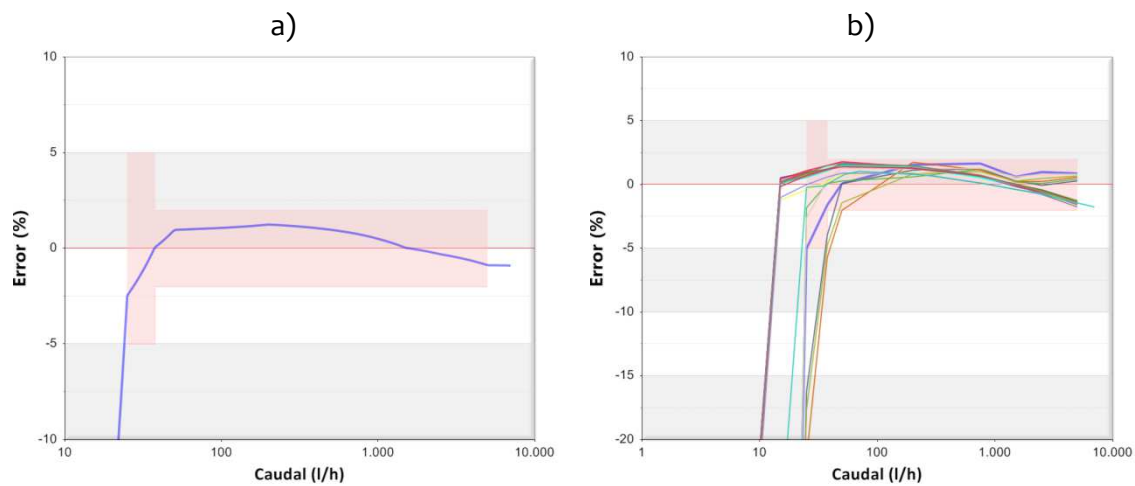


FIGURA 4.89 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M5 (20MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M5 (Figura 4.90) se desprende la existencia de unidades defectuosas que deterioran completamente la estabilidad de las unidades consideradas correctas. Se observa que la estabilidad central de este modelo es excelente pero posee siempre unidades defectuosas que enturbian el perfecto comportamiento del modelo. A pesar de ello y a excepción de las unidades defectuosas detectadas que pueden verse claramente en el gráfico, se evidencia una gran estabilidad del modelo ( $ECM=0,09$ ), lo que otorga una gran fiabilidad al fabricante y demuestra una gran calidad en su proceso de fabricación, aunque siempre presente unidades defectuosas.

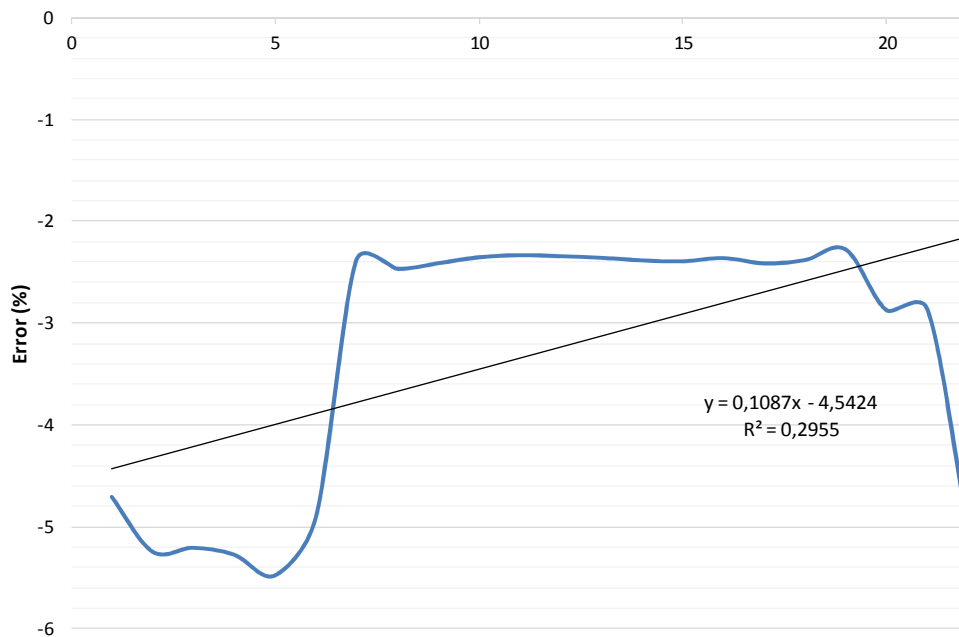


FIGURA 4.90 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M5 (20MM)

#### 4.2.4.3 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M7

El contador modelo M7 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 42 contadores, todos con una longitud de 115mm.

Presenta valores aceptables para la clase metrológica a la que pertenece, desapareciendo para este calibre, los graves problemas que presentaba en calibres 13 y 15mm a caudales altos. Aún así, a caudal máximo presenta una desviación media importante con un valor de 1,84%.

Realizando un análisis individualizado, se detectan un total de 7 contadores defectuosos todos ellos a caudales bajos. Asimismo también se detectan un total de 7 contadores no conformes, prácticamente la totalidad a caudales altos (Tabla 4.56).

Eliminando del análisis las unidades defectuosas se obtienen unos resultados mejorados, siendo el Error Medio Ponderado del modelo del -5,08%, siendo el valor más bajo de todos los modelos analizados de este calibre. Se observa que la desviación asociada al caudal 5.000 l/h es bastante elevada. Esto es motivado a que, aún eliminando las siete unidades defectuosas siguiendo el criterio establecido por el cual cualquier contador en el que se obtengan errores superiores al  $\pm 50\%$  será considerado defectuoso, se detecta una unidad que posee un error del -9,57% para el caudal de 5.000 l/h. Evidentemente este contador no ha sido considerado defectuoso sino no conforme y ha provocado que la media de los resultados empeore sustancialmente. Si se elimina este contador del análisis, la desviación resultante mejora hasta un valor de 0,73%.

TABLA 4.62 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M7 (20MM)

	Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M7	MEDIA	6,78	-18,55	-2,48	2,58	1,94	-0,69	-0,61	1,06	1,33	0,17	-5,08
	DESV EST.	1,04	6,91	2,27	1,89	1,14	0,76	0,73	0,69	0,62	1,84	0,68

Asimismo también resulta destacable el error obtenido para el caudal 2.500 l/h ya que supone el más alto y positivo de los obtenidos en el análisis con un valor del 1,33%, como puede observarse claramente en la representación de las curvas de error. Asimismo también se desprende un comportamiento bastante irregular del contador.

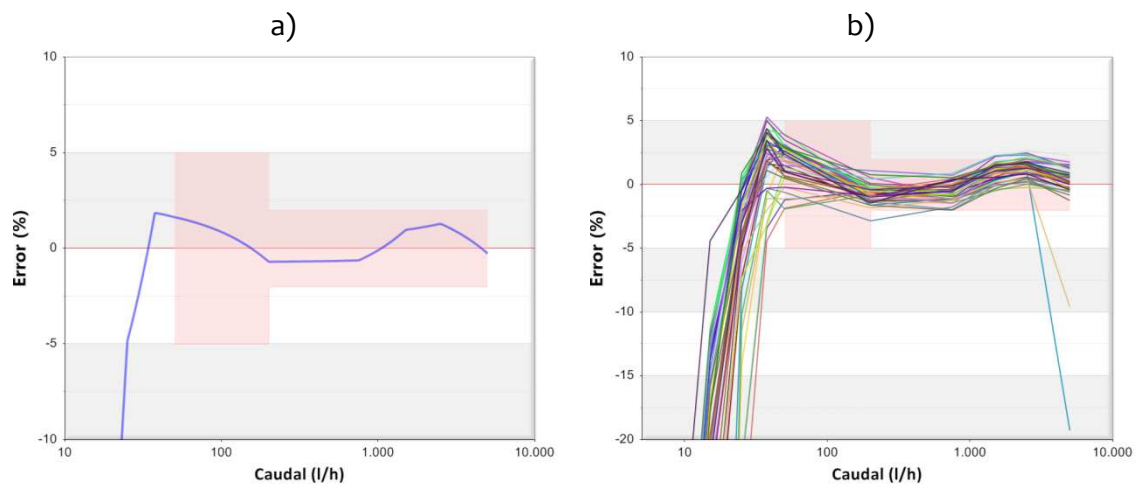


FIGURA 4.91 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M7 (20MM)

En la evolución del EMP puede observarse una cierta tendencia positiva entre la alta variabilidad existente.

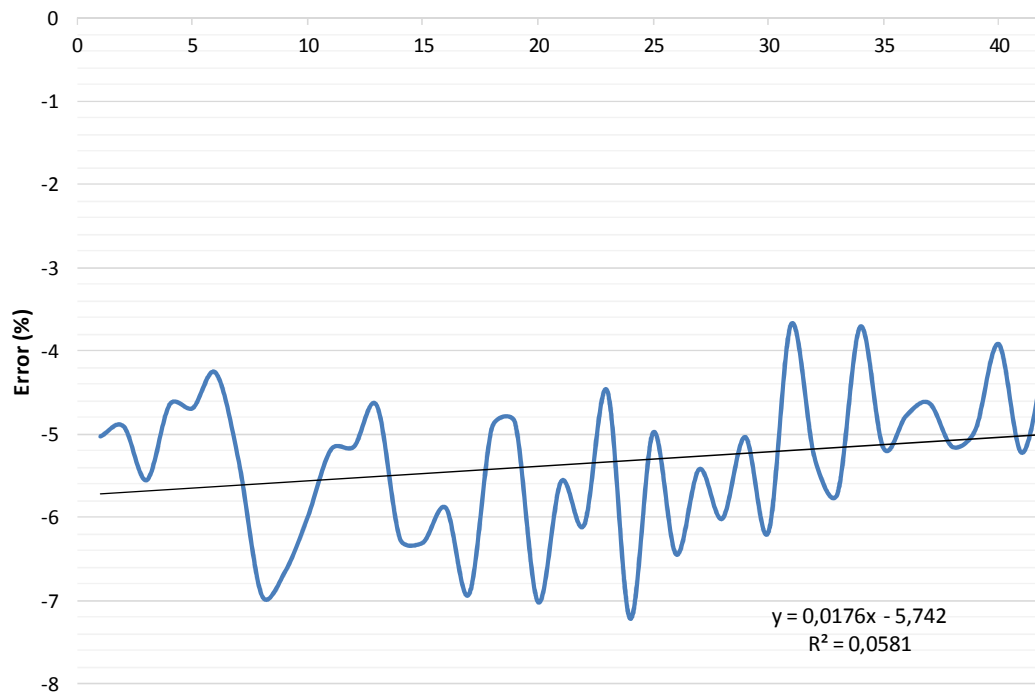


FIGURA 4.92 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M7 (20MM)



#### 4.2.4.4 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M21

El contador modelo M21 es un contador de velocidad de chorro único con caudal permanente  $Q_3=4 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40. Se han analizado un total de 74 contadores, todos ellos de longitud 115 mm. Representa la muestra más amplia analizada de contadores de 20mm.

Del análisis de los resultados obtenidos (Tabla 4.63) se detectan un total de 17 contadores defectuosos todos ellos a caudales bajos, presentando errores del -100% para caudal 15 l/h en 12 unidades. También se detectan un total de 6 contadores no conformes siguiéndose la misma tendencia, es decir, prácticamente la totalidad a caudales bajos.

Presenta el error más alto y negativo para caudal 15 l/h de cuantos modelos se han analizado, presentando a su vez para este mismo caudal una desviación media muy elevada. Queda clara la dificultad de este modelo a caudales bajos, aún teniendo un error del 3,64% a caudal 50 l/h. Esta variabilidad también se denota por su alto valor en la desviación de su error medio ponderado, alcanza el valor más alto del análisis (0,82%).

TABLA 4.63 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M21 (20MM)

		Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M21	MEDIA	8,16	-31,75	-4,80	1,21	3,64	0,06	-0,12	0,36	0,66	0,51	-4,90	0,56
	DESV EST.	1,46	9,97	3,00	2,77	2,15	1,01	0,73	0,72	0,66	0,64	0,82	

Del análisis de la curva de error (Figura 4.93) se desprende un comportamiento medio bueno, aunque la tendencia media es de presentar valores positivos a caudales altos. Este aspecto se aprecia claramente tanto en la curva media a) como en la representación de todas las curvas b), donde también se observa claramente tanto la variabilidad, como los errores elevados especialmente a caudales bajos.

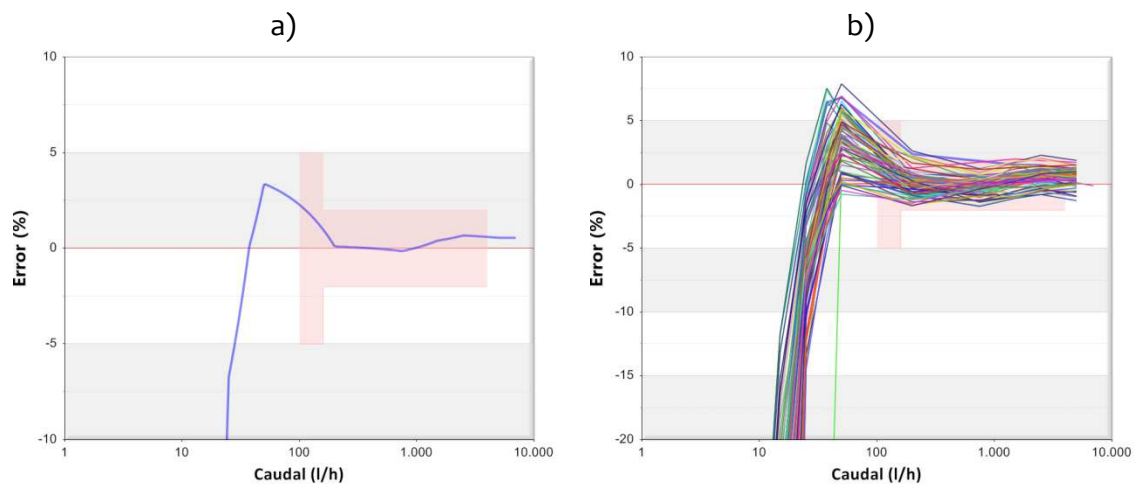


FIGURA 4.93 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M21 (20MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) muestra cierta estabilidad pero con decaimiento del error medio ponderado a lo largo del tiempo, al igual que ocurría con las variantes de diámetros nominales 13 y 15mm. Este aspecto denota las diferencias entre fabricantes. Claramente este fabricante posee un proceso de fabricación muy estable pero resulta muy difícil realizar cualquier cambio en él para invertir la tendencia detectada.

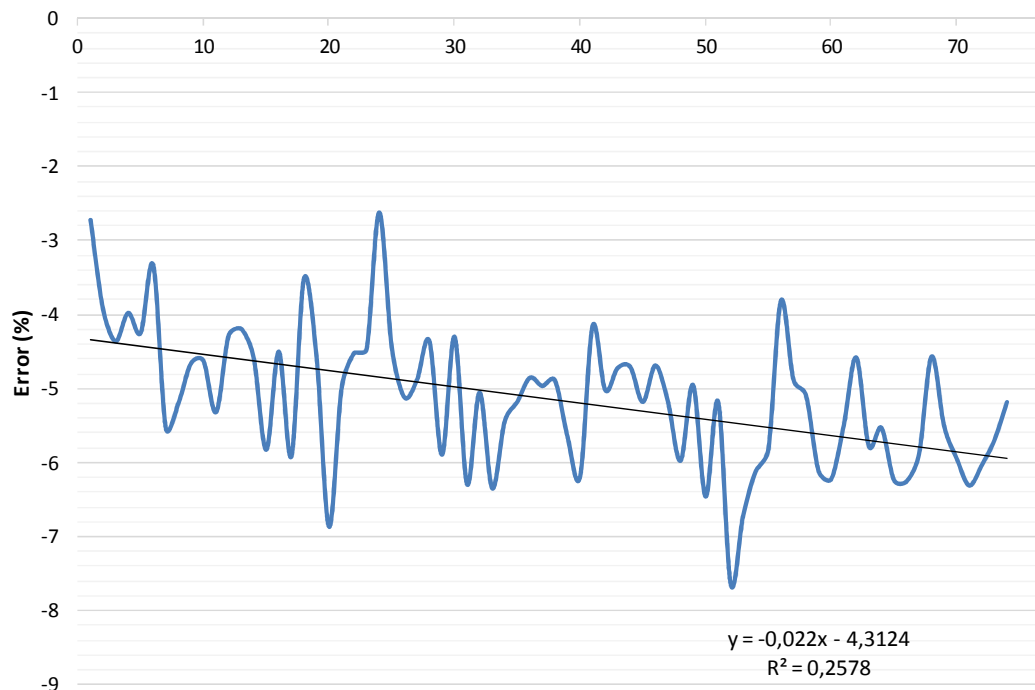


FIGURA 4.94 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M21 (20MM)

#### 4.2.4.5 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M23

El contador modelo M23 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 50 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Al analizar tanto los errores como sus desviaciones típicas a cada uno de los caudales ensayados, se obtienen unos excelentes resultados propios de la tecnología del modelo. Destaca el Error Medio Ponderado con un valor de -2,16% ya que es el mejor obtenido del análisis de contadores de 20mm. A su vez, el bajo Error Cuadrático Medio también denota el buen comportamiento y características del modelo. Mantiene las características de las variantes de 13 y 15mm, donde también destacaba por ser el modelo con mejor EMP.

Se detectan tres unidades defectuosas a caudales altos ya que a 5.000 l/h pierde prácticamente el registro lo que seguramente sea motivado por desacoplamiento magnético entre el tren de engranajes y el totalizador. Asimismo se detectan un total de 24 unidades no conformes, mayoritariamente a caudales medio-bajos donde se obtienen resultados demasiado positivos, sobrepasando el rango  $\pm 2\%$  establecido. Como ocurre con otros modelos, se puede considerar esta variación insignificante y podría asumirse ya que puede estar absorbida por la propia incertidumbre del procedimiento de ensayo.

Analizando individualmente cada ensayo, se observa que la desviación asociada al error medio obtenido a caudal 5.000 l/h es muy elevada ya que alcanza el valor de 7,05%. Esto es debido a que, aún eliminando 3 unidades defectuosas siguiendo el criterio establecido por el cual cualquier contador en el que se obtengan errores superiores al  $\pm 50\%$  será considerado defectuoso, se detecta una unidad que posee un error del -47,84% para este caudal. Evidentemente este contador no ha sido considerado defectuoso sino no conforme y ha provocado que la media de los resultados empeore sustancialmente. Eliminado del análisis esta unidad el valor de la desviación baja hasta un valor de 1,68%, mucho más habitual de este tipo de contadores.

TABLA 4.64 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M23 (20MM)

		Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M23	MEDIA	2,00	-0,17	0,87	1,45	1,78	1,69	0,81	0,32	-0,18	-1,84	-2,16	0,09
	DESV EST.	0,00	1,63	1,09	0,80	0,58	0,34	0,30	0,38	0,38	7,05	0,31	

Como suele ser habitual en contadores volumétricos, su curva de error muestra el buen comportamiento de estos contadores a caudales bajos así como valores positivos para rangos de caudal de consumo habitual. Pueden observarse las unidades defectuosas a caudal máximo.

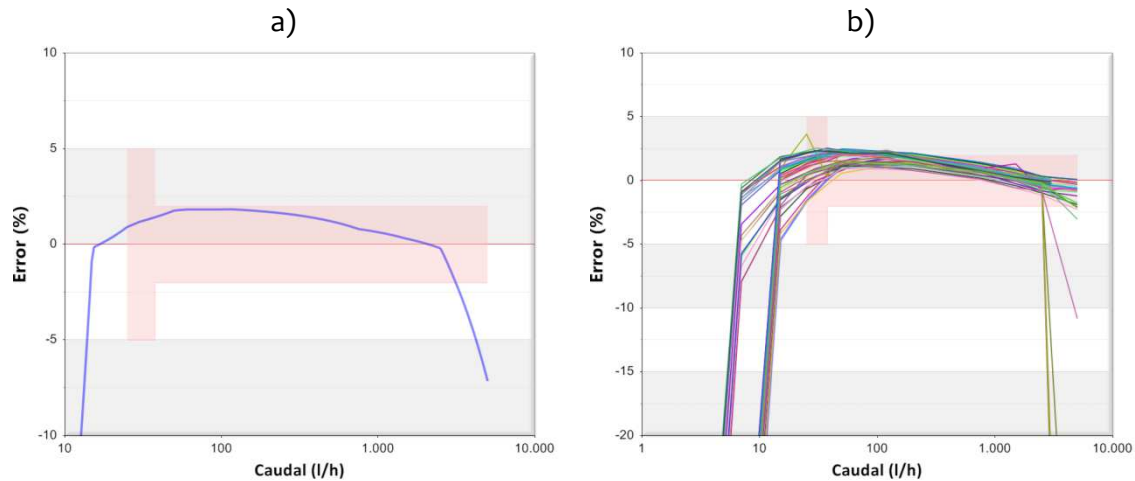


FIGURA 4.95 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M23 (20MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M23 (Figura 4.96) se desprende una cierta estabilidad a la vez que mejora en el tiempo, lo que otorga fiabilidad al fabricante y demuestra una clara apuesta del fabricante por el mantenimiento del comportamiento del contador. Clara es la mejora puntual que se produce cuando el EMP baja a valores mínimos y recupera sus valores habituales. Esta recuperación puede haberse producido gracias a una mejora en su proceso de fabricación y/o en una mejora en la calidad de los componentes que integran el propio contador.

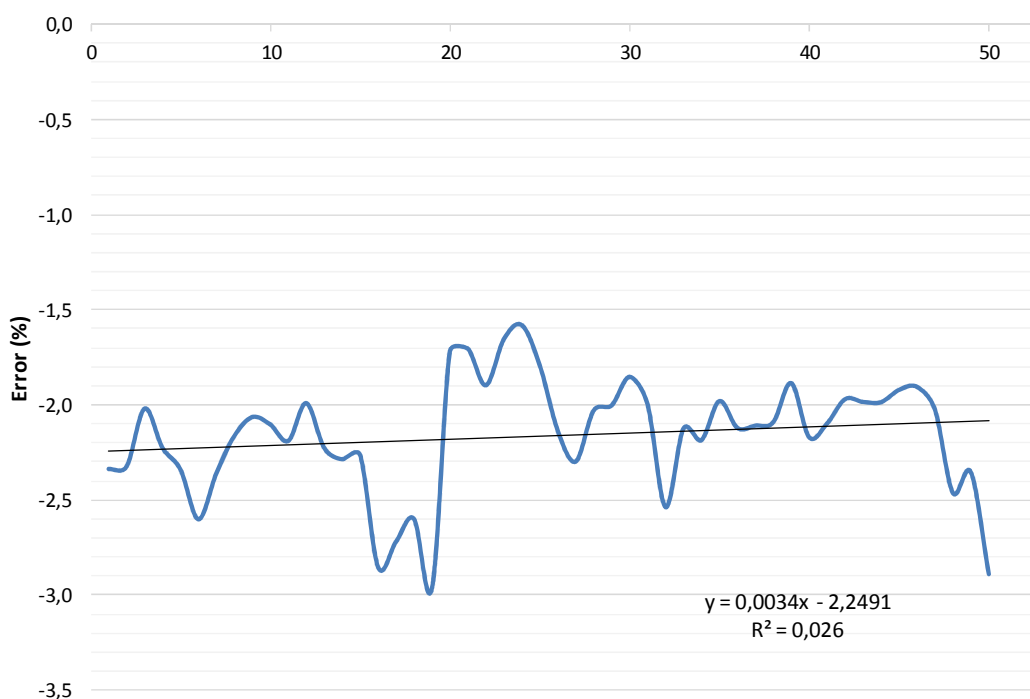


FIGURA 4.96 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M23 (20MM)

#### 4.2.4.6 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M29

El contador modelo M29 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica B. Se han analizado un total de 30 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

Como puede verse en la Tabla 4.65, los errores a cada uno de los caudales ensayados, excepto para 15 y 25 l/h, son siempre positivos, por lo que el EMP resultante es del -3,62%, valor destacable para un contador de velocidad clase B. Aún así destaca por ser uno de los modelos analizado con mayor desviación asociada al propio EMP, con un valor de 0,81%.

Se detectan 9 unidades defectuosas a caudales bajos, ocho de las cuales se encontraban paradas a caudal 15 l/h. Asimismo se detectan 5 unidades no conformes la mayoría de las cuales también a caudales medios por valores ligeramente positivos.

TABLA 4.65 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M29 (20MM)

		Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M29	MEDIA	7,10	-20,67	-3,54	0,37	0,83	1,57	1,23	0,54	0,24	0,72	-3,62	0,62
	DESV EST.	1,30	8,68	3,01	1,90	1,25	0,72	0,74	0,66	0,65	0,65	0,81	

De la observación de las curvas de error se puede confirmar el comportamiento positivo de este modelo incluso para caudales altos.

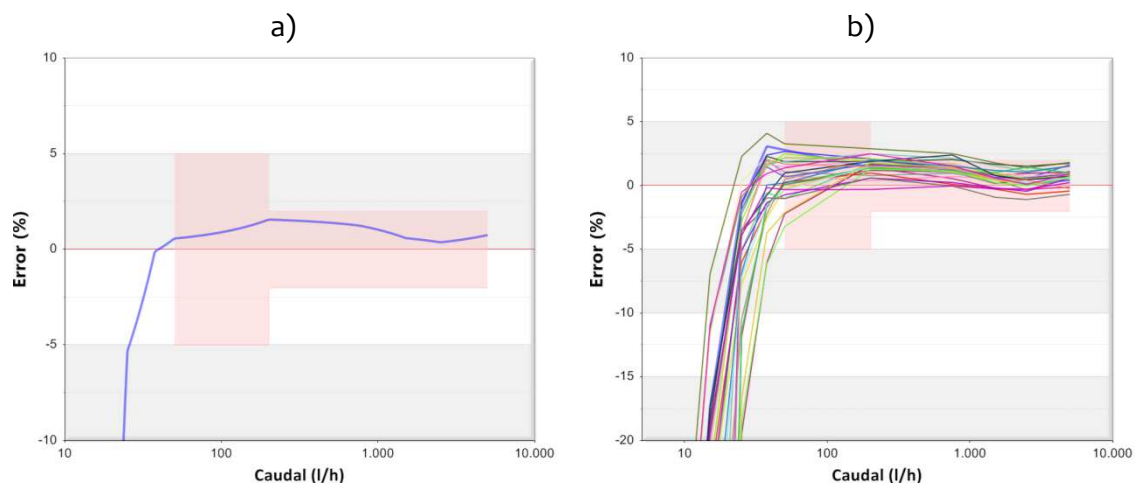


FIGURA 4.97 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M29 (20MM)

La evolución del Error Medio Ponderado (EMP) resulta estable aunque con bastante variabilidad entre contadores, encontrando valores del EMP desde aproximadamente el -2% hasta el -5% sin considerar las unidades defectuosas. Como también ocurría con sus variantes de 13 y 15mm, variaciones en el registro tan importantes demuestran un proceso de fabricación demasiado inestable (ECM = 0,62), lo que justifica la implantación de un sistema de control de la calidad a la recepción y el análisis de la evolución de cada modelo de contador.

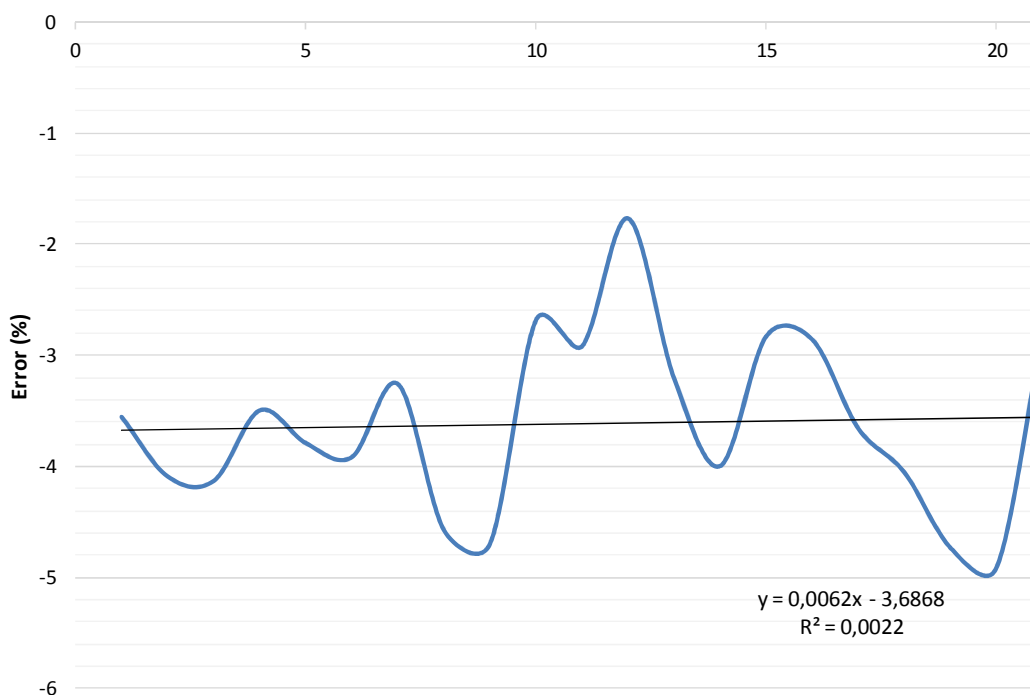


FIGURA 4.98 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M29 (20MM)

#### 4.2.4.7 Errores iniciales en contadores de 20mm. Modelo M30

El contador modelo M30 es un contador de velocidad de chorro único con caudal permanente  $Q_3=4$  m<sup>3</sup>/h y R125. Sus caudales característicos son  $Q_1=32$  l/h,  $Q_2=51,2$  l/h y  $Q_4=5.000$  l/h. Se han analizado un total de 6 contadores, todos ellos de longitud 115 mm.

Del análisis de los ensayos resultados obtenidos (Tabla 4.66) se detectan errores y desviaciones típicas para caudales bajos excelentes propios de un modelo homologado bajo la normativa ISO 4064:2005 (MID). No se detecta ningún contador defectuoso ni no conforme.

TABLA 4.66 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M30 (20MM)

	Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	EMP(%)	ECM
M30	MEDIA	4,62	-4,11	-1,14	0,25	0,18	-0,43	0,29	0,58	0,47	-1,17	-4,05
	DESV EST.	0,11	0,73	0,23	0,36	0,59	0,49	0,55	0,49	0,44	0,31	0,42

Del análisis de la curva de error (Figura 4.99) se desprende un comportamiento medio muy bueno, con valores para caudales bajos propios de un R125, cercanos al 0% aunque a caudales altos se observa un decaimiento cercano al -1%.

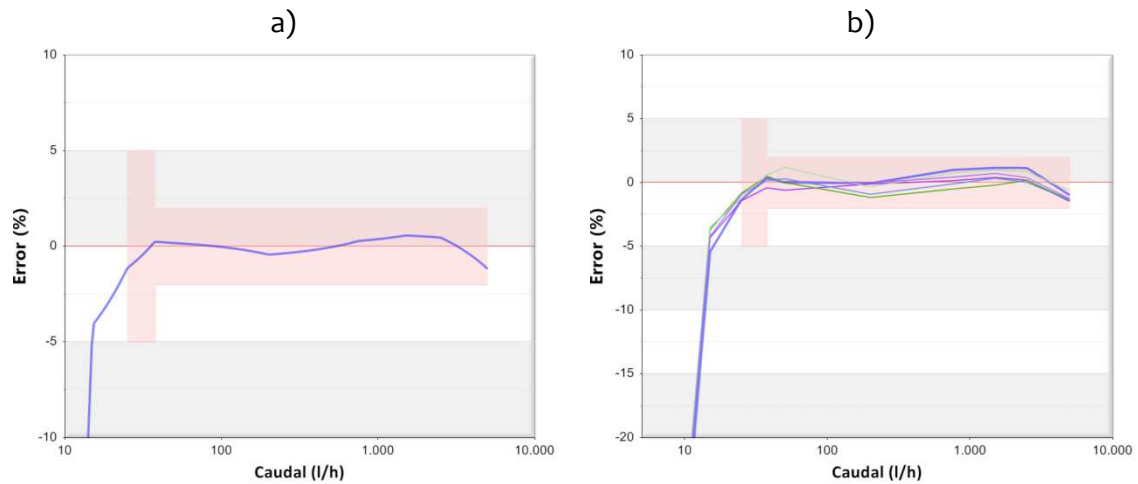


FIGURA 4.99 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M30 (20MM)

Con un tamaño de muestra tan reducido no se puede concluir un comportamiento a partir de la evolución del Error Medio Ponderado (EMP), aunque si se intuye cierta variabilidad. Esto exigirá un control a origen del comportamiento del contador, ya que en 6 unidades se detectan variaciones en el EMP del 1% (Figura 4.100).



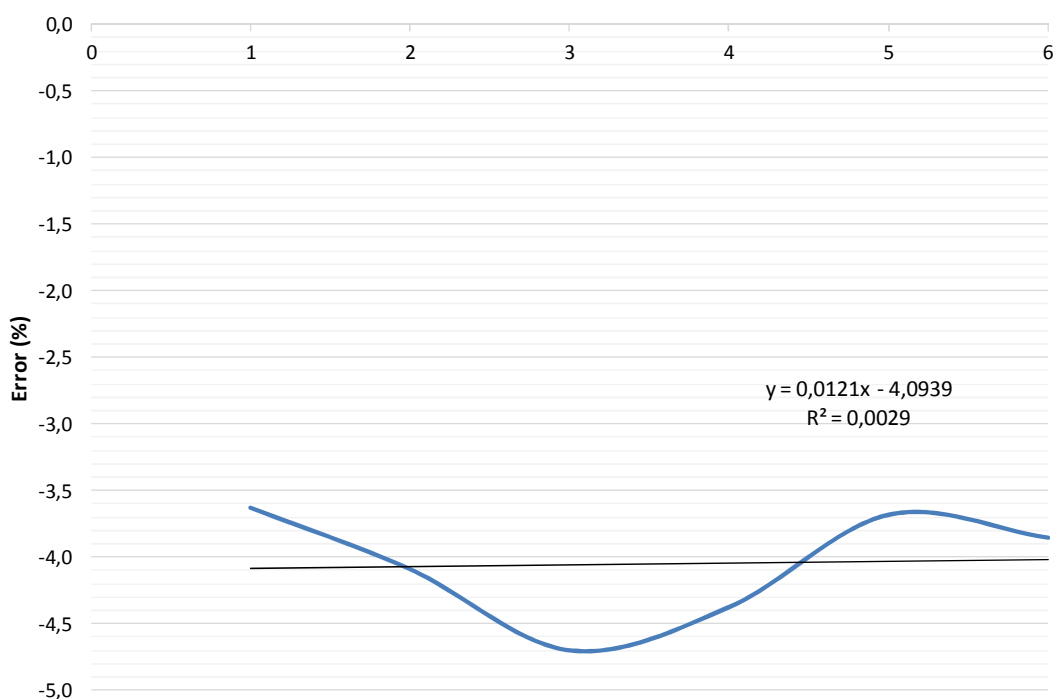


FIGURA 4.100 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M30 (20MM)

#### 4.2.5 Errores iniciales en contadores de 25mm

Del total de 391 contadores ensayados de diámetro nominal 25mm, correspondientes a 20 modelos diferentes, 302 contadores han sido ensayados a origen, agrupados en 14 modelos y tres tecnologías de medición: velocidad chorro único, velocidad chorro múltiple y volumétricos de pistón rotativo. Como en los casos anteriores, en este apartado se van a analizar los errores iniciales en contadores ensayados de diámetro nominal 25mm cuyo motivo de ensayo haya sido “Control calidad a recepción”.

De los 14 modelos ensayados a origen, 6 de ellos constituyen aproximadamente el 89% de los contadores, por lo que únicamente se analizarán estos modelos (Tabla 4.67), seleccionados bien por su relevancia en número, por su interés por tecnología de medición o por tratarse de modelos analizados anteriormente.

También queda patente la distribución de los contadores en función de su tecnología de medición, donde los modelos de velocidad representan el 71,4%. Los contadores volumétricos representan con un 28,6%, el resto de contadores ensayados.

TABLA 4.67 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 25MM ENSAYADOS A ORIGEN ANALIZADOS

Modelo	Chorro múltiple clase B o R≤200	Chorro único clase C	Volumétrico	Total
M5			35	35
M10		67		67
M13	35			35
M20			7	7
M22	75			75
M23			29	29
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>248</b>

Se ha mantenido la denominación de los modelos, lo que permitirá realizar una comparativa entre los mismos modelos de contador pero de diferente diámetro nominal.

Previamente al análisis individualizado de cada modelo, se van a descartar del estudio los contadores defectuosos con el objetivo de obtener unos resultados que realmente muestren las limitaciones metrológicas entre los diferentes modelos de contadores en condiciones reales.

Con el mismo criterio utilizado anteriormente, se considerará contador defectuoso aquel que en al menos algún caudal su error sea superior al  $\pm 50\%$ . De la misma forma, se definirá contador no conforme aquel que no cumpla los errores máximos permitidos en función del caudal y de su tecnología de medición.

En total, 56 contadores de un total de 248 han sido considerados defectuosos, correspondientes todos ellos al modelo M22, lo que representa un 22,6% de la muestra analizada. Destacable resulta el hecho de que los porcentajes de contadores defectuosos, aumenten considerablemente respecto de los calibres analizados anteriormente, donde aproximadamente se encontraban en torno al 5% para los calibres de 13 y 15mm y al 17% para el calibre de 20mm. Asimismo, se sigue la tendencia detectada para el calibre 20mm. Mientras la mayor parte de los contadores defectuosos para calibres 13 y 15mm se encontraban en caudales altos, en el caso del calibre 25mm, al igual que para el de 20mm, los contadores defectuosos lo son a caudales bajos. Asimismo, en este caso resulta relevante que todos los contadores defectuosos lo sean del mismo modelo de contador (M22). Muy relevante resulta que de los 56 contadores defectuosos detectados a caudales bajos, 36 de ellos, es decir más del 64%, estaban completamente parados a caudales donde en función de su

tecnología ya deberían de haber arrancado. De la misma forma resulta relevante que no se detecte ningún contador defectuoso a caudales altos.

En lo que a contadores no conformes se refiere, se detectan tanto a caudales bajos como altos, aunque la proporción evidencia que existen más a caudales bajos. De hecho existe un 8,5% de contadores no conformes a caudales bajos frente a un 4,8% a caudales altos.

Comparando con los calibres inferiores analizados, el comportamiento es similar en este calibre, es decir, el orden de magnitud es comparable y la distribución de no conformes entre caudales bajos y altos también.

Claramente este resultado indica la dificultad que tienen los contadores para mantener los errores a caudales bajos dentro de los márgenes establecidos. Por el contrario, en calibres inferiores el problema más predominante ocurría a caudales altos, donde el desacoplamiento magnético entre turbina y tambor, provocaba que el error de medición se disparase a valores elevados. En este calibre parece demostrarse todo lo contrario, posiblemente por una mayor robustez de los contadores.

TABLA 4.68 CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES (25MM)

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M5	35	0	0	8	0
M10	67	0	0	5	1
M13	35	0	0	0	7
M20	7	0	0	0	0
M22	75	56	0	6	3
M23	29	0	0	2	1
<b>Total</b>	<b>248</b>	<b>56</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>12</b>
		<b>22,6%</b>	<b>0,0%</b>	<b>8,5%</b>	<b>4,8%</b>

Así de los seis modelos a analizar, y siguiendo la misma metodología seguida anteriormente, se muestran en la Tabla 4.69 los errores para cada uno de los caudales ensayados, así como su desviación estándar, error medio ponderado (EMP) y el error cuadrático medio (ECM).

TABLA 4.69 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONTADORES DE 25MM

		Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	7,79	-6,16	-3,35	-1,28	-0,25	1,63	1,55	1,14	0,99	0,72	0,87	0,14
	DESV EST.	1,21	2,56	1,78	1,16	0,86	0,34	0,23	0,40	0,43	0,57	0,38	
M10	MEDIA	7,72	-4,15	-0,74	0,66	0,77	1,24	1,16	-0,15	-0,11	-0,16	0,09	0,15
	DESV EST.	0,78	3,15	1,75	1,17	0,64	0,62	0,43	0,53	0,53	0,57	0,40	
M13	MEDIA	8,37	-6,79	0,05	1,00	1,46	1,07	0,11	-0,09	-0,17	-0,29	-0,15	0,39
	DESV EST.	0,74	2,97	1,73	1,02	0,93	0,82	0,70	0,66	0,67	0,96	0,63	
M20	MEDIA	6,00	-1,06	0,04	0,91	1,45	1,60	0,69	0,05	-0,23	-1,08	-0,17	0,03
	DESV EST.	0,00	0,37	0,20	0,33	0,22	0,10	0,11	0,19	0,21	0,32	0,19	
M22	MEDIA	15,03	-33,45	-13,89	-5,67	-2,57	1,23	0,71	0,48	0,30	-1,53	-0,41	2,39
	DESV EST.	3,63	14,53	5,97	2,93	1,90	0,92	0,89	0,81	0,89	5,45	1,64	
M23	MEDIA	6,21	-2,78	-1,00	0,48	1,04	1,67	0,98	0,15	-0,17	-1,00	-0,08	0,16
	DESV EST.	0,82	2,40	1,08	0,61	0,48	0,26	0,32	0,46	0,48	0,63	0,40	

Para el cálculo del error medio ponderado no se ha utilizado el mismo patrón de consumo que para los contadores de diámetros nominales anteriores. Evidentemente, contadores con un diámetro nominal de 25mm suelen instalarse en suministros distintos al doméstico, por lo que debe de utilizarse un patrón de consumo diferente. Ahora bien, el hecho de utilizar un mismo patrón de consumo para todos los contadores analizados, únicamente tiene sentido si el objetivo es generar un parámetro comparable que pueda servir para detectar posibles variaciones en el comportamiento de los diferentes modelos. Como ha quedado claro en capítulos anteriores, para determinar el error medio ponderado de un consumidor no doméstico, resulta imprescindible la obtención individualizada y particular del patrón de consumo del suministro a analizar. Por lo tanto la utilización de un único patrón de consumo para la obtención de los errores medios ponderados de los contadores analizados de calibre 25mm, únicamente responde a la necesidad de obtener valores comparables. Los resultados mostrados en este análisis no pueden tomarse como errores representativos ya que, como se ha recalcado, deberían de obtenerse con el patrón de consumo individual de cada consumidor.

Hecha esta importante observación, para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado el siguiente patrón de consumo que representa la media de las mediciones obtenidas en consumidores con contadores instalados de calibre 25mm:

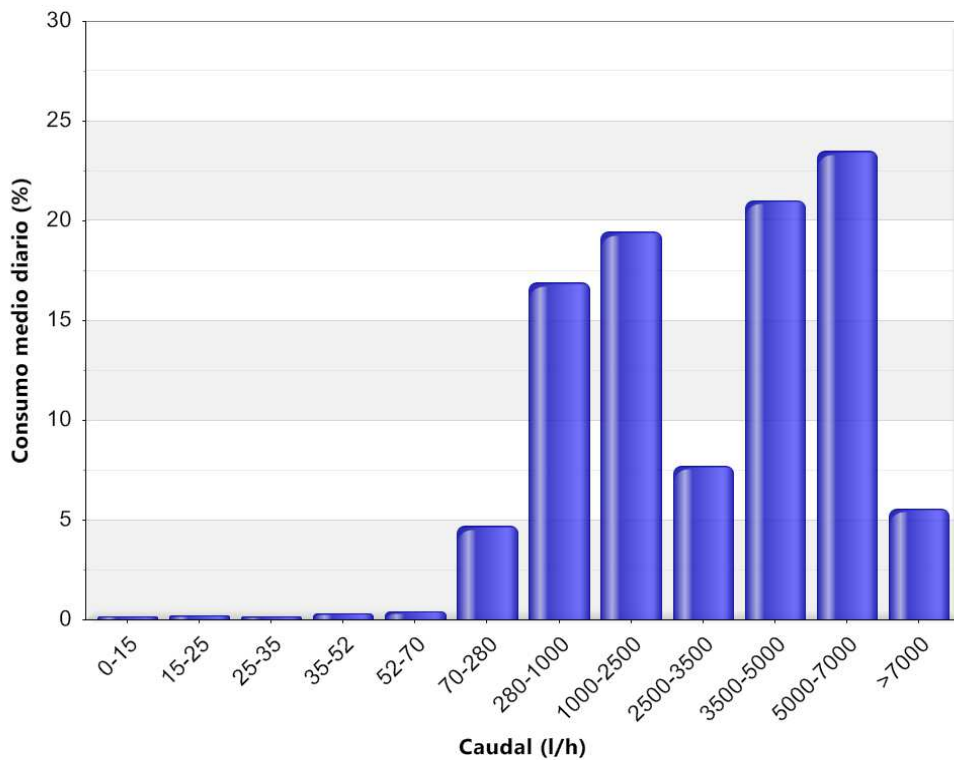


FIGURA 4.101 PATRÓN DE CONSUMO PARA CONTADORES DE CALIBRE 25MM

De la Figura 4.101 se desprende que únicamente el 1,22% del consumo se realiza en el rango de caudal comprendido entre cero y el caudal mínimo para contadores de clase B, es decir 70 l/h, por lo que en el cálculo del error medio ponderado no tendrá apenas importancia el posible consumo que se produzca a caudales bajos. Este aspecto resulta en muchas ocasiones determinante, ya que aunque para aquellos suministros a los que se les instale contadores con calibres grandes se suponga que no se vayan a generar caudales tan bajos, la simple presencia de fugas en la instalación interior del consumidor puede provocar subcontajes importantes en el registro, si el contador no posee la capacidad de registrarlos adecuadamente. Pero no es el objetivo de este análisis la obtención de errores medios ponderados individualizados de cada suministro, sino mostrar orden de magnitud de los errores iniciales que se pueden encontrar en contadores nuevos.

TABLA 4.70 PATRÓN DE CONSUMO PARA CONTADORES DE 25MM

Q (rango)	Q (l/h)	Volumen (%)
0-15	0	0,17
15-25	15	0,19
25-35	25	0,14
35-52	35	0,31
52-70	52	0,41
70-280	70	4,68
280-1000	280	16,88
1000-2500	1000	19,44
2500-3500	2500	7,72
3500-5000	3500	21,02
5000-7000	5000	23,48
>7000	7000	5,56

Así, considerando el patrón de consumo anterior, se calcula el error medio ponderado de toda la muestra seleccionada, obteniendo un valor promedio del -0,07%, que nada tiene que ver con los errores que se han estado analizando en calibres inferiores.

En un primer análisis de los resultados generales, se observa que los valores del modelo M22 destacan especialmente a caudales bajos, tanto los errores obtenidos como su desviación asociada, ya que resultan bastante negativos. Estos valores junto con las unidades defectuosas detectadas únicamente en este modelo y su elevado error cuadrático medio, justifican un análisis detallado del mismo que se realizará posteriormente.

Si de la Tabla 4.69 se analizan los errores medios por modelos seleccionados, se obtiene la siguiente distribución:

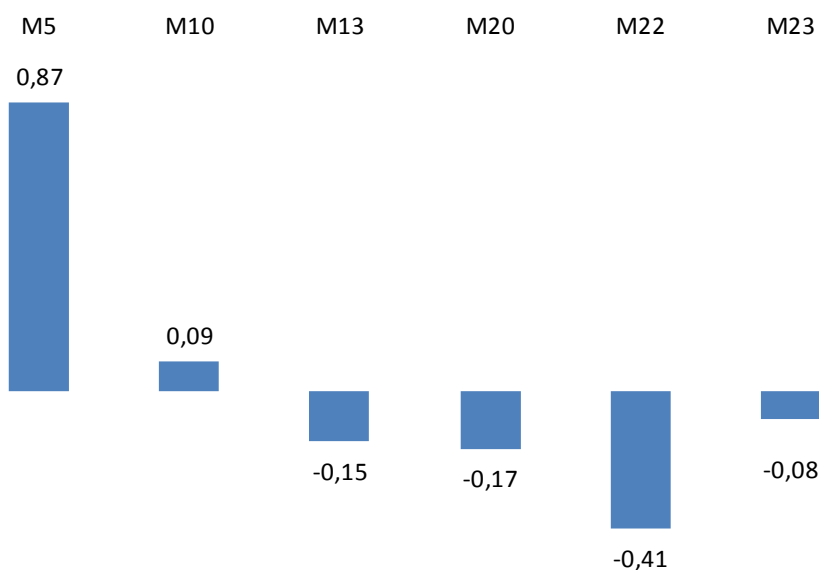


FIGURA 4.102 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 25MM

Como es habitual, puede observarse la disparidad de resultados en los errores medios ponderados en función del modelo de contador. Estos oscilan desde el caso más favorable con un error del 0,87% (M5) hasta el más desfavorable del -0,41% (M22), obteniendo una diferencia máxima en el registro del agua consumida de hasta un 1,28%, en función de la selección de un modelo u otro de contador.

Que destaque positivamente tanto el modelo M5 resulta evidente de la combinación entre los resultados de los errores a los diferentes caudales ensayados con el patrón de consumo utilizado. Si cruzamos los rangos de caudal con más peso en el patrón de consumo (280-2500 l/h y 3500-7000 l/h) con los errores obtenidos para estos caudales, se observa que el modelo M5 presenta para estos caudales los errores más positivos de la muestra analizada, por lo que el resultado global será también muy positivo. Se evidencia una vez más la importancia que tiene, no solo el comportamiento del contador unilateralmente, sino la combinación del contador con el tipo de suministro en el que está instalado, pudiendo obtener para un mismo contador, resultados completamente diferentes.

Otro de los análisis esenciales a realizar es la variabilidad del error para un mismo modelo de contador, que puede utilizarse como medida del control de producción del fabricante. Una gran variabilidad en la muestra indica que cada contador es fabricado de forma diferente respecto de los otros y, en general, puede considerarse como una señal de una pobre calidad de producción. Los modelos de contador con grandes

variaciones en su error medio ponderado requieren controles de calidad más estrictos que aquellos cuya variabilidad es menor.

La Figura 4.103 muestra las variaciones en los errores medios de los modelos analizados. Puede observarse como los modelos volumétricos de pistón oscilante analizados (M5, M20 y M23) poseen en general menores variaciones (en torno al 0,32%), lo que evidencia que estos son fabricados con una mejor precisión y los materiales utilizados en su ensamblaje son normalmente de mejor calidad. Por el contrario, los contadores de velocidad (chorro múltiple), muestran un comportamiento diferente con grandes variaciones en sus errores (media del 1,14%), lo que demuestra que los controles de calidad para ellos no son tan estrictos. A su vez también se obtiene un resultado excelente el modelo M10, contador de velocidad y chorro único, con una variación en su EMP de tan solo el 0,40%

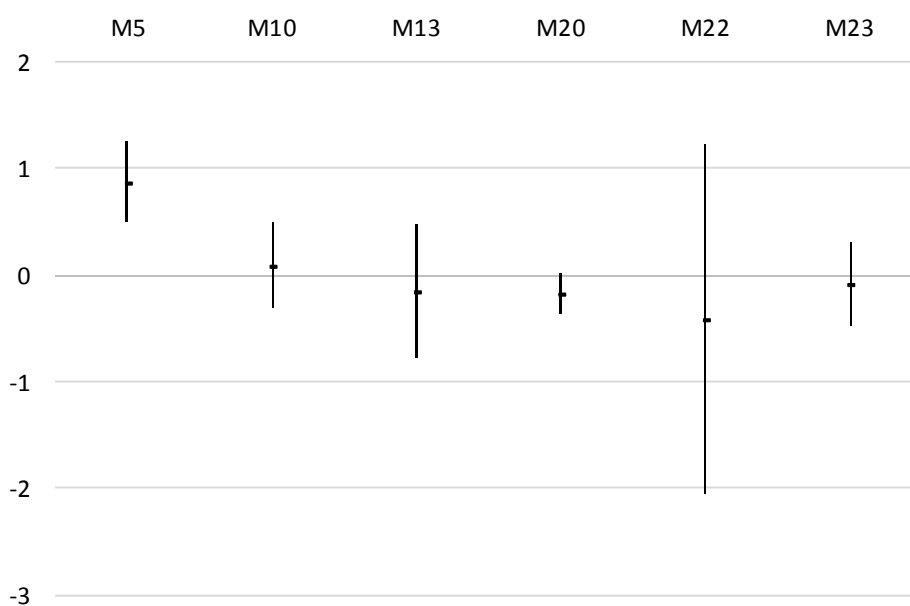


FIGURA 4.103 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 25MM

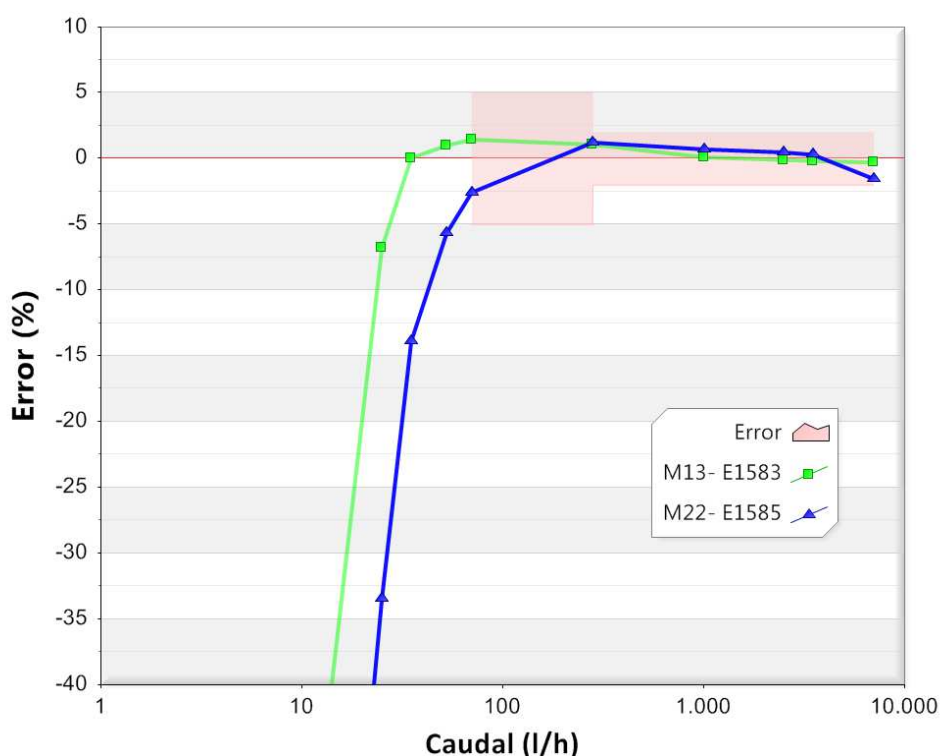
Este hecho se confirma con el análisis del Error Cuadrático Medio (ECM) que como se indicaba, es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece información sobre la fiabilidad del fabricante (Tabla 4.71). Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación. Como era de esperar, los contadores volumétricos presentan un ECM bastante más bajo que los contadores de velocidad chorro único. Los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos.



TABLA 4.71 ERROR CUADRÁTICO MEDIO POR MODELO Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (25MM)

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M5	35	Volumétrico	0,14
M10	67	Chorro único	0,15
M13	35	Chorro múltiple	0,39
M20	7	Volumétrico	0,03
M22	75	Chorro múltiple	2,39
M23	29	Volumétrico	0,16

Las curvas de error de los contadores ensayados se han agrupado por separado en función de la tecnología de medición y la clase metrológica. La Figura 4.104 muestra las curvas de error de los contadores de velocidad chorro múltiple clase B o  $R \leq 200$ . Como puede verse, se detectan grandes variaciones en su comportamiento a caudales bajos entre los diferentes modelos, así como un ligero decaimiento del error para el modelo M22 a caudales altos.

FIGURA 4.104 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE CLASE B O  $R \leq 200$  25MM

Los errores de los contadores de velocidad chorro único clase C se muestran en la Figura 4.105 y corresponden exclusivamente al modelo M10. Las diferencias a caudales

medios y altos entre contadores son pequeñas y principalmente dependen del ajuste de la curva de error realizada en fábrica y de las características constructivas específicas de los contadores.

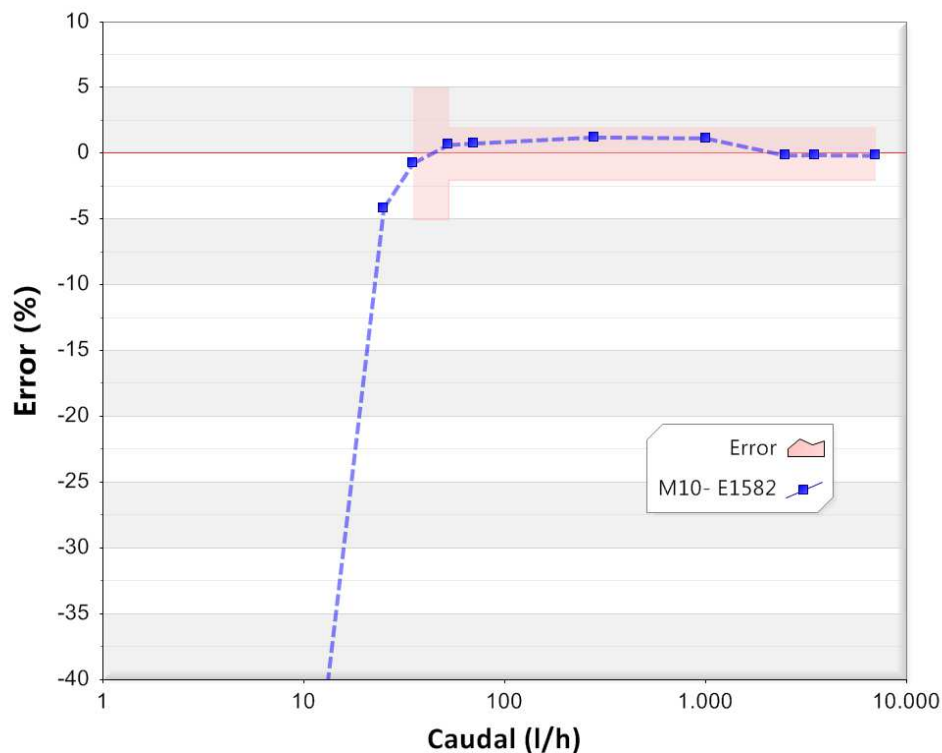


FIGURA 4.105 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES DE CHORRO ÚNICO CLASE C 25MM

La Figura 4.106 muestra la curva de error media para los tres modelos volumétricos ensayados. Aunque los tres modelos presentan la forma de la curva habitual en contadores volumétricos, destacable resulta el hecho de que la correspondiente al modelo M5 sea especialmente positiva para caudales medios y altos. Como se ha comentado anteriormente esta circunstancia provoca que el resultado global sea tan positivo para este modelo. Sin embargo, se observa que los otros dos modelos volumétricos, presentan un mejor comportamiento a caudales bajos, siendo mayores las diferencias de sus errores con respecto del modelo M5 a estos caudales, que los que presenta este a caudales altos. Una vez más se evidencia la influencia y el equilibrio que tienen la curva de error de un contador y el patrón de consumo utilizado. Con todo, los tres modelos muestran curvas de error relativamente similares y un comportamiento excepcional a caudales bajos. Curioso resulta el hecho de que las tres curvas se cruzan en torno a los 280 l/h, obteniendo valores del error muy similares que a su vez son los máximos para cada modelo.

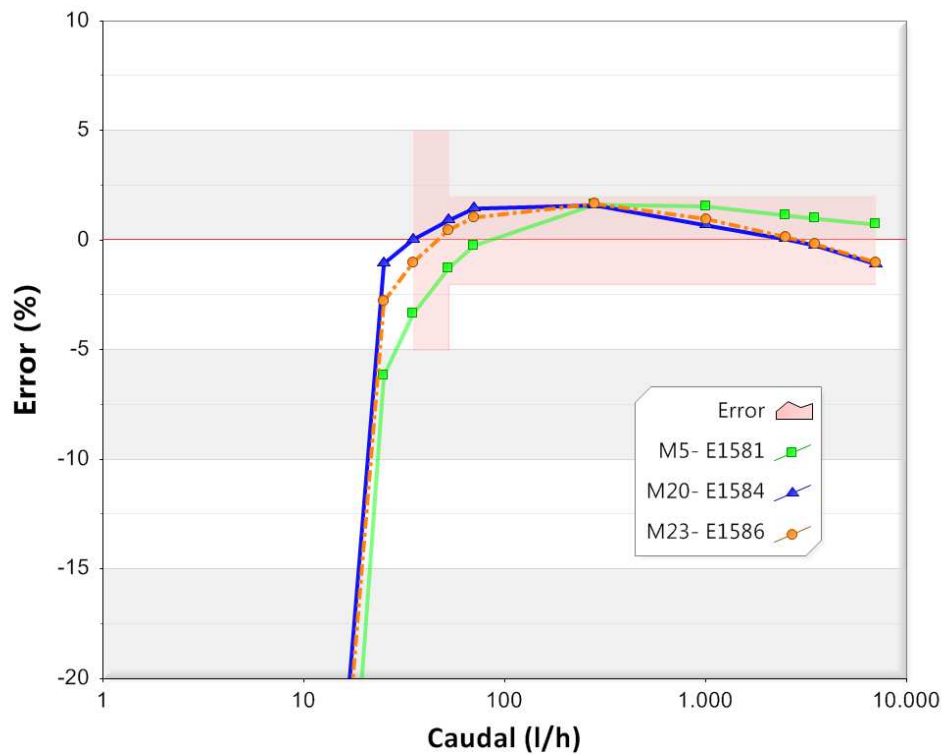


FIGURA 4.106 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES VOLUMÉTRICOS 25MM

Como ya se ha visto en calibre inferiores, resulta evidente la diferencia entre las curvas correspondientes a contadores de velocidad y las correspondientes a contadores volumétricos de pistón rotativo. Mientras en los contadores de velocidad la curva presenta oscilaciones dentro del rango de medida, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 300 l/h.

#### 4.2.5.1 Errores iniciales en contadores de 25mm. Modelo M5

El contador modelo M5 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 35 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores negativos hasta prácticamente su caudal de transición para a partir del cual presentar valores muy positivos, lo que genera un error medio ponderado del 0,87%. Destaca el hecho de que la magnitud de las desviaciones asociadas a los errores sean bajas, lo que evidencia un proceso de fabricación excelente y al parecer muy controlado.

No se detectan unidades defectuosas pero si no conformes. La totalidad de las 8 unidades no conformes lo son a caudales bajos, especialmente a caudal mínimo (35 l/h) por obtener resultados demasiado negativos. Asimismo existen unidades con errores superiores al 2% para el caudal 280 l/h.

TABLA 4.72 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (25MM)

	Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	7,79	-6,16	-3,35	-1,28	-0,25	1,63	1,55	1,14	0,99	0,72	0,87
	DESV EST.	1,21	2,56	1,78	1,16	0,86	0,34	0,23	0,40	0,43	0,57	0,38

De las curvas de error se confirma la forma parabólica de estas lo que en este modelo conlleva errores negativos para caudales bajos y errores positivos para caudales medios y altos.

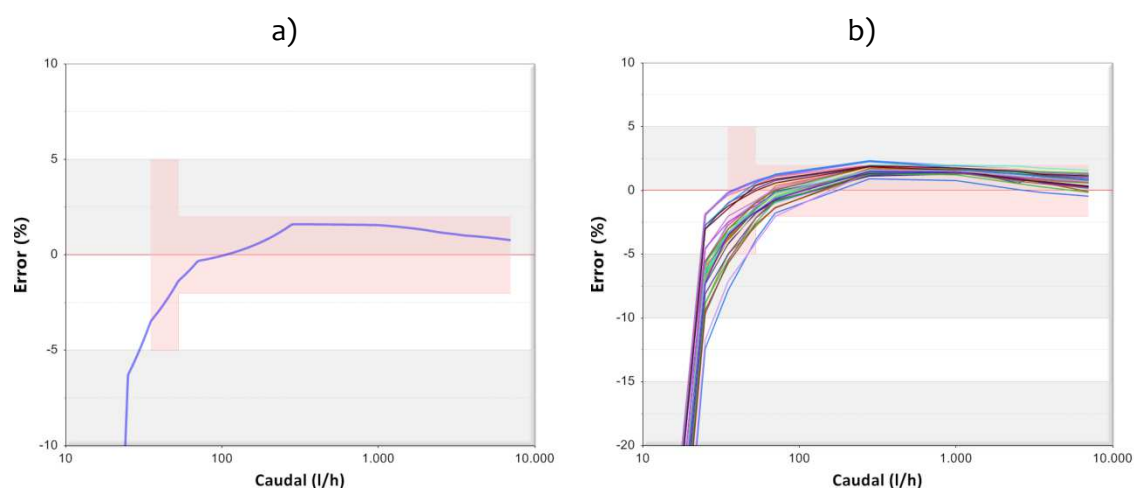


FIGURA 4.107 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M5 (25MM)

Aunque a primera vista de la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M5 (Figura 4.108) se desprenda mucha variabilidad, aun existiendo esta, se aprecia cierta estabilidad ya que las diferencias medias entre contadores se encuentran en torno al 0,40%. Entre el valor máximo del EMP de 1,55% y el mínimo de -0,19% que pueden observarse en la gráfica, existe una diferencia absoluta del 1,74%. A pesar de ello, se evidencia estabilidad del modelo (ECM=0,14), lo que otorga una gran fiabilidad al fabricante y demuestra una gran calidad en su proceso de fabricación.

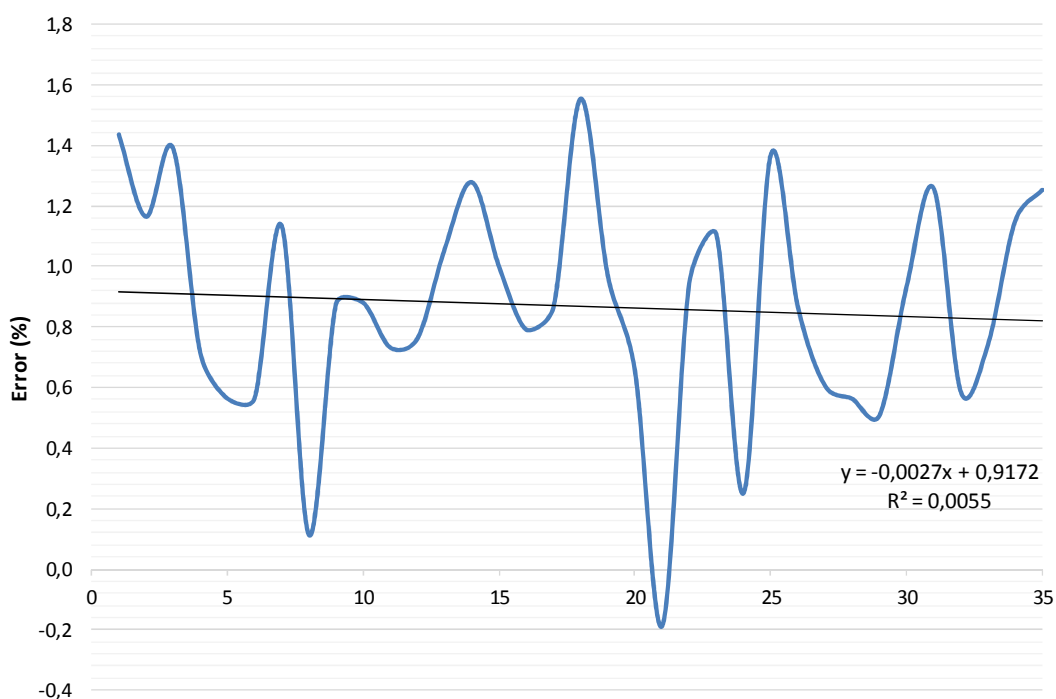


FIGURA 4.108 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M5 (25MM)

#### 4.2.5.2 Errores iniciales en contadores de 25mm. Modelo M10

El contador modelo M10 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica C. Se han analizado un total de 67 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores típicos de un contador de velocidad chorro único, con valores negativos hasta el caudal mínimo, pasando a positivos desde el mínimo hasta caudales medio-altos, donde el error se aproxima a cero. Las desviaciones asociadas son muy parecidas al modelo M5 analizado anteriormente, lo que evidencia un proceso de fabricación muy controlado.

No se detectan unidades defectuosas pero si un total de 6 no conformes. Prácticamente la totalidad lo son a caudales bajos, tanto a caudal mínimo (35 l/h) como en 280 l/h aunque las desviaciones no son excesivas.

TABLA 4.73 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M10 (25MM)

		Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM
<b>M10</b>	MEDIA	7,72	-4,15	-0,74	0,66	0,77	1,24	1,16	-0,15	-0,11	-0,16	0,09	0,15
	DESV EST.	0,78	3,15	1,75	1,17	0,64	0,62	0,43	0,53	0,53	0,57	0,40	

De las curvas de error se denota un comportamiento muy bueno del contador con errores próximos al 0% a partir del caudal 2500 l/h.

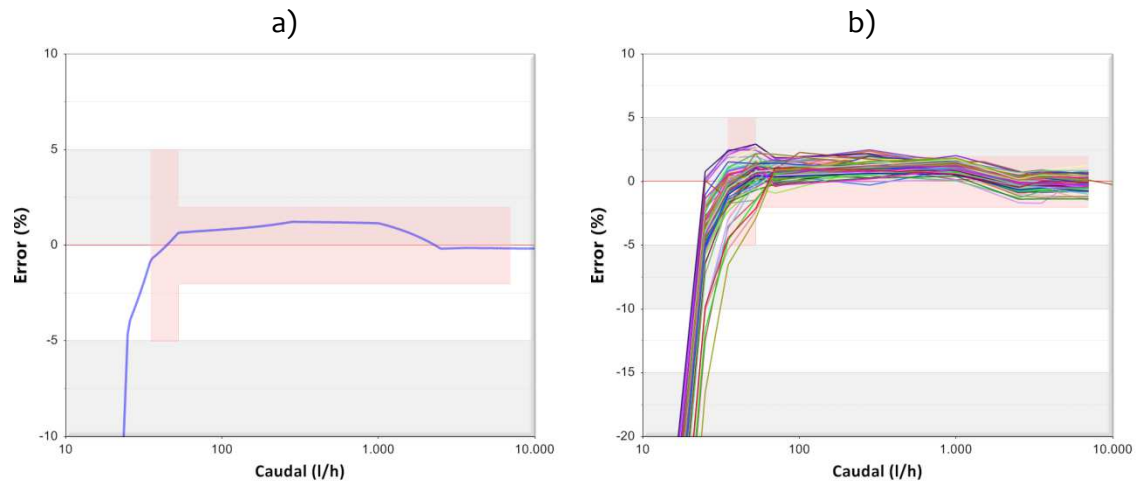


FIGURA 4.109 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M10 (25MM)

La evolución de los Errores Medios Ponderados es ligeramente positiva presentando variaciones que van desde el valor máximo de 1,10% al mínimo de -1,00%. Presenta un excelente valor del Error Cuadrático Medio de 0,15.

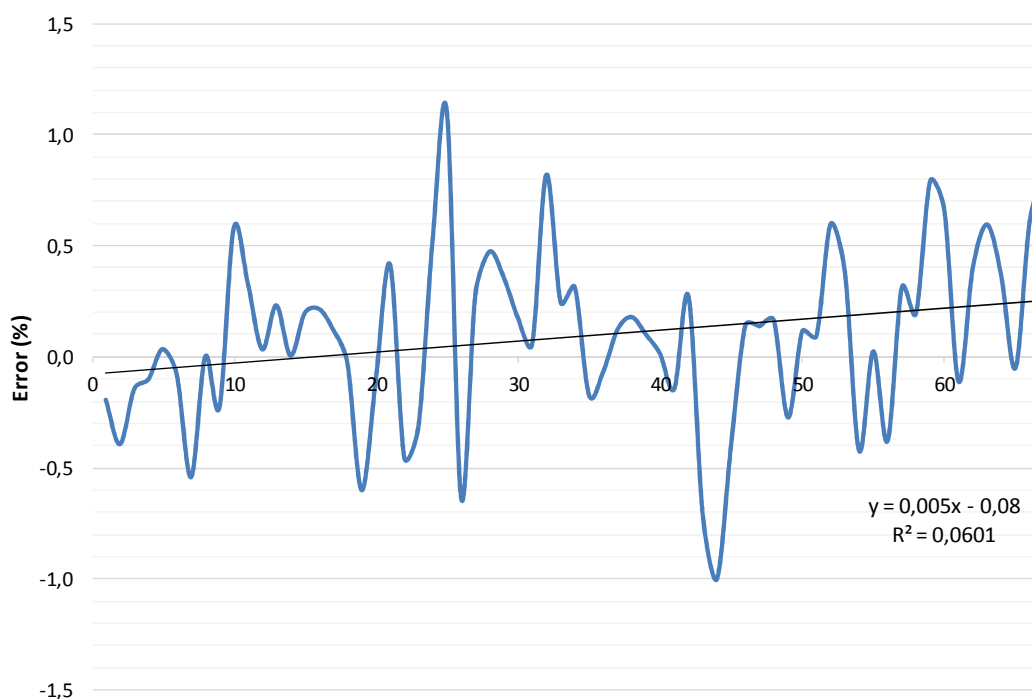


FIGURA 4.110 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M10 (25MM)

#### 4.2.5.3 Errores iniciales en contadores de 25mm. Modelo M13

El contador modelo M13 es un contador de velocidad de chorro múltiple  $Q_3=6,3$  m<sup>3</sup>/h y R200 por lo que sus caudales característicos son  $Q_1=31,5$  l/h,  $Q_2=50,4$  l/h y  $Q_4=7.875$  l/h. Se han analizado un total de 35 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Al analizar los errores obtenidos para cada caudal ensayado, se observa que rápidamente este modelo alcanza valores de error positivos, ya que para el caudal 35 l/h presenta un valor del 0,05%. Mantiene errores positivos hasta el caudal de 2.500 l/h donde pasa a presentar valores ligeramente negativos.

Tratándose de un contador de velocidad de chorro múltiple, obtiene un error medio ponderado excelente en comparación con el resto de modelos analizados.

No se detectan unidades defectuosas pero si un total de 7 no conformes. Prácticamente la totalidad lo son a caudales medios, donde supera el margen superior permitido del 2% en un 0,49% de media.

TABLA 4.74 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M13 (25MM)

		Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM
M13	MEDIA	8,37	-6,79	0,05	1,00	1,46	1,07	0,11	-0,09	-0,17	-0,29	-0,15	0,39
	DESV EST.	0,74	2,97	1,73	1,02	0,93	0,82	0,70	0,66	0,67	0,96	0,63	

En las curvas de error puede observarse el comportamiento comentado, así como las unidades no conformes superando el margen del 2%.

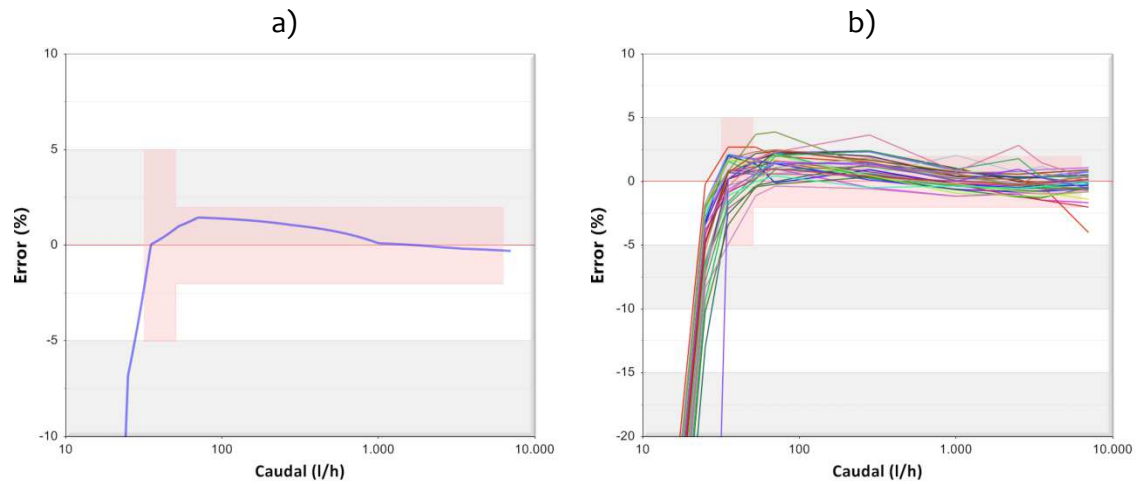


FIGURA 4.111 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M13 (25MM)

Aunque la muestra analizada no es demasiado extensa y por lo tanto representativa, se intuye una mejora en la evolución del EMP aunque con variaciones importantes que van desde el -1,36% al 1,26%, es decir un total de 2,62%. Con un ECM de 0,39 se requerirá un control del modelo para confirmar esta evolución positiva.



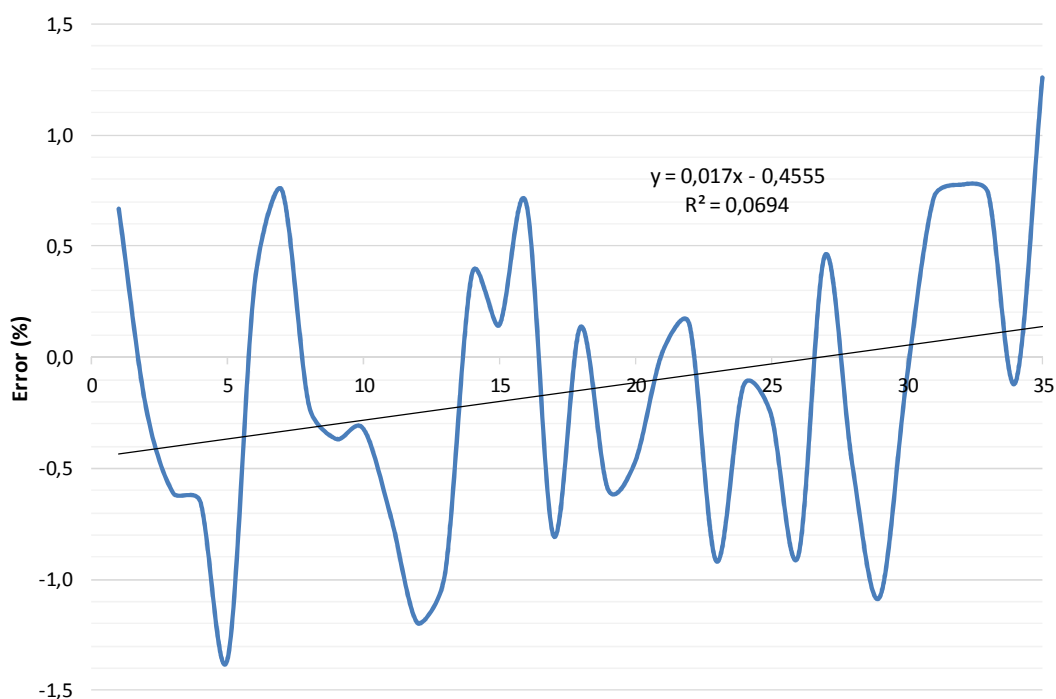


FIGURA 4.112 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M13 (25MM)

#### 4.2.5.4 Errores iniciales en contadores de 25mm. Modelo M20

El contador modelo M20 es un contador volumétrico de pistón rotativo  $Q_3=6,3$  m<sup>3</sup>/h y R315 por lo que sus caudales característicos son  $Q_1=20$  l/h,  $Q_2=32$  l/h y  $Q_4=7.875$  l/h. Se han analizado un total de 7 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores positivos desde caudales próximos al caudal de transición ( $Q_2$ ), hasta caudales cercanos a 3.500 l/h donde se invierte la curva hasta alcanzar valores del -1,08% a caudales próximos al máximo.

En general posee las desviaciones asociadas a los errores más bajas de la totalidad de modelos analizados. Debido a la pequeña cantidad de contadores ensayados no puede determinarse si el proceso de fabricación es excelente o bien han sido estas unidades muy controladas por el fabricante antes de su entrega, ya que posee un Error Cuadrático Medio excelente de valor 0,03 así como la menor desviación del EMP siendo esta del 0,19%.

No se detectan ni unidades defectuosas ni no conformes.

TABLA 4.75 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M20 (25MM)

		Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM
M20	MEDIA	6,00	-1,06	0,04	0,91	1,45	1,60	0,69	0,05	-0,23	-1,08	-0,17	0,03
	DESV EST.	0,00	0,37	0,20	0,33	0,22	0,10	0,11	0,19	0,21	0,32	0,19	

Como se ha comentado, destaca la baja variabilidad en cada ensayo realizado, que puede observarse claramente en las curvas de error representadas.

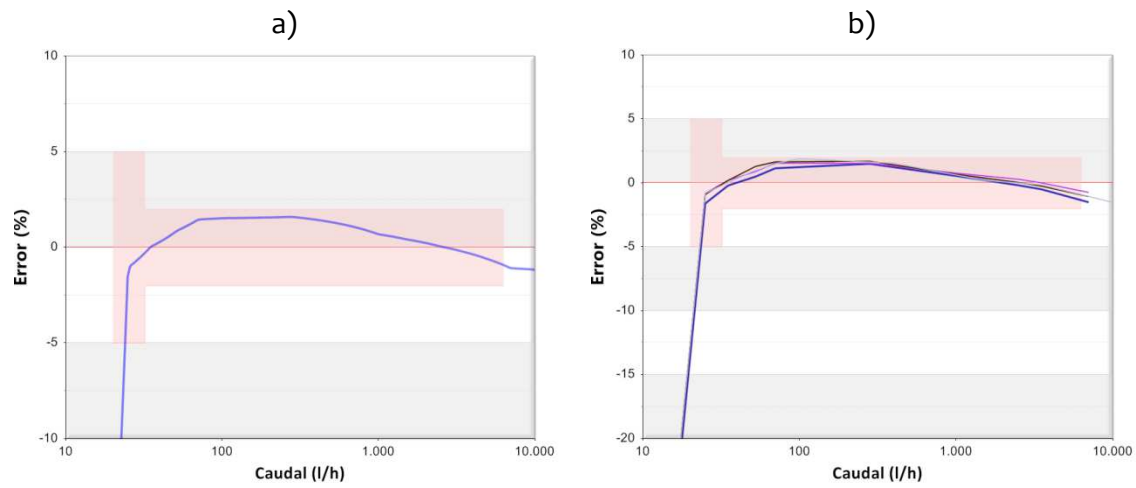


FIGURA 4.113 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M20 (25MM)

Con un tamaño de muestra tan reducido no se pueden adoptar conclusiones generales a excepción de la evolución ligeramente positiva observada.

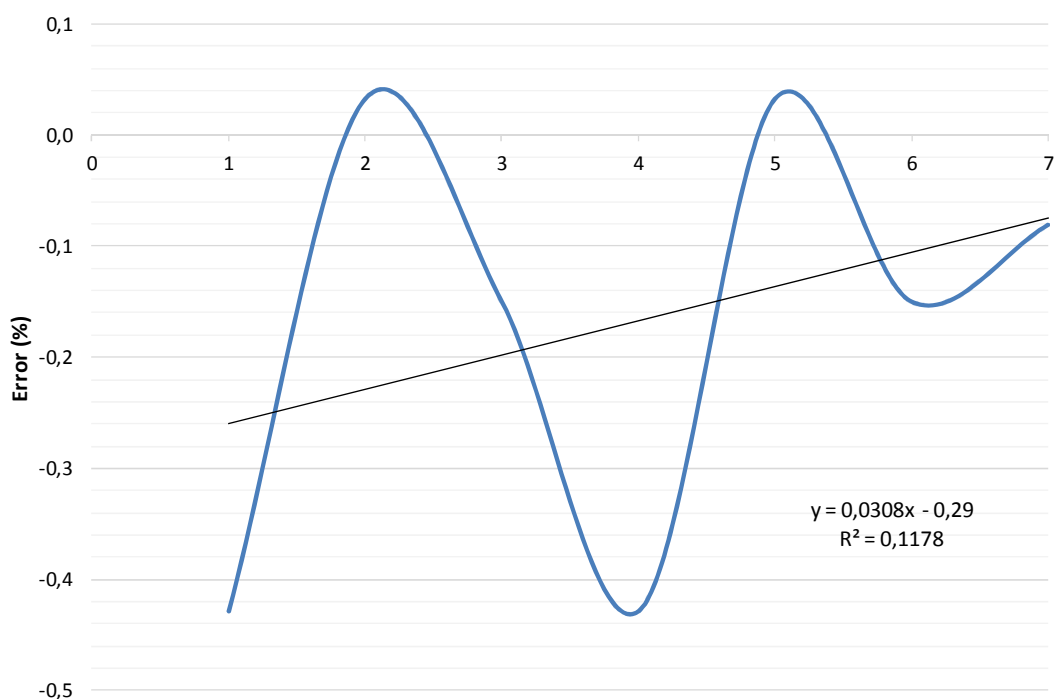


FIGURA 4.114 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M20 (25MM)

#### 4.2.5.5 Errores iniciales en contadores de 25mm. Modelo M22

El contador modelo M22 es un contador de velocidad de chorro múltiple y clase metrológica B. Se han analizado un total de 75 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Al analizar los errores obtenidos para cada caudal ensayado, se observa que los valores del modelo M22 destacan especialmente a caudales bajos, tanto los errores obtenidos como su desviación asociada, ya que resultan los resultados más negativos obtenidos de los modelos analizados. Asimismo tanto su error medio ponderado, como su desviación asociada y su error cuadrático medio también representan los peores valores del análisis.

Se detectan un total de 56 contadores defectuosos, lo que representa un 74,6% de la muestra analizada. Muy relevante resulta que de los 56 contadores defectuosos detectados a caudales bajos, 36 de ellos, es decir más del 64%, estaban completamente parados a caudal 25 l/h, caudal de arranque de esta tecnología y calibre. De la misma

forma resulta relevante que no se detecte ningún contador defectuoso a caudales altos.

Las 9 unidades no conformes detectadas, lo son a caudales bajos y medios a excepción de una unidad cuyo error a 7.000 l/h es del -23,4%, lo que provoca la gran desviación asociada a este caudal.

TABLA 4.76 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M22 (25MM)

	Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM	
M22	MEDIA	15,03	-33,45	-13,89	-5,67	-2,57	1,23	0,71	0,48	0,30	-1,53	-0,41	2,39
	DESV EST.	3,63	14,53	5,97	2,93	1,90	0,92	0,89	0,81	0,89	5,45	1,64	

De la observación de las curvas de error del modelo, se confirma la dificultad que tiene el contador para alcanzar los valores admisibles para caudales bajos, así como su gran variabilidad.

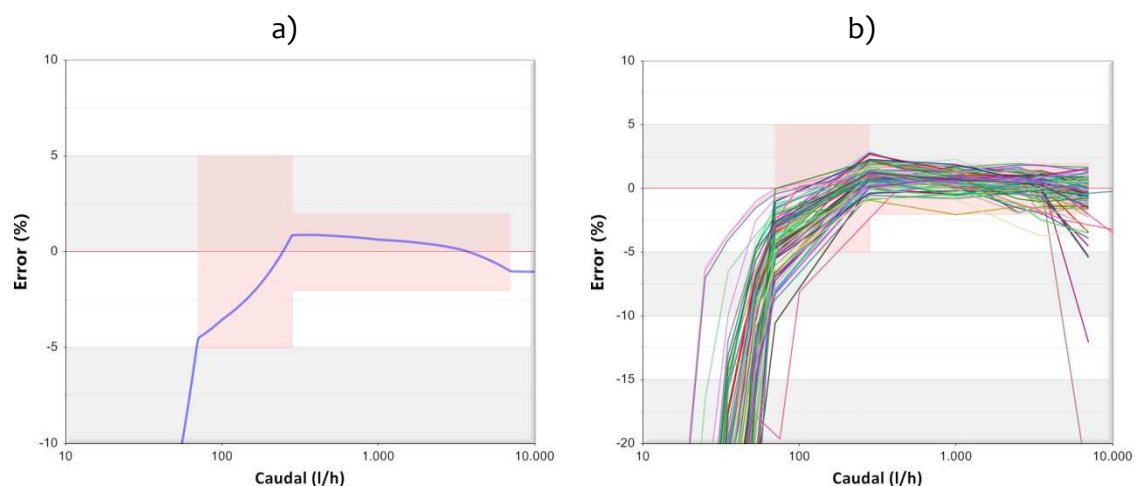


FIGURA 4.115 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M22 (25MM)

La evolución negativa del EMP observada evidencia un deterioro progresivo, bien en el proceso de fabricación o bien en alguno de los componentes que integran el contador, lo que exigirá un control exhaustivo del mismo.

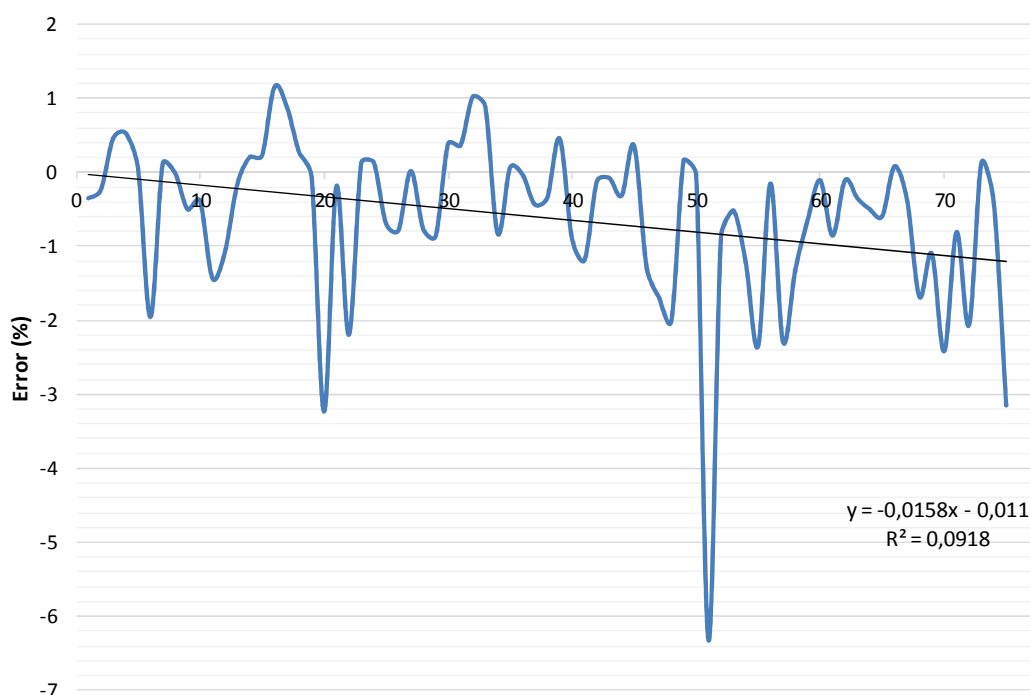


FIGURA 4.116 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M22 (25MM)

#### 4.2.5.6 Errores iniciales en contadores de 25mm. Modelo M23

El contador modelo M23 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 29 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta un comportamiento destacable como es habitual para este tipo de tecnología de medición. Sigue un comportamiento muy similar al modelo M20 también volumétrico, pero mejorando respecto de este a caudales medios y altos, lo que provoca que su error medio ponderado sea ligeramente mejor.

No se detectan unidades defectuosas pero si tres no conformes. Dos unidades a caudal 280 l/h y una unidad a caudal máximo, aunque los valores obtenidos pueden despreciarse ya que sobrepasan el margen del 2% establecido únicamente en un 0,07% de media.

TABLA 4.77 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M23 (25MM)

		Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	EMP(%)	ECM
M23	MEDIA	6,21	-2,78	-1,00	0,48	1,04	1,67	0,98	0,15	-0,17	-1,00	-0,08	0,16
	DESV EST.	0,82	2,40	1,08	0,61	0,48	0,26	0,32	0,46	0,48	0,63	0,40	

Se observan las típicas curvas de error de este tipo de contadores en la Figura 4.117

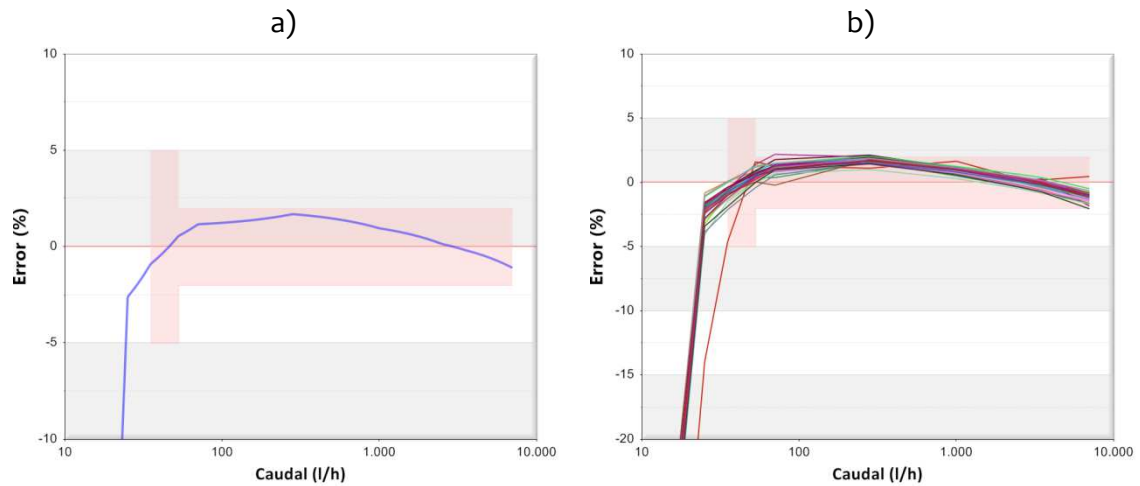


FIGURA 4.117 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M23 (25MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M23 (Figura 4.118) se desprende una buena estabilidad a la vez que mejora en el tiempo, lo que otorga fiabilidad al fabricante.

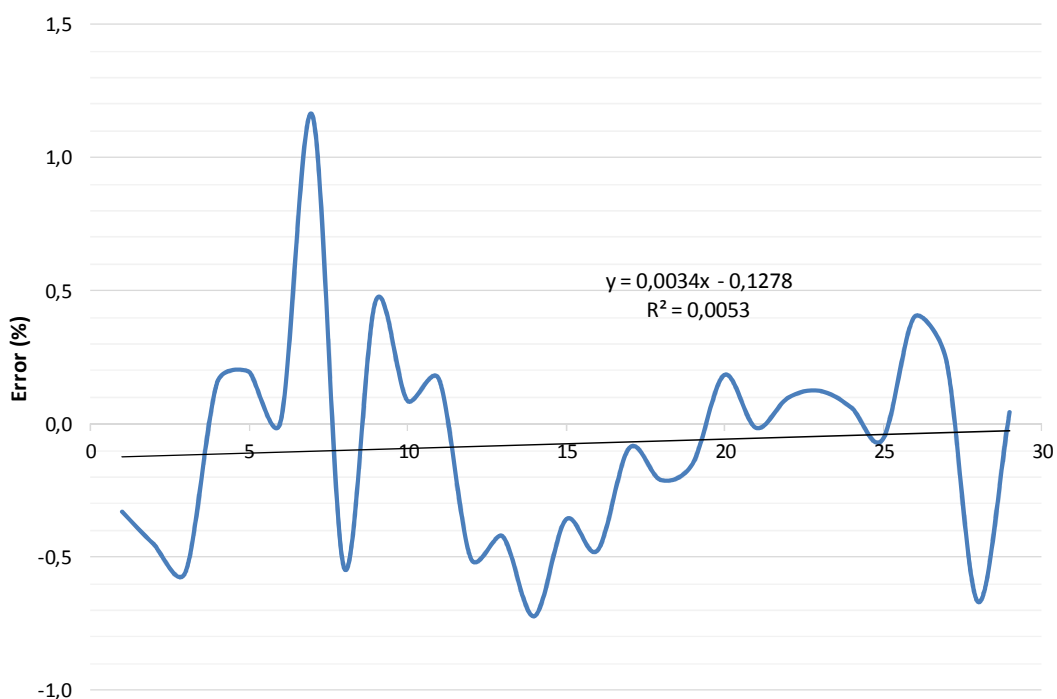


FIGURA 4.118 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M23 (25MM)

#### 4.2.6 Errores iniciales en contadores de 30/32mm

Del total de 255 contadores ensayados a origen de diámetro nominal 30/32mm, correspondientes a 18 modelos diferentes, 187 contadores agrupados en 5 modelos y tres tecnologías de medición, serán analizados individualmente, constituyendo aproximadamente el 74% de la totalidad. Estos han sido seleccionados por su importancia en número, por su interés por tecnología de medición o por tratarse de modelos analizados anteriormente.

También queda patente la distribución de los contadores en función de su tecnología de medición, donde los modelos de velocidad representan el 87%. Los contadores volumétricos representan el resto de contadores ensayados con un 13%.

TABLA 4.78 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 30/32MM ENSAYADOS A ORIGEN ANALIZADOS

Modelo	Chorro múltiple clase B o R≤200	Chorro único clase C	Volumétrico	Total
M5			17	17
M10(*)		53		53
M13	30			30
M22	80			80
M23			7	7
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>53</b>	<b>24</b>	<b>187</b>

(\*) Calibre 32mm

Se incluyen en este mismo apartado los contadores de calibre 30mm y 32mm, aunque podría considerarse su estudio y análisis por separado, ya que el caudal nominal de ambos es diferente, 5.000 l/h y 6.000 l/h respectivamente, y por lo tanto sus características metrológicas también. Se ha optado por analizar conjuntamente ambos calibres porque se ha seguido el criterio de selección de contador desde el punto de vista del gestor del abastecimiento, es decir, el análisis comparará las características de una serie de modelos de contador cuyo destino será similar, ya que para el gestor de un abastecimiento, en principio, considerará opciones válidas de instalación cualquiera de los modelos analizados en este apartado ya que las diferencias de calibre o caudal nominal son mínimas. Aún así cabe mencionar que contadores con caudales nominales diferentes deben de considerarse como contadores diferentes. Todos los modelos analizados en este apartado son de calibre 30mm, excepto el modelo M10 cuyo diámetro nominal es 32mm.

Se ha mantenido la denominación de los modelos, lo que permitirá realizar una comparativa entre los mismos modelos de contador pero de diferente diámetro nominal.

Previamente al análisis individualizado de cada modelo, se van a descartar del estudio los contadores defectuosos con el objetivo de obtener unos resultados que realmente muestren las limitaciones metrológicas entre los diferentes modelos de contadores en condiciones reales.

Con el mismo criterio utilizado anteriormente, se considerará contador defectuoso aquel que en al menos algún caudal su error sea superior al  $\pm 50\%$ . De la misma forma, se definirá contador no conforme aquel que no cumpla los errores máximos permitidos en función del caudal y de su tecnología de medición.



Se consideran contadores defectuosos un total de 33 contadores de los 187 analizados, correspondientes a los modelos M13 y M22, lo que representa un 17,7% de la muestra total. Para el modelo de 32mm no se han detectado unidades defectuosas. Como se ha visto anteriormente, se mantiene la tendencia de mayor porcentaje de contadores defectuosos a partir del calibre 20mm, ya que para calibres inferiores (13 y 15mm) el porcentaje aproximadamente se encontraba en torno al 5%, mientras que a partir del calibre 20mm el porcentaje de defectuosos supera el 17%. Asimismo, la mayor parte de los contadores defectuosos para calibres 13 y 15mm se encontraban en caudales altos mientras que a partir de calibre 20mm, la gran mayoría de contadores defectuosos lo son a caudales bajos.

Muy relevante resulta que de los 28 contadores defectuosos detectados a caudales bajos, 26 de ellos, es decir el 93%, estaban completamente parados a caudales donde en función de su tecnología ya deberían de haber arrancado. En lo que respecta a los contadores defectuosos detectados a caudales altos, todos ellos correspondientes al modelo M22, los errores muestran problemas de desacoplamiento magnético por un par débil, ya que los errores no llegaban al 100%.

En lo que a contadores no conformes se refiere, el comportamiento es similar en este calibre, es decir, al igual que existen más contadores defectuosos a caudales bajos, también existen más contadores no conformes a estos caudales. Ahora bien, si en calibres de 13 y 15mm las unidades no conformes a caudales bajos estaban en torno al 11%, en 30/32mm el porcentaje resultante es del 19,8%. Claramente este resultado indica la dificultad que tienen los contadores para mantener los errores a caudales bajos dentro de los márgenes establecidos. Importante también resulta el hecho de que los no conformes a caudales altos aumenten considerablemente para este calibre. Si en calibres anteriores, el porcentaje de no conformes a caudales altos estaba en torno al 6%, para el calibre 30mm este porcentaje se convierte en el 10%, lo que demuestra la existencia de problemas por desacoplamiento magnético entre turbina y tambor, provocando errores de medición que superan el margen establecido del  $\pm 2\%$ .

Como puede observarse en la Tabla 4.79 y también se verá en detalle en el análisis individualizado de cada modelo, casi la totalidad de contadores defectuosos lo son del modelo M22, mientras que los no conformes prácticamente su totalidad se reparte entre los modelos M10 y M22.

TABLA 4.79 CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES (30/32MM)

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M5	17	0	0	1	0
M10(*)	53	0	0	24	4
M13	30	5	0	7	2
M22	80	23	5	5	13
M23	7	0	0	0	0
	<b>187</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>37</b>	<b>19</b>
		<b>15,0%</b>	<b>2,7%</b>	<b>19,8%</b>	<b>10,2%</b>

(\*) Calibre 32mm

Así de los modelos a analizar, y siguiendo la misma metodología seguida anteriormente, se muestran en la Tabla 4.80 los errores para cada uno de los caudales ensayados para el calibre 30mm, así como su desviación estándar, error medio ponderado (EMP) y el error cuadrático medio (ECM). Análogamente se muestran en la Tabla 4.81, los resultados obtenidos correspondientes al modelo de calibre 32mm.

TABLA 4.80 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONTADORES DE 30MM

	Qarr (l/h)	25	50	75	100	400	1500	3500	5000	10000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	9,06	-12,97	-2,18	-0,42	0,38	1,53	1,42	1,02	0,91	0,48	0,92
	DESV EST.	1,43	11,35	1,07	0,53	0,45	0,38	0,36	0,46	0,49	0,59	0,42
M13	MEDIA	11,58	-19,65	-1,88	0,52	1,49	1,15	0,73	0,42	0,51	0,47	0,52
	DESV EST.	1,49	5,98	2,00	1,80	1,48	1,34	1,40	0,70	1,05	0,93	0,86
M22	MEDIA	18,12	-47,16	-10,52	-4,24	-1,48	0,48	0,45	-0,13	-0,47	-1,71	-0,55
	DESV EST.	2,74	10,50	4,29	1,83	1,27	0,96	0,72	0,95	1,42	5,03	1,20
M23	MEDIA	7,28	-2,45	0,09	1,12	1,49	1,66	0,72	-0,01	-0,44	-1,13	0,10
	DESV EST.	0,15	0,60	0,25	0,18	0,28	0,11	0,14	0,17	0,23	0,55	0,19

TABLA 4.81 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONTADORES DE 32MM

	Qarr (l/h)	35	60	90	400	1500	3500	6000	12000	EMP(%)	ECM	
M10	MEDIA	10,00	-7,39	-0,90	1,64	1,43	1,10	0,16	0,11	0,04	0,45	
32mm	DESV EST.	2,16	6,36	1,91	0,96	0,50	0,81	0,92	0,89	0,74	0,70	0,33

Al igual que ocurría con el calibre 25mm, para el cálculo del error medio ponderado no se ha utilizado el mismo patrón de consumo que para los contadores de diámetros nominales anteriores. Contadores con un diámetro nominal superior a 20mm suelen

instalarse en suministros distintos al doméstico por lo que debe de utilizarse un patrón de consumo diferente. Ahora bien, el hecho de utilizar un mismo patrón de consumo para todos los contadores analizados, únicamente tiene sentido si el objetivo es generar un parámetro comparable que pueda servir para detectar posibles variaciones en el comportamiento de los diferentes modelos. Como ha quedado claro en capítulos anteriores, para determinar el error medio ponderado de un consumidor no doméstico, resulta imprescindible la obtención individualizada y particular del patrón de consumo del suministro a analizar. Por lo tanto la utilización de un único patrón de consumo para la obtención de los errores medios ponderados para los contadores analizados de calibre 30 y 32mm, únicamente responde a la necesidad de obtener valores comparables. Los resultados mostrados en este análisis no pueden tomarse como errores representativos ya que, como se ha recalcado, deberían de obtenerse con el patrón de consumo individual de cada consumidor.

Hecha esta importante observación, para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado el siguiente patrón de consumo que representa la media de las mediciones obtenidas en consumidores con contadores instalados de calibre 30mm:

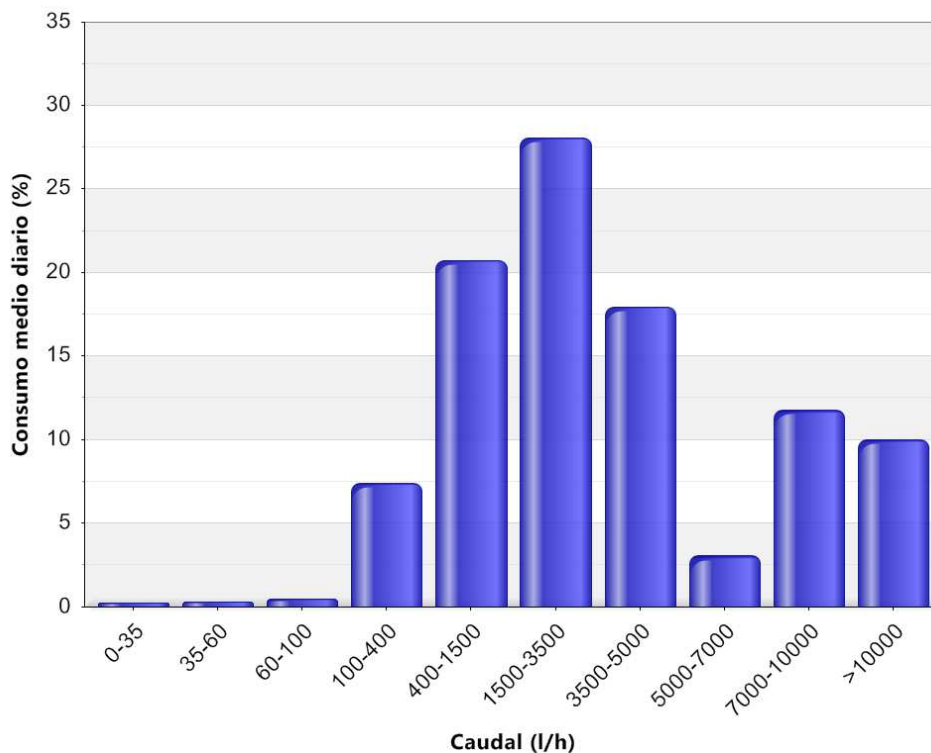


FIGURA 4.119 PATRÓN DE CONSUMO PARA CONTADORES DE CALIBRE 30 Y 32MM

De la Figura 4.119 se desprende que únicamente el 1% del consumo se realiza en el rango de caudal comprendido entre cero y el caudal mínimo para contadores de clase B, es decir 100 l/h, por lo que en el cálculo del error medio ponderado no tendrá apenas importancia el posible consumo que se produzca a caudales bajos. Este aspecto resulta en muchas ocasiones determinante ya que aunque para aquellos suministros a los que se les instale contadores con calibres grandes se suponga que no se vayan a generar caudales tan bajos, la simple presencia de fugas en la instalación interior del consumidor pueden provocar subcontajes importantes en el registro, si el contador no posee la capacidad de registrarlos. Pero no es el objetivo de este análisis la obtención de errores medios ponderados individualizados de cada suministro sino mostrar orden de magnitud de los errores iniciales que se pueden encontrar en contadores nuevos.

TABLA 4.82 PATRÓN DE CONSUMO PARA CONTADORES DE 30/32MM

Q(rango)	Q (l/h)	Volumen(%)
0-35	0	0,24
35-60	35	0,31
60-100	60	0,45
100-400	100	7,39
400-1500	400	20,75
1500-3500	1500	28,07
3500-5000	3500	17,96
5000-7000	5000	3,06
7000-10000	7000	11,77
>10000	10000	10

Así, considerando el patrón de consumo anterior, se calcula el error medio ponderado de toda la muestra seleccionada, obteniendo un valor promedio del -0,67%, que nada tiene que ver con los errores que se han estado analizando en calibres anteriores.

Realizando un análisis preliminar, de la Tabla 4.80 y Tabla 4.81, se observa el excelente comportamiento del modelo M23 a caudales bajos el cual, con un caudal de arranque muy bajo ofrece unos errores extraordinarios tratándose del calibre que nos ocupa. Acompañan a estos errores unas no menos extraordinarias desviaciones lo que indica un gran control en el proceso de producción por parte del fabricante. Comparando sus resultados con el otro modelo volumétrico M5, se evidencia el gran comportamiento del modelo M23 a caudales bajos. Asimismo, este comportamiento decae para

caudales altos si lo comparamos con el M5 que ofrece mejores resultados a estos caudales.

De los modelos de velocidad chorro múltiple, M13 y M22, como era de esperar por su tecnología de medición, se observan peores errores que los modelos volumétricos y a su vez presentan las mayores desviaciones asociadas a cada error lo que demuestra la diferencia de calidad entre modelos en función de su tecnología de medición. Destacable resulta tanto la desviación asociada al EMP del modelo M22 así como su Error Cuadrático Medio, valores que confirman la fragilidad de este modelo frente al resto.

Si de la Tabla 4.80 y Tabla 4.81 se analizan los errores medios por modelos seleccionados, se obtiene la siguiente distribución:

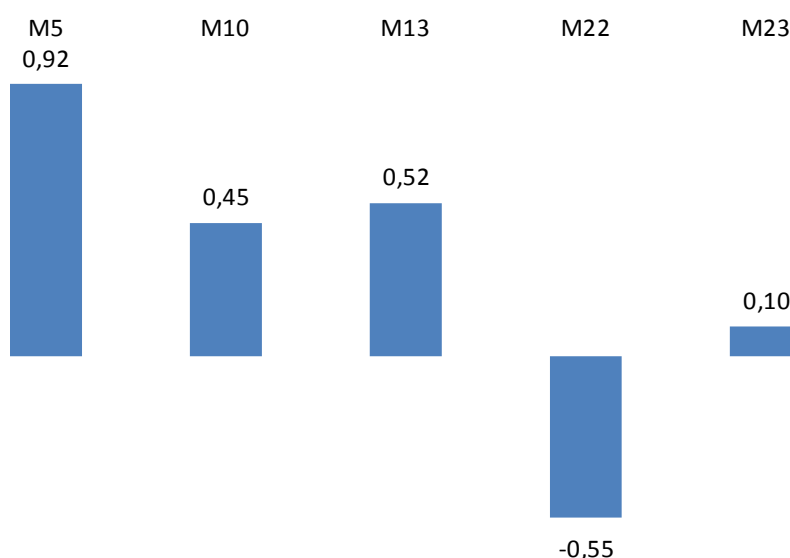


FIGURA 4.120 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 30/32MM

Las diferencias en los errores medios ponderados en función del modelo de contador son evidentes. Estos oscilan desde el caso más favorable con un error del 0,92% (M5) hasta el más desfavorable del -0,55% (M22), obteniendo una diferencia máxima en el registro del agua consumida de hasta un 1,47%, en función de la selección de un modelo u otro de contador.

Como ocurría en el caso de los contadores de calibre 25mm, que destaquen positivamente los modelos M5, M10 y M13 resulta evidente de la combinación entre los resultados de los errores a los diferentes caudales ensayados con el patrón de

consumo utilizado. Si se analizan los errores de cada uno de estos dos modelos a los caudales que más peso tienen en el patrón utilizado (a partir de 400 l/h), se observa que todos ellos presentan para estos caudales los errores más positivos de la muestra analizada, por lo que el resultado global será también muy positivo. Así, se evidencia una vez más la importancia que tiene, no solo el comportamiento del contador unilateralmente, sino la combinación del contador con el tipo de suministro en el que está instalado, pudiendo obtener para un mismo contador, resultados completamente diferentes. De hecho, el modelo M23 que como se comentaba anteriormente posee unas condiciones extraordinarias a caudales bajos, como el patrón utilizado no posee una proporción significativa a estos caudales, no obtiene mejores resultados que otros modelos con diferente comportamiento.

Otro de los análisis esenciales a realizar es la variabilidad del error para un mismo modelo de contador, que puede utilizarse como medida del control de producción del fabricante. Una gran variabilidad en la muestra indica que cada contador es fabricado de forma diferente respecto de los otros y, en general, puede considerarse como una señal de una pobre calidad de producción. Los modelos de contador con grandes variaciones en su error medio ponderado requieren controles de calidad más estrictos que aquellos cuya variabilidad es menor.

La Figura 4.121 muestra las variaciones en los errores medios de los modelos analizados. Puede observarse como los modelos volumétricos de pistón oscilante analizados (M5 y M23) poseen en general menores variaciones (media del 0,31%, lo que evidencia que estos son fabricados con una mejor precisión y los materiales utilizados en su ensamblaje son normalmente de mejor calidad. Por el contrario, los contadores de velocidad (chorro múltiple) muestran un comportamiento diferente con grandes variaciones en sus errores (media del 1,03%), lo que demuestra que los controles de calidad para ellos no son tan estrictos. A su vez el modelo M10, contador de velocidad y chorro único, obtiene un resultado aceptable, con una variación en su EMP del 0,70%

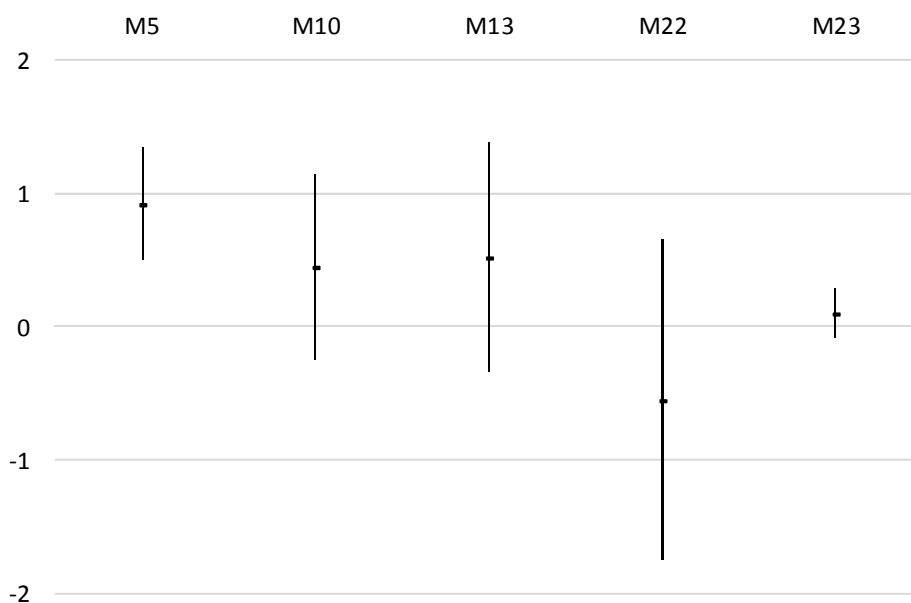


FIGURA 4.121 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 30/32MM

Este hecho se confirma con el análisis del Error Cuadrático Medio (ECM) que como se indicaba es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece información sobre la fiabilidad del fabricante (Tabla 4.83). Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación. Como era de esperar, los contadores volumétricos presentan un ECM bastante más bajo que los contadores de velocidad chorro único. Los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos.

TABLA 4.83 ERROR CUADRÁTICO MEDIO POR MODELO Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (30/32MM)

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
M5	17	Volumétrico	0,14
M10(*)	53	Chorro único	0,33
M13	30	Chorro múltiple	0,72
M22	80	Chorro múltiple	1,40
M23	7	Volumétrico	0,03

(\*) Calibre 32mm

Una vez más destaca el modelo M23 con un valor muy bajo lo que evidencia su gran calidad, aunque también hay que tener presente el tamaño de la muestra analizada.

Las curvas de error de los contadores ensayados se han agrupado por separado en función de la tecnología de medición y la clase metrológica. La Figura 4.122 muestra las curvas de error de los contadores de velocidad chorro múltiple clase B o  $R \leq 200$ . Como puede verse, se detectan grandes variaciones en su comportamiento a caudales bajos entre los diferentes modelos, así como problemas por decaimiento del error para el modelo M22 a caudales altos.

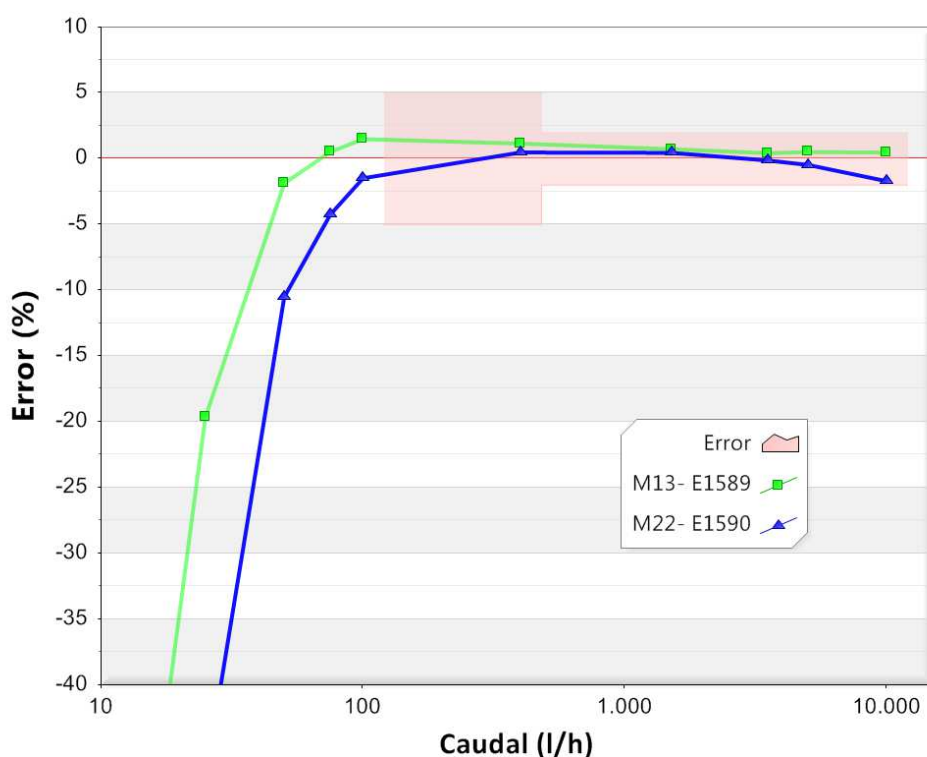


FIGURA 4.122 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES CHORRO MÚLTIPLE CLASE B O  $R \leq 200$  30MM

Los errores de los contadores de chorro único y clase C se muestran en la Figura 4.123 y corresponden exclusivamente al modelo M10. Las diferencias a caudales medios y altos entre contadores son pequeñas y principalmente dependen del ajuste de la curva de error realizada en fábrica y de las características constructivas específicas de los contadores.



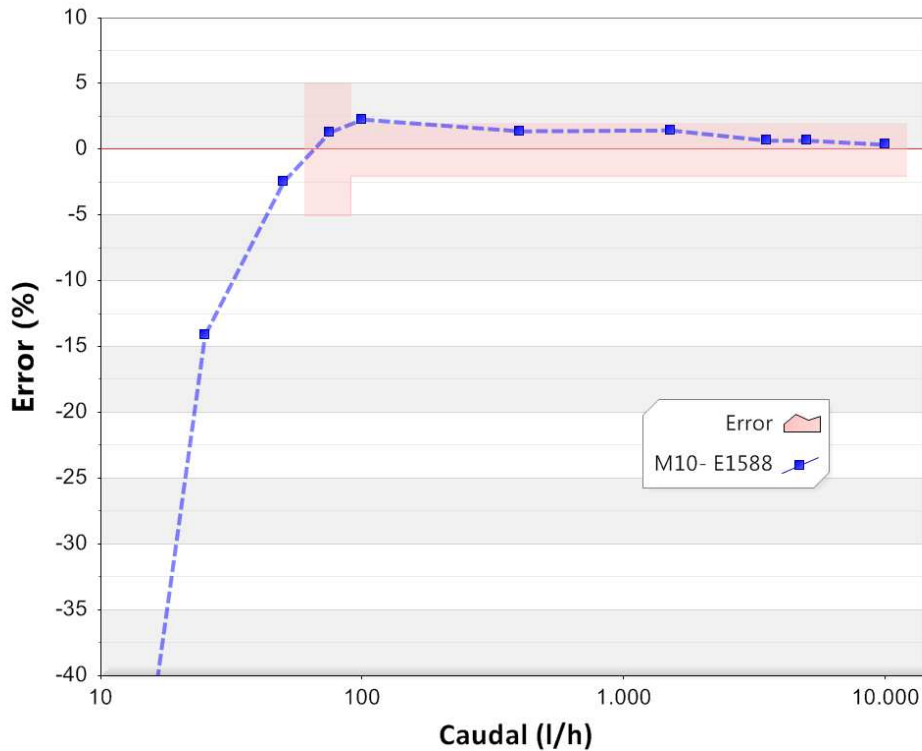


FIGURA 4.123 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES CHORRO ÚNICO CLASE C 32MM

La Figura 4.124 muestra la curva de error media para los dos modelos volumétricos ensayados. Aunque los dos modelos presentan la forma de la curva habitual en contadores volumétricos, destacable resulta el hecho de que la correspondiente al modelo M5 sea especialmente positiva para caudales medios y altos. Como se ha comentado anteriormente, esta circunstancia provoca que el resultado global sea tan positivo para este modelo. Sin embargo, se observa como el otro modelo volumétrico M23, presenta un mejor comportamiento a caudales bajos, siendo mayores las diferencias de sus errores con respecto del modelo M5 a estos caudales, que los que presenta este a caudales altos. Una vez más se evidencia la influencia y el equilibrio que tienen la curva de error de un contador y el patrón de consumo utilizado. Este análisis es crucial para la correcta selección del modelo de contador que debe realizar el gestor del abastecimiento en función del patrón que el usuario tenga. Con todo, los dos modelos muestran curvas de error relativamente similares y un comportamiento bueno a caudales bajos. Curioso resulta el hecho de que las dos curvas se cruzan en torno a los 400 l/h, obteniendo valores del error muy similares que a su vez son los máximos para cada modelo.

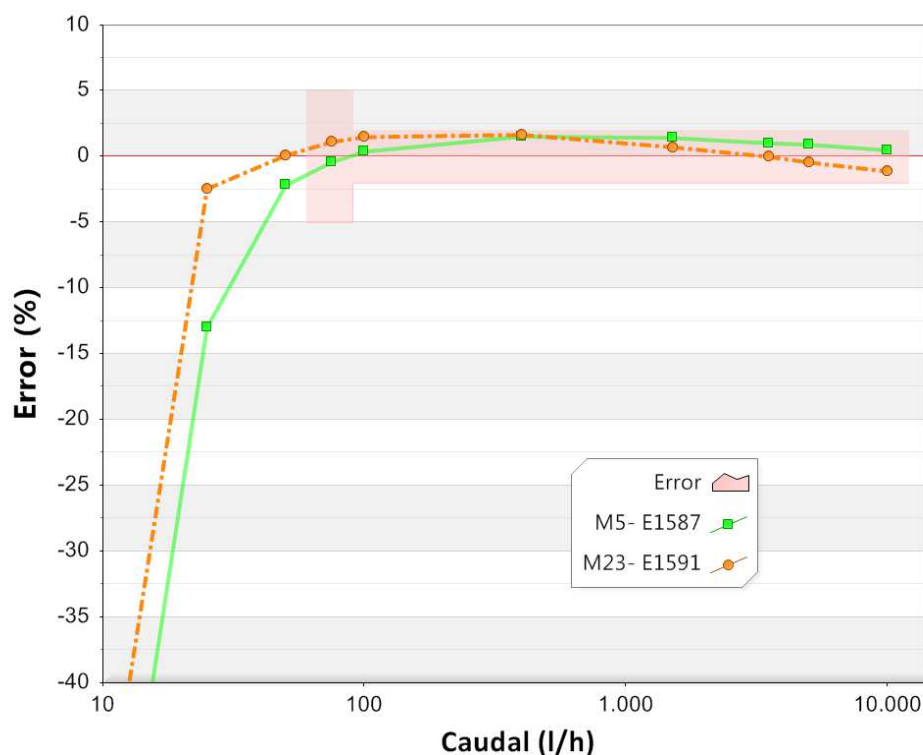


FIGURA 4.124 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES VOLUMÉTRICOS 30MM

Como ya se ha visto en calibre inferiores, resulta evidente la diferencia entre las curvas correspondientes a contadores de velocidad y las correspondientes a contadores volumétricos de pistón rotativo. Mientras en los contadores de velocidad la curva presenta oscilaciones dentro del rango de medida, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 400 l/h.

#### 4.2.6.1 Errores iniciales en contadores de 30/32mm. Modelo M5

El contador modelo M5 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 17 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores negativos hasta prácticamente su caudal de transición, para a partir del cual presentar valores muy positivos, lo que genera un error medio ponderado con un valor del 0,92%. Sus desviaciones son bajas, propias de un contador volumétrico, excepto para el caudal de 25 l/h donde posee el valor más elevado de todos los modelos (11,35%). Aún así, a

partir del caudal mínimo posee desviaciones muy bajas únicamente mejoradas por el otro modelo volumétrico M23, lo que evidencia un proceso de fabricación controlado.

No se detectan unidades defectuosas pero si una no conforme a caudal bajo (50 l/h) pero con un valor del -5,16% por lo que no es significativo.

TABLA 4.84 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (30MM)

	Qarr (l/h)	25	50	75	100	400	1500	3500	5000	10000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	9,06	-12,97	-2,18	-0,42	0,38	1,53	1,42	1,02	0,91	0,48	0,92
	DESV EST.	1,43	11,35	1,07	0,53	0,45	0,38	0,36	0,46	0,49	0,59	0,42

De las curvas de error se confirma la forma parabólica de estas lo que en este modelo conlleva errores negativos para caudales bajos y errores positivos para caudales medios y altos. Se observa en la Figura 4.125 b), como presenta desviaciones a caudal 25 l/h para posteriormente minimizarlas a valores reducidos.

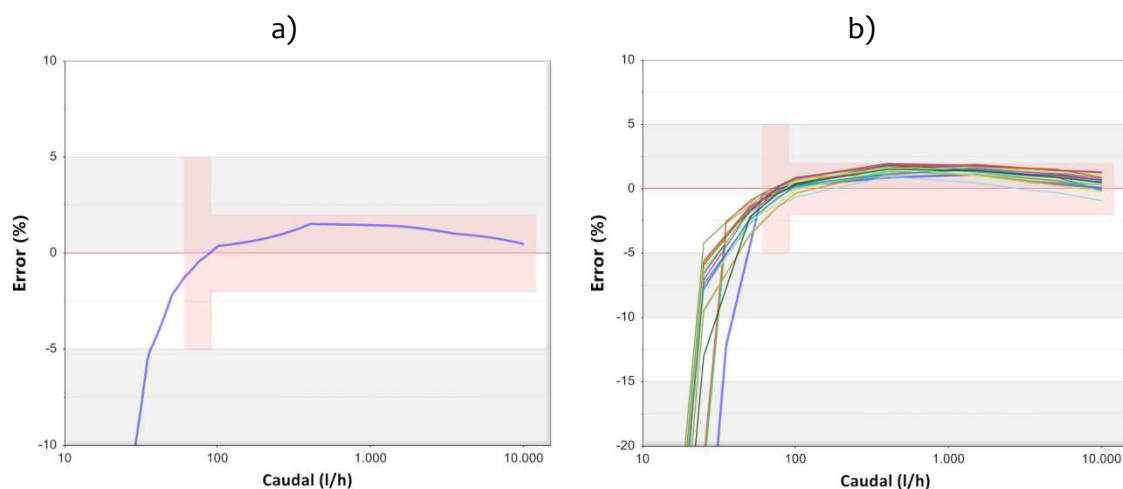


FIGURA 4.125 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M5 (30MM)

Aunque a primera vista de la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M5 (Figura 4.126) se desprenda mucha variabilidad, aun existiendo esta, se aprecia cierta estabilidad ya que las diferencias medias entre modelos se encuentran en torno al 0,42%. Entre el valor máximo del EMP de 1,47% y el mínimo de -0,14% que pueden observarse en la gráfica, existe una diferencia absoluta del 1,61%. A pesar de

ello, se evidencia estabilidad del modelo ( $ECM=0,14$ ), lo que otorga una gran fiabilidad al fabricante y demuestra una gran calidad en su proceso de fabricación.

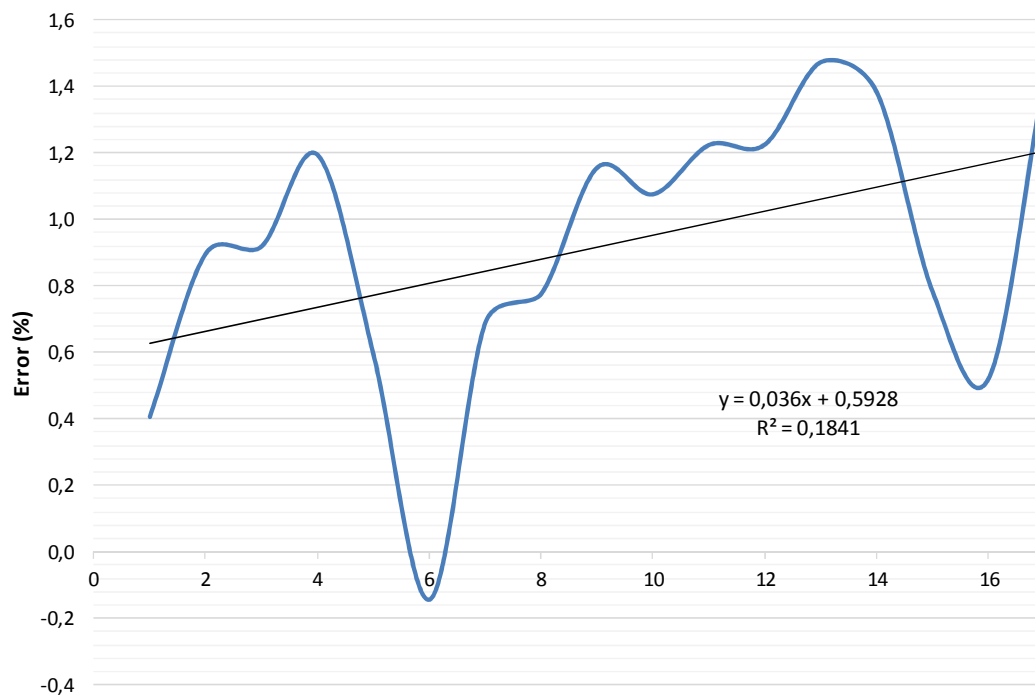


FIGURA 4.126 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M5 (30MM)

#### 4.2.6.2 Errores iniciales en contadores de 30/32mm. Modelo M10

El contador modelo M10 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica C. Se han analizado un total de 53 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores típicos de un contador de velocidad chorro único, con valores negativos hasta el caudal mínimo, pasando a positivos desde el mínimo hasta caudales medio-altos, donde el error se aproxima a cero. Posee los errores más positivos entre el rango de caudales comprendidos entre 60 y 100 l/h. Las desviaciones asociadas son muy parecidas al modelo M5 analizado anteriormente, aunque ligeramente superiores, lo que evidencia un proceso de fabricación muy controlado.

Se detectan 28 unidades no conformes, prácticamente la totalidad a caudales bajos, aunque las desviaciones no son excesivas.

TABLA 4.85 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M10 (32MM)

		Qarr (l/h)	35	60	90	400	1500	3500	6000	12000	EMP(%)	ECM
<b>M10</b>	MEDIA	10,00	-7,39	-0,90	1,64	1,43	1,10	0,16	0,11	0,04	0,45	0,33
	DESV EST.	2,16	6,36	1,91	0,96	0,50	0,81	0,92	0,89	0,74	0,70	

De la observación de las curvas de error se confirma el comportamiento comentado. Se pueden identificar las unidades no conformes especialmente a caudales bajo.

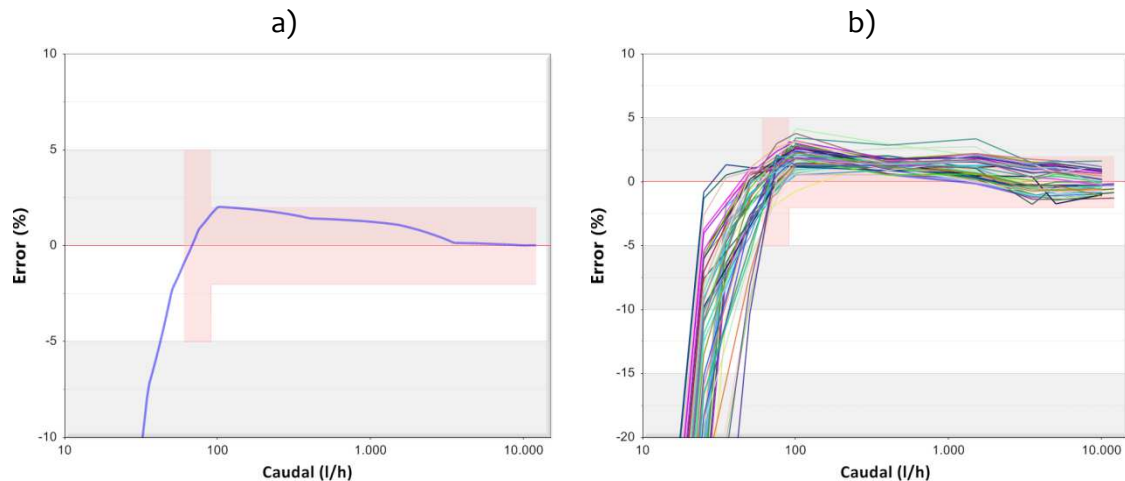


FIGURA 4.127 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M10 (32MM)

La evolución de los Errores Medios Ponderados del modelo M10 es claramente positiva con variaciones puntuales y especialmente con un salto alrededor de la unidad 30 de aproximadamente 1,30% para luego mantenerse en términos generales en valores más positivos. Este incremento puede estar motivado por un ajuste del modelo realizado en su proceso de fabricación o bien por el cambio de alguno de los componentes integrantes del mismo.

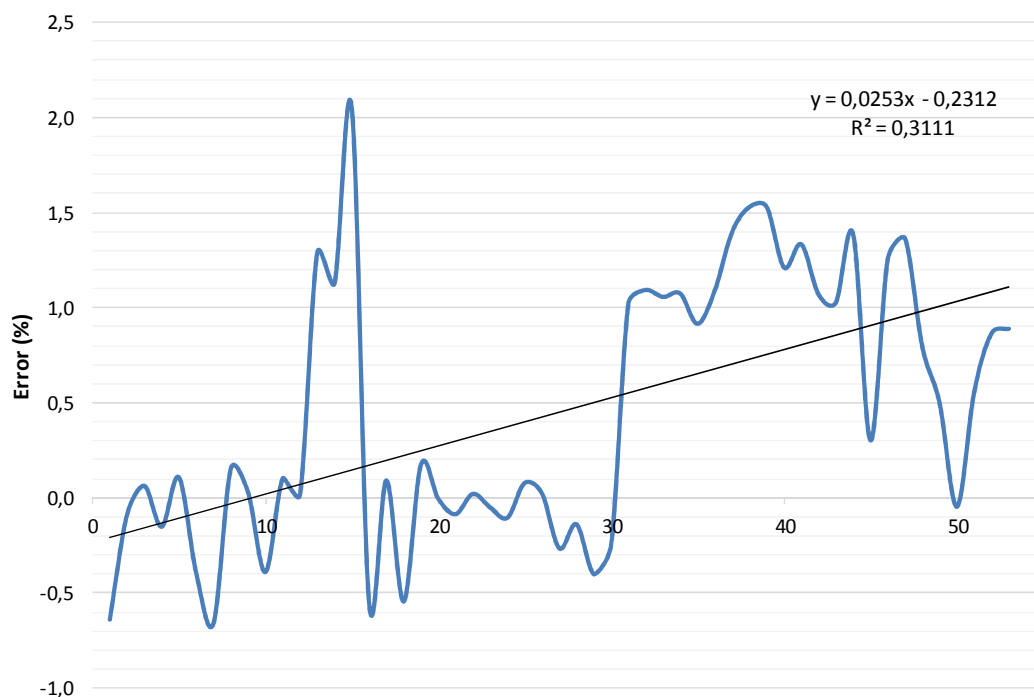


FIGURA 4.128 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M10 (32MM)

#### 4.2.6.3 Errores iniciales en contadores de 30/32mm. Modelo M13

El contador modelo M13 es un contador de velocidad de chorro múltiple  $Q_3=10 \text{ m}^3/\text{h}$  y R200 por lo que sus caudales característicos son  $Q_1=50 \text{ l/h}$ ,  $Q_2=80 \text{ l/h}$  y  $Q_4=12.500 \text{ l/h}$ . Se han analizado un total de 30 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Al analizar los errores obtenidos para cada caudal ensayado, se observa que rápidamente este modelo alcanza valores de error positivos, ya que para caudal  $75 \text{ l/h}$ , inferior a su caudal de transición ( $Q_2=80 \text{ l/h}$ ) obteniendo un valor del 0,52%. Mantiene errores positivos hasta el caudal máximo destacando estos por ser mejores que el otro modelo de la misma tecnología e incluso que del modelo volumétrico M23. Es por ello, que su Error Medio Ponderado alcanza un valor positivo aunque con una desviación importante.

Se detectan 5 unidades defectuosas a caudales bajos encontrándose una de ellas parada a  $25 \text{ l/h}$  y dos a  $50 \text{ l/h}$ . Asimismo existen 7 unidades no conformes, cinco a caudal de transición ( $Q_2$ ) con un error medio del 3,14% cuando no debía superara el 2%, y dos de ellas a caudal de sobrecarga ( $Q_4$ ) pero con una variación mínima del 0,19% de

media. Por lo tanto se detecta una falta de precisión especialmente a caudales bajos comportándose adecuadamente a caudales medios y altos.

TABLA 4.86 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M13 (30MM)

	Qarr (l/h)	25	50	75	100	400	1500	3500	5000	10000	EMP(%)	ECM
<b>M13</b>	MEDIA	11,58	-19,65	-1,88	0,52	1,49	1,15	0,73	0,42	0,51	0,47	0,52
	DESV EST.	1,49	5,98	2,00	1,80	1,48	1,34	1,40	0,70	1,05	0,93	0,86

En las curvas de error puede observarse el comportamiento comentado, así como las unidades no conformes superando el margen del 2%.

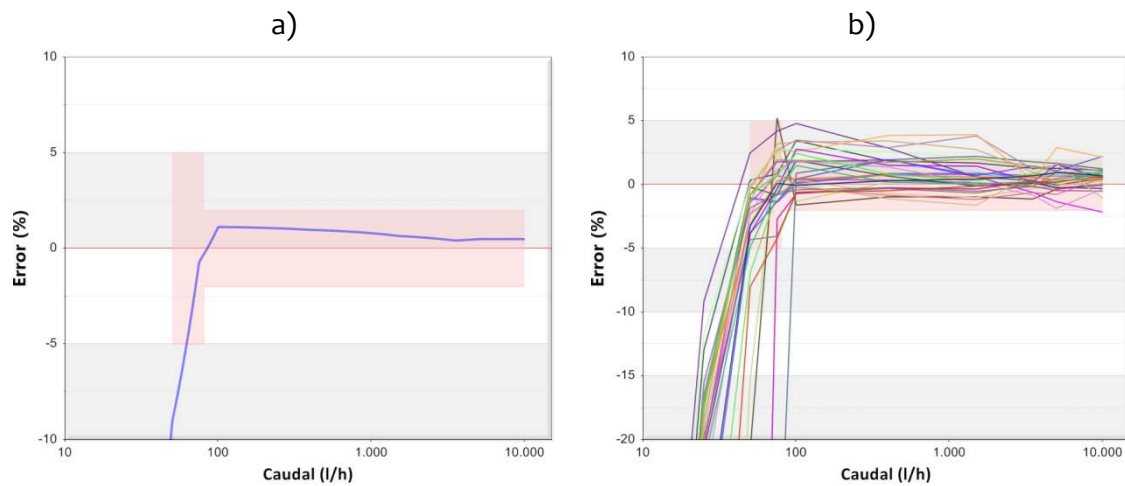


FIGURA 4.129 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M13 (30MM)

Aunque la muestra analizada no es demasiado extensa y por lo tanto tampoco representativa, se observan variaciones importantes que van desde el -0,99% al 2,40%, es decir un total de 3,39%. Con un ECM de 0,72 se requerirá un control del modelo para confirmar esta variabilidad así como para detectar cualquier anomalía en caudales bajos.

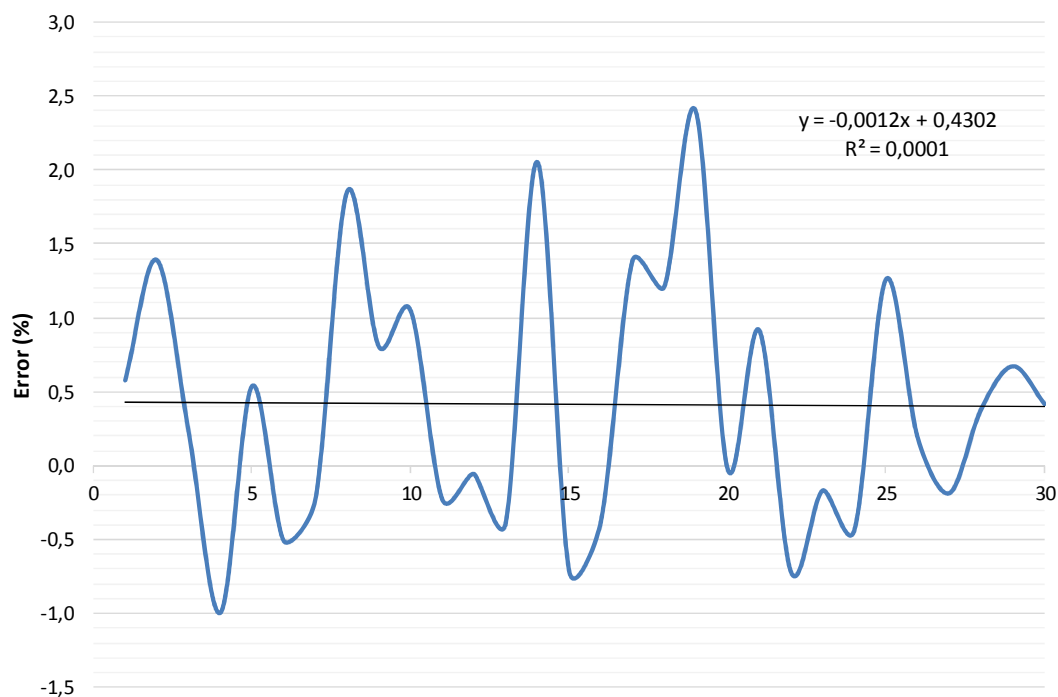


FIGURA 4.130 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M13 (30MM)

#### 4.2.6.4 Errores iniciales en contadores de 30/32mm. Modelo M22

El contador modelo M22 es un contador de velocidad de chorro múltiple y clase metrológica B. Se han analizado un total de 80 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Al analizar los errores obtenidos para cada caudal ensayado, se observa que los valores del modelo M22 destacan especialmente a caudales bajos, tanto los errores obtenidos como su desviación asociada, ya que resultan los resultados más negativos obtenidos de los modelos analizados. Asimismo tanto su error medio ponderado, como su desviación asociada y su error cuadrático medio también representan los peores valores del análisis.

Se detectan 28 unidades defectuosas mayormente a caudales bajos. Relevante resulta que de un total de 34 contadores defectuosos detectados para el calibre 30mm, 28 unidades, es decir el 82,4%, correspondan al presente modelo. De las 28 unidades defectuosas, 23 estaban completamente paradas a 25 l/h, caudal de arranque de esta



tecnología. Las cinco unidades restantes poseían errores superiores al 80% a caudal máximo, comportamiento que no se daba para la variante de 25mm.

En lo que a unidades no conformes se refiere, se detectan un total de 18, mayormente a caudales altos, presentando un error de media superior al 7%. En caudales bajos los errores se encuentran en torno al 2,60% por lo que no son tan relevantes como a caudales altos.

Por todo ello, unido a un valor de la desviación asociada al EMP así como su Error Cuadrático Medio, se confirma la fragilidad de este modelo frente al resto.

TABLA 4.87 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M22 (30MM)

	Qarr (l/h)	25	50	75	100	400	1500	3500	5000	10000	EMP(%)	ECM	
M22	MEDIA	18,12	-47,16	-10,52	-4,24	-1,48	0,48	0,45	-0,13	-0,47	-1,71	-0,55	1,40
	DESV EST.	2,74	10,50	4,29	1,83	1,27	0,96	0,72	0,95	1,42	5,03	1,20	

De la observación de las curvas de error del modelo, se confirma la dificultad que tiene el contador para alcanzar los valores admisibles para caudales bajos, así como su gran variabilidad. Asimismo destaca la presencia de problemas a caudales altos, circunstancia que no se daba para el calibre 25mm.

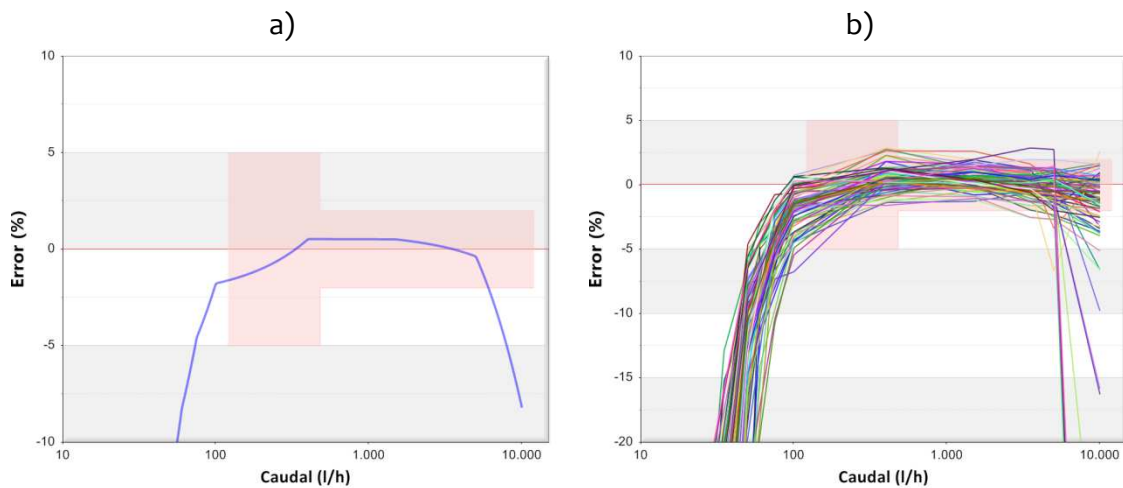


FIGURA 4.131 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M22 (30MM)

La evolución del EMP observada evidencia una buena estabilidad del modelo pero con presencia de unidades defectuosas, lo que exigirá un control exhaustivo del mismo.

Las variaciones de los errores medios ponderados descartando las unidades defectuosas oscilan desde el caso más favorable con un error del 1,14% hasta el más desfavorable del -6,23% resultando una diferencia máxima del 7,37%, lo que confirma la necesidad de un estricto control de calidad a la recepción.

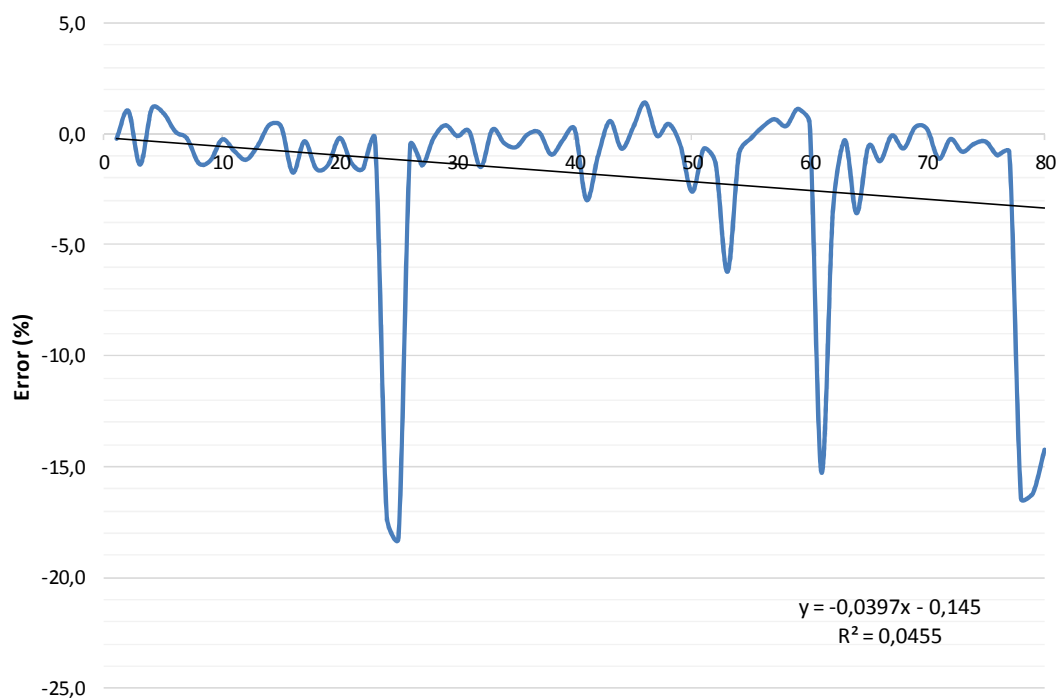


FIGURA 4.132 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M22 (30MM)

#### 4.2.6.5 Errores iniciales en contadores de 30/32mm. Modelo M23

El contador modelo M23 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 7 contadores, todos con una longitud de 260 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende el excelente comportamiento del modelo M23 a caudales bajos el cual, con un caudal de arranque muy bajo ofrece unos errores extraordinarios tratándose del calibre que nos ocupa. Acompañan a estos errores unas no menos extraordinarias desviaciones lo que indica un gran control en el proceso de producción por parte del fabricante. Comparando sus resultados con el otro modelo volumétrico M5, se evidencia el gran comportamiento del modelo M23 a

caudales bajos. Asimismo, este comportamiento decae para caudales altos si lo comparamos con el M5 que ofrece mejores resultados a estos caudales.

No se detectan ni unidades defectuosas ni no conformes.

TABLA 4.88 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M23 (30MM)

		Qarr (l/h)	25	50	75	100	400	1500	3500	5000	10000	EMP(%)	ECM
M23	MEDIA	7,28	-2,45	0,09	1,12	1,49	1,66	0,72	-0,01	-0,44	-1,13	0,10	0,03
	DESV EST	0,15	0,60	0,25	0,18	0,28	0,11	0,14	0,17	0,23	0,55	0,19	

Se observan las típicas curvas de error de este tipo de contadores en la Figura 4.133 así como la baja variabilidad entre las unidades ensayadas, lo que evidencia un control exhaustivo del proceso de producción por parte del fabricante.

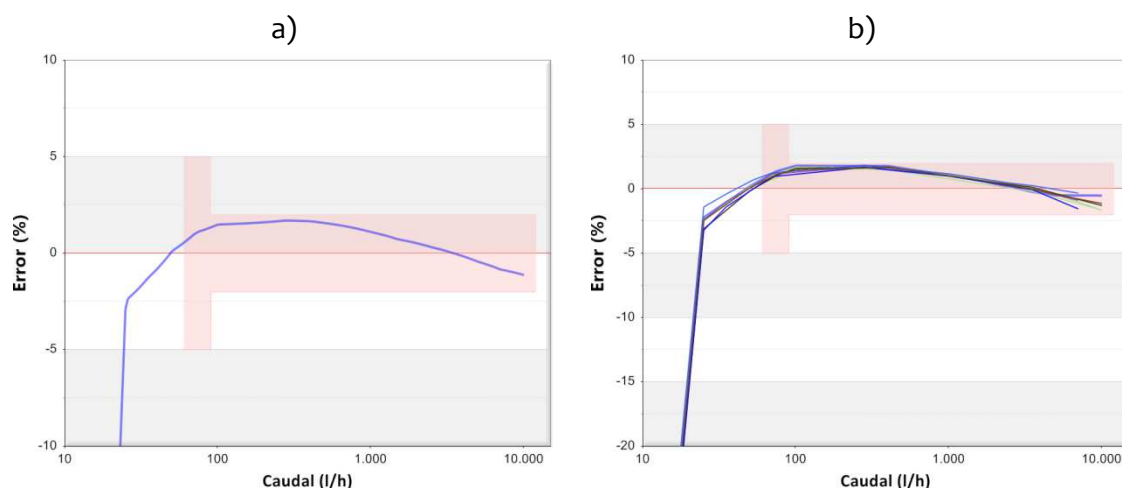


FIGURA 4.133 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M23 (30MM)

De la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M23 (Figura 4.134) pocas conclusiones se pueden adoptar dada la pequeña muestra analizada. Aunque la tendencia es positiva y las variaciones mínimas, se deberá aumentar el número de contadores ensayados para confirmar su excelente comportamiento.

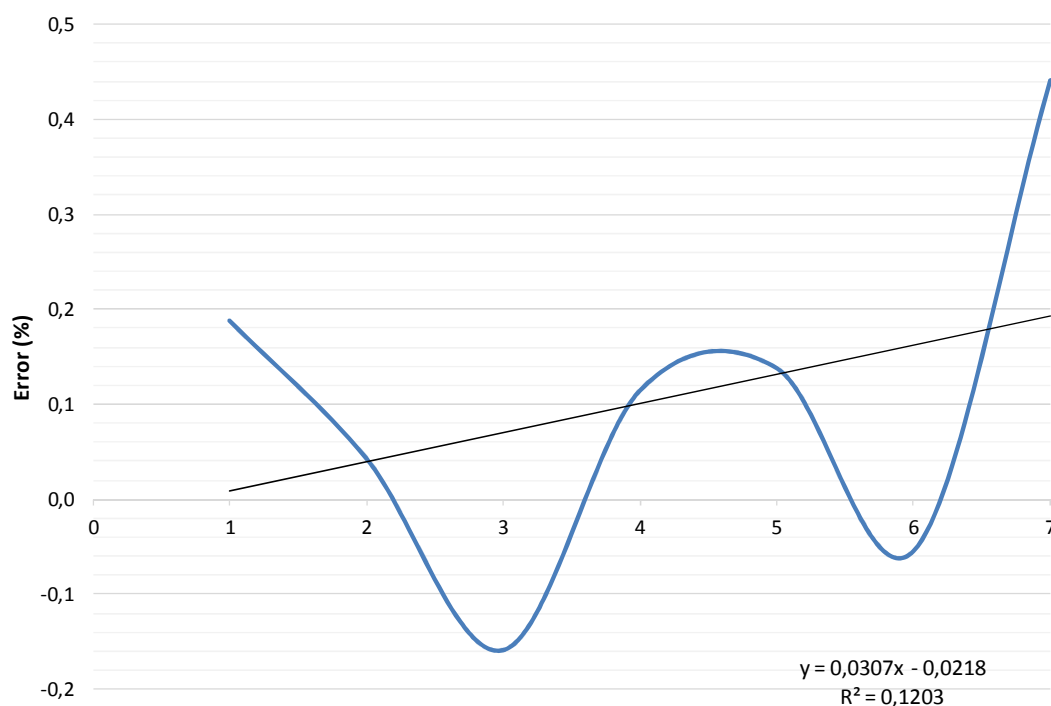


FIGURA 4.134 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M23 (30MM)

#### 4.2.7 Errores iniciales en contadores de 40mm

Del total de 175 contadores ensayados a origen de diámetro nominal 40mm, correspondientes a 17 modelos diferentes, 104 contadores agrupados en 4 modelos y tres tecnologías de medición, serán analizados individualmente. Estos constituyen aproximadamente el 93% de la totalidad de contadores ensayados a origen y se han seleccionado bien por su importancia en número, por su interés por tecnología de medición o por tratarse de modelos analizados anteriormente.

La distribución de los contadores en función de su tecnología de medición queda una vez más encabezada por los modelos de velocidad representando el 71% de la muestra mientras que el 29% restante de los contadores ensayados, lo constituyen los contadores volumétricos.

TABLA 4.89 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DE CALIBRE 40MM ENSAYADOS A ORIGEN ANALIZADOS

Modelo	Chorro múltiple clase B o R $\leq$ 200	Chorro único clase C	Volumétrico	Total
M5			30	30
M9		21		21
M13	4			4
M22	49			49
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>104</b>

Se ha mantenido la denominación de los modelos, lo que permitirá realizar una comparativa entre los mismos modelos de contador pero de diferente diámetro nominal.

Previamente al análisis individualizado de cada modelo, se van a descartar del estudio los contadores defectuosos con el objetivo de obtener unos resultados que realmente muestren las limitaciones metrológicas entre los diferentes modelos de contadores en condiciones reales.

Con el mismo criterio utilizado anteriormente, se considerará contador defectuoso aquel que en al menos algún caudal su error sea superior al  $\pm 50\%$ . De la misma forma, se definirá contador no conforme aquel que no cumpla los errores máximos permitidos en función del caudal y de su tecnología de medición.

Únicamente un contador de un total de 104 ha sido considerado como defectuoso, correspondiente al modelo M9, lo que representa aproximadamente un 1% de la muestra analizada. Realmente este es un hecho a destacar vistos los porcentajes de contadores defectuosos obtenidos y analizados para el resto de calibres, ya que en el mejor de los casos, el porcentaje ha sido del 5,2% (15mm). Así mismo destaca que el modelo M22 que ha sido uno de los modelos de contadores analizado en calibres 25 y 30mm, del que siempre se ha destacado la presencia de gran número de unidades defectuosas (74,7% en calibre 25mm y 35% en calibre 30mm) no se detecte ninguna de ellas para calibre 40mm. Este hecho puede justificarse por diferentes motivos pero quizá por tratarse de contadores cuya producción no es tan masiva por lo que su control puede ser más estricto. Asimismo, aunque la denominación del contador y su concepto general sea similar, el cambio de calibre conlleva cambios importantes en el contador. Cambio evidente en sus dimensiones que conlleva moldes de fabricación diferentes, cámaras de medición de magnitudes diferentes, elementos como la turbina o los ejes de diferentes tamaños, etc., llevan a convertir un mismo modelo en función de su calibre, en contadores completamente diferentes.

En lo que a contadores no conformes se refiere, el comportamiento en este calibre es similar al encontrado en el calibre 30mm ya que las 30 unidades detectadas representan el 28,9% de la muestra. Ahora bien, si anteriormente existían más unidades no conformes a caudales bajos, para el calibre 40mm se invierte esta tendencia encontrándose más unidades no conformes a caudales altos.

TABLA 4.90 CONTADORES DEFECTUOSOS Y NO CONFORMES (40MM)

Modelo	Muestra	Defectuoso Caudal Bajo	Defectuoso Caudal Alto	No conforme Caudal Bajo	No conforme Caudal Alto
M5	30	0	0	0	0
M9	21	1	0	8	3
M13	4	0	0	1	1
M22	49	0	0	2	15
	<b>104</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>19</b>
		<b>1,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>10,6%</b>	<b>18,3%</b>

Así de los 4 modelos a analizar, y siguiendo la misma metodología seguida anteriormente, se muestran en la Tabla 4.91 los errores para cada uno de los caudales ensayados, así como su desviación estándar, error medio ponderado (EMP) y el error cuadrático medio (ECM).

TABLA 4.91 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN CONTADORES DE 40MM

	Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	EMP(%)	ECM	
M5	MEDIA	18,00	-3,66	-0,85	-0,04	0,43	1,15	0,95	0,60	0,37	-0,26	0,52	0,06
	DESV EST.	0,00	0,92	0,46	0,51	0,26	0,15	0,31	0,33	0,41	0,52	0,25	
M9	MEDIA	24,36	-22,06	-5,06	-0,62	-0,12	1,65	2,30	0,76	0,86	0,56	0,91	0,23
	DESV EST.	3,50	7,00	2,12	1,14	0,76	0,42	1,27	0,65	0,68	1,05	0,71	
M13	MEDIA	19,04	-11,40	-0,77	1,23	0,88	0,49	0,43	-0,18	-0,12	0,15	-0,02	0,07
	DESV EST.	1,90	3,81	1,75	1,11	0,31	0,18	1,35	0,81	0,39	0,31	0,71	
M22	MEDIA	21,74	-16,82	-2,84	-0,73	-1,11	0,50	0,71	0,55	0,85	1,25	0,17	0,67
	DESV EST.	3,43	6,86	2,20	2,47	1,44	0,96	0,95	1,44	1,34	1,53	1,00	

Al igual que ocurría con los calibres 25 y 30mm, para el cálculo del error medio ponderado no se ha utilizado el mismo patrón de consumo que para los contadores de diámetros nominales anteriores. Contadores con un diámetro nominal superior a 20mm suelen instalarse en suministros distintos al doméstico por lo que debe de utilizarse un patrón de consumo diferente. Ahora bien, el hecho de utilizar un mismo

patrón de consumo para todos los contadores analizados, únicamente tiene sentido si el objetivo es generar un parámetro comparable que pueda servir para detectar posibles variaciones en el comportamiento de los diferentes modelos. Como ha quedado claro en capítulos anteriores, para determinar el error medio ponderado de un consumidor no doméstico, resulta imprescindible la obtención individualizada y particular del patrón de consumo del suministro a analizar. Por lo tanto la utilización de un único patrón de consumo para la obtención de los errores medios ponderados para los contadores analizados de calibre 40mm, únicamente responde a la necesidad de obtener valores comparables. Los resultados mostrados en este análisis no pueden tomarse como errores representativos ya que, como se ha recalcado, deberían de obtenerse con el patrón de consumo individual de cada consumidor.

Hecha esta importante observación, para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado el siguiente patrón de consumo que representa la media de las mediciones obtenidas en consumidores con contadores instalados de calibre 40mm:

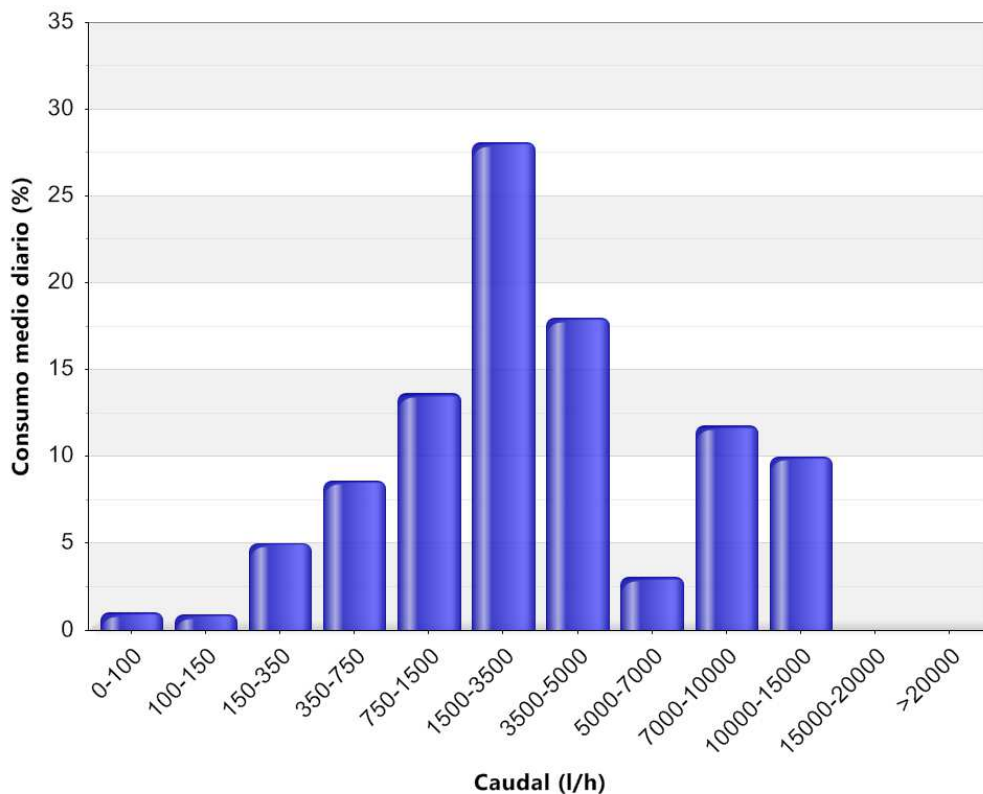


FIGURA 4.135 PATRÓN DE CONSUMO PARA CONTADORES DE CALIBRE 40MM

De la Figura 4.135 se desprende que un porcentaje aproximado al 2% del consumo se realiza en el rango de caudal comprendido entre cero y el caudal mínimo para contadores de clase B, es decir 200 l/h, por lo que en el cálculo del error medio ponderado no tendrá apenas importancia el posible consumo que se produzca a caudales bajos. Este aspecto resulta en muchas ocasiones determinante ya que aunque para aquellos suministros a los que se les instale contadores con calibres grandes se suponga que no se vayan a generar caudales tan bajos, la simple presencia de fugas en la instalación interior del consumidor pueden provocar subcontajes importantes en el registro, si el contador no posee la capacidad de registrarlos. Pero no es el objetivo de este análisis la obtención de errores medios ponderados individualizados de cada suministro sino mostrar orden de magnitud de los errores iniciales que se pueden encontrar en contadores nuevos.

TABLA 4.92 PATRÓN DE CONSUMO PARA CONTADORES DE 40MM

Q(rango)	Q(l/h)	Volumen (%)
0-100	0	1,00
100-150	100	0,89
150-350	150	5,01
350-750	350	8,60
750-1500	750	13,64
1500-3500	1500	28,07
3500-5000	3500	17,96
5000-7000	5000	3,06
7000-10000	7000	11,77
10000-15000	10000	10,00
15000-20000	15000	0,00
>20000	20000	0,00

Así, considerando el patrón de consumo anterior, se calcula el error medio ponderado de toda la muestra seleccionada, obteniendo un valor promedio del 0,42%.

De la Tabla 4.91 y realizando un análisis preliminar se observa el excelente comportamiento del modelo M5 y M9 prácticamente a todos los caudales, aunque el primero destaca a caudales bajos mientras que el segundo mantiene los errores más positivos a caudales medios y altos, lógico por las tecnologías de medición de ambos modelos. Acompañan a estos errores unas desviaciones bastante acotadas



especialmente para el modelo M5, lo que indica un gran control en el proceso de producción por parte del fabricante.

De los modelos de velocidad de chorro múltiple, M13 y M22, como era de esperar por su tecnología de medición, se observan peores errores que los modelos anteriores y a su vez presentan las mayores desviaciones asociadas a cada error, lo que una vez más demuestra la diferencia de calidad entre modelos en función de su tecnología de medición. Destacable resulta tanto la desviación asociada al EMP del modelo M22 así como su Error Cuadrático Medio, valores que confirman la fragilidad de este modelo frente al resto.

Si de la Tabla 4.91 se analizan los errores medios por modelos seleccionados, se obtiene la siguiente distribución:

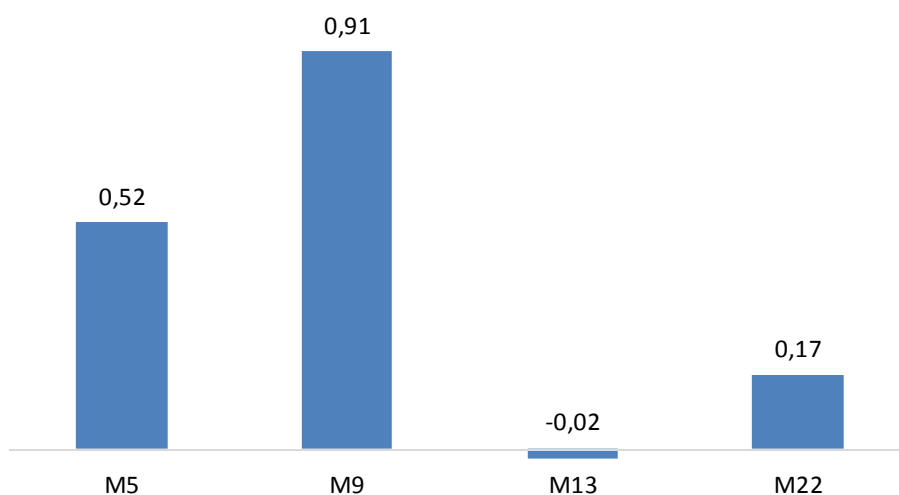


FIGURA 4.136 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 40MM

Las diferencias en los errores medios ponderados en función del modelo de contador son evidentes. Estos oscilan desde el caso más favorable con un error del 0,91% (M9) hasta el más desfavorable del -0,02% (M13), obteniendo una diferencia máxima en el registro del agua consumida de hasta un 0,93%, en función de la selección de un modelo u otro de contador.

Como ocurría en el caso de los contadores de calibres 25 y 30mm, que destaquen positivamente los modelos M5 y M9 resulta evidente de la combinación entre los resultados de los errores a los diferentes caudales ensayados con el patrón de consumo utilizado. Si se analizan los errores de cada uno de estos dos modelos a los

caudales que más peso tienen en el patrón utilizado (a partir de 750 l/h), se observa ambos presentan para estos caudales los errores más positivos de la muestra analizada, por lo que el resultado global será también muy positivo.

Otro de los análisis esenciales a realizar es la variabilidad del error para un mismo modelo de contador, que puede utilizarse como medida del control de producción del fabricante. Una gran variabilidad en la muestra indica que cada contador es fabricado de forma diferente respecto de los otros y, en general, puede considerarse como una señal de una pobre calidad de producción. Los modelos de contador con grandes variaciones en su error medio ponderado requieren controles de calidad más estrictos que aquellos cuya variabilidad es menor.

La Figura 4.137 muestra las variaciones en los errores medios de los modelos analizados. Puede observarse como el modelo volumétrico de pistón oscilante analizado (M5) posee en general menores variaciones, lo que evidencia que estos son fabricados con una mejor precisión y los materiales utilizados en su ensamblaje son normalmente de mejor calidad. Por el contrario, los contadores de velocidad chorro múltiple, muestran un comportamiento diferente con mayores variaciones en sus errores (M22), lo que demuestra que los controles de calidad para ellos no son tan estrictos.

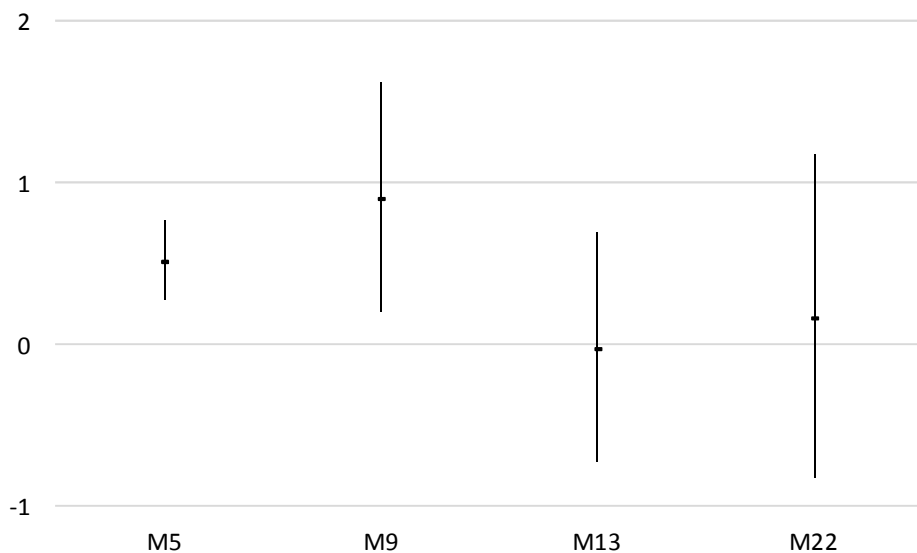


FIGURA 4.137 VARIABILIDAD DE LOS ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES DE 40MM

Este hecho se confirma con el análisis del Error Cuadrático Medio (ECM) que como se indicaba es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece

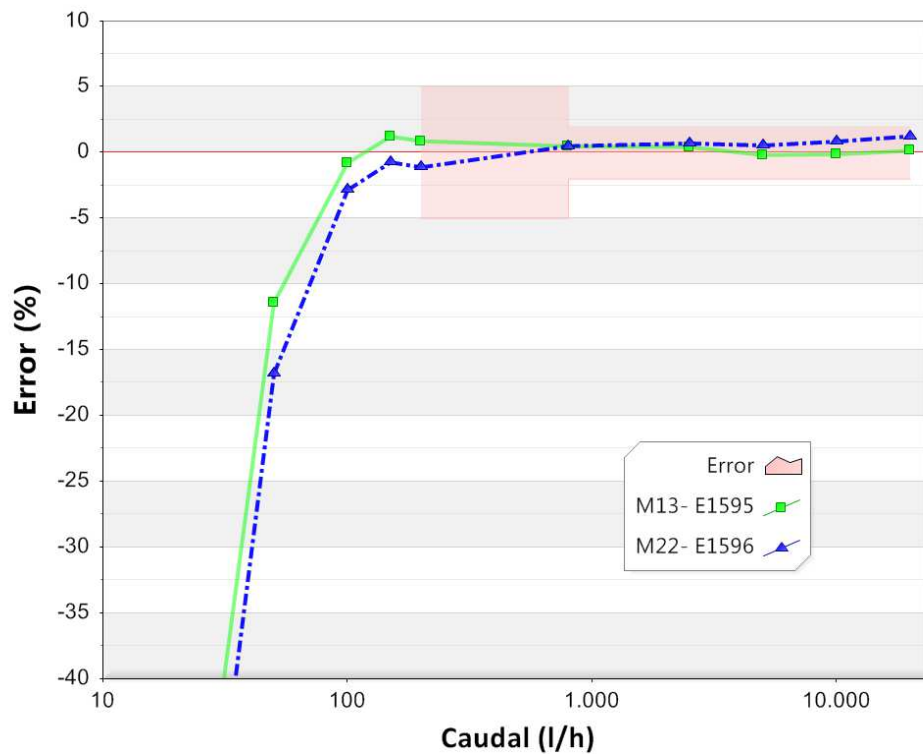
información sobre la fiabilidad del fabricante (Tabla 4.93). Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación. Como era de esperar, los contadores volumétricos presentan un ECM bastante más bajo que los contadores de velocidad chorro único. Los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos.

TABLA 4.93 ERROR CUADRÁTICO MEDIO POR MODELO Y TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (40MM)

Modelo	Muestra	Tecnología	ECM
<b>M5</b>	17	Volumétrico	0,06
<b>M9</b>	26	Chorro único	0,23
<b>M13</b>	30	Chorro múltiple	0,07
<b>M22</b>	80	Chorro múltiple	0,67

Destaca tanto el modelo M5 con un valor muy bajo lo que evidencia su gran calidad así como el modelo M13, aunque en este caso también hay que tener presente el tamaño de la muestra analizada.

Las curvas de error de los contadores ensayados se han agrupado por separado en función de la tecnología de medición y la clase metrológica. La Figura 4.138 muestra las curvas de error de los contadores de velocidad chorro múltiple clase B o  $R \leq 200$ . Como puede verse, se detectan variaciones en su comportamiento a caudales bajos entre los diferentes modelos. Por el contrario, en este calibre no existen los problemas por decaimiento del error para el modelo M22 a caudales altos, como si ocurría en calibres inferiores.

FIGURA 4.138 CURVAS DE ERROR MEDIAS DE CONTADORES CHORRO MÚLTIPLE CLASE B O  $R \leq 200$  40MM

Los errores de los contadores de velocidad chorro único clase C se muestran en la Figura 4.139 y corresponden exclusivamente al modelo M9. Las diferencias a caudales medios y altos entre contadores son pequeñas y principalmente dependen del ajuste de la curva de error realizada en fábrica y de las características constructivas específicas de los contadores.

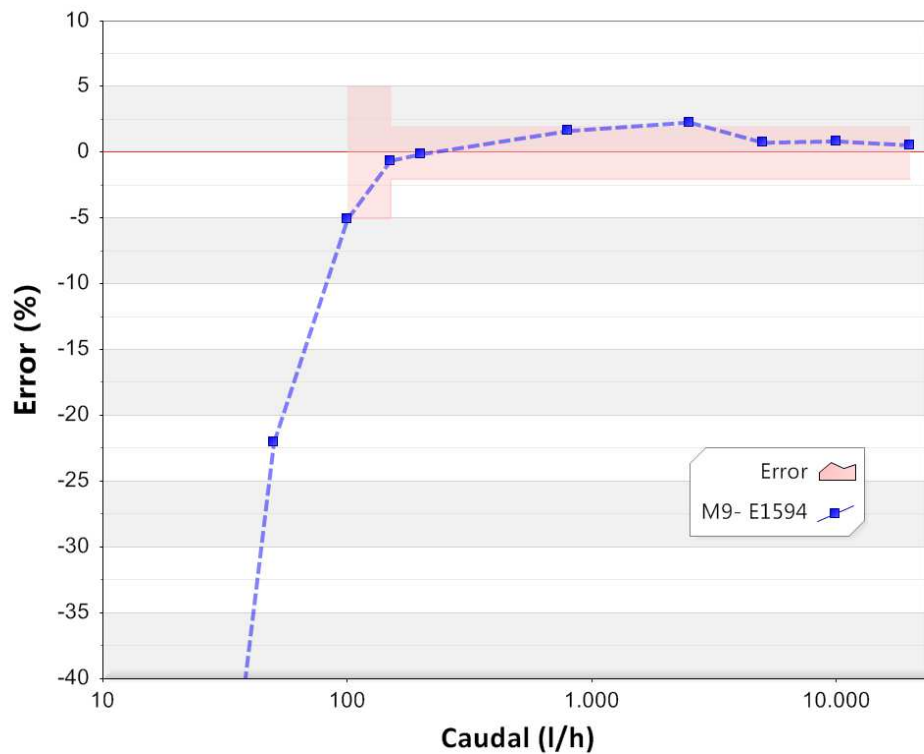


FIGURA 4.139 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES CHORRO ÚNICO CLASE C 40MM

La Figura 4.140 muestra la curva de error media para el modelo volumétrico ensayado mostrando un comportamiento bueno a caudales bajos y medios.

Como ya se ha visto en calibre inferiores, resulta evidente la diferencia entre las curvas correspondientes a contadores de velocidad y las correspondientes a contadores volumétricos de pistón rotativo. Mientras en los contadores de velocidad la curva presenta oscilaciones dentro del rango de medida, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 800 l/h.

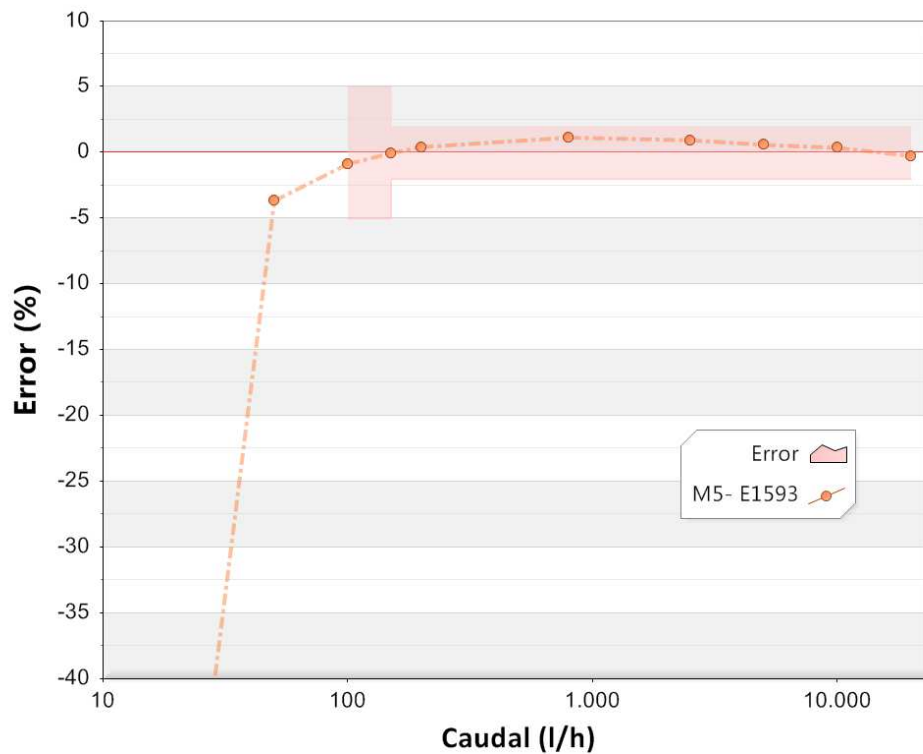


FIGURA 4.140 CURVA DE ERROR MEDIA DE CONTADORES VOLUMÉTRICOS 40MM

#### 4.2.7.1 Errores iniciales en contadores de 40mm. Modelo M5

El contador modelo M5 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 30 contadores, todos con una longitud de 300 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores negativos hasta prácticamente su caudal de transición para a partir de este tener valores positivos, lo que genera un error medio ponderado con un valor del 0,52%. Sus desviaciones son bajas propias de un contador volumétrico, teniendo la menor desviación asociada al EMP.

No se detectan ni unidades defectuosas ni no conformes lo que demuestra un proceso de producción controlado.

TABLA 4.94 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M5 (40MM)

		Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	EMP(%)	ECM
M5	MEDIA	18,00	-3,66	-0,85	-0,04	0,43	1,15	0,95	0,60	0,37	-0,26	0,52	0,06
	DESV EST.	0,00	0,92	0,46	0,51	0,26	0,15	0,31	0,33	0,41	0,52	0,25	

De las curvas de error se confirma la forma parabólica de estas lo que en este modelo conlleva errores negativos para caudales bajos y errores positivos para caudales medios y altos. Se observa en la Figura 4.141 b), como a caudal máximo el error vuelve a ser negativo presentando las variaciones más acusadas, circunstancia que también ocurre a caudales bajos.

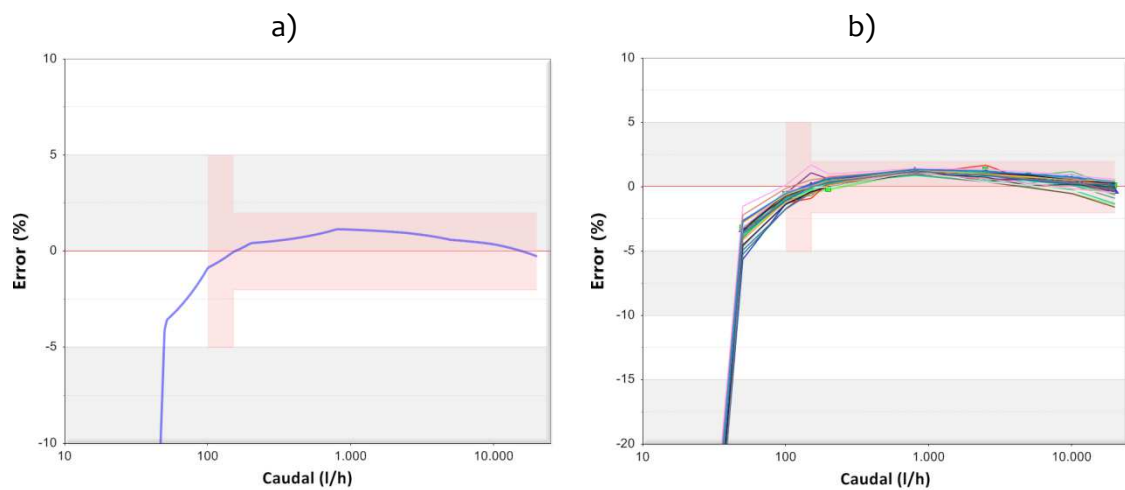


FIGURA 4.141 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M5 (40MM)

Aunque a primera vista de la evolución del Error Medio Ponderado (EMP) para el modelo M5 (Figura 4.142) se desprenda una ligera tendencia negativa, se aprecia cierta estabilidad ya que las diferencias medias entre modelos se encuentran en torno al 0,25%. Entre el valor máximo del EMP de 1,01% y el mínimo de -0,01% que pueden observarse en la gráfica, existe una diferencia absoluta del 1,02%. A pesar de ello, se evidencia estabilidad del modelo (ECM=0,06), lo que otorga una gran fiabilidad al fabricante y demuestra una gran calidad en su proceso de fabricación.

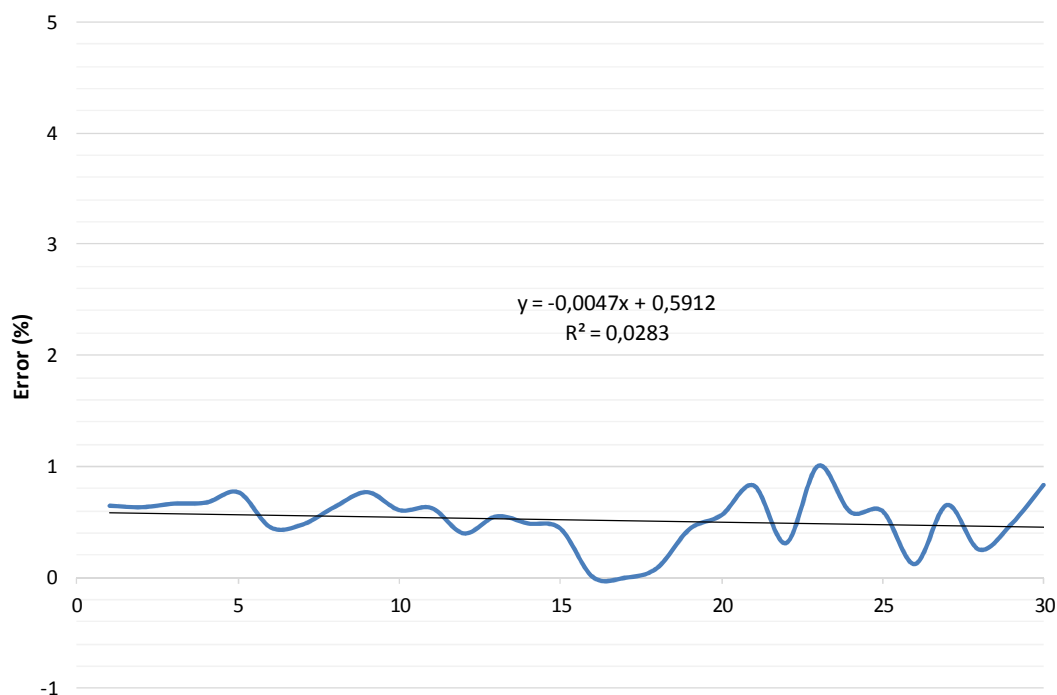


FIGURA 4.142 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M5 (40MM)

#### 4.2.7.2 Errores iniciales en contadores de 40mm. Modelo M9

El contador modelo M9 es un contador de velocidad de chorro único y clase metrológica C. Se han analizado un total de 21 contadores, todos con una longitud de 300 mm.

Del análisis de los resultados obtenidos se desprende que el modelo presenta errores típicos de un contador de velocidad chorro único, con valores negativos hasta el caudal de transición, pasando a positivos en caudales medios y altos. Posee los errores más positivos para los caudales de 800 y 2.500 l/h lo que junto a una desviación acusada provoca que muchas unidades salgan del rango establecido obteniendo valores superiores al 2%. Gracias a la presencia de errores positivos a caudales medios y altos, posee el error medio ponderado más alto de la muestra analizada obteniendo un valor del 0,91% aunque con una desviación del 0,71%.

Se detecta una unidad defectuosa ya que a caudal 50 l/h su error era del -100% cuando a este caudal el contador ya debería haber arrancado. Asimismo se detectan 11 unidades no conformes, prácticamente la totalidad a caudal mínimo obteniendo valores medios



del -7,07%. Asimismo existen unidades no conformes a caudal 2.500 l/h obteniendo un error medio del 4,52%.

TABLA 4.95 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M9 (40MM)

	Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	EMP(%)	ECM
M9	MEDIA	24,36	-22,06	-5,06	-0,62	-0,12	1,65	2,30	0,76	0,86	0,56	0,91
	DESV EST.	3,50	7,00	2,12	1,14	0,76	0,42	1,27	0,65	0,68	1,05	0,71

De la observación de las curvas de error de ambas variantes se confirma el comportamiento comentado. Se pueden identificar las unidades no conformes a caudales 100 l/h y a 2.500 l/h. Variaciones tan significativas en las curvas de error como puede identificarse en la del modelo M9, normalmente se deben a ajustes realizados en el propio contador.

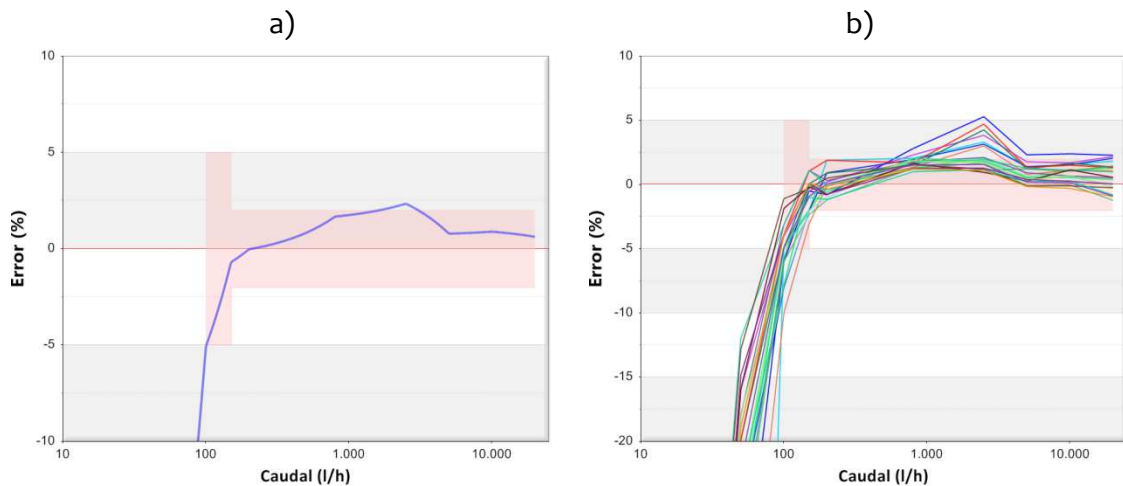


FIGURA 4.143 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M9 (40MM)

La evolución de los Errores Medios Ponderados muestra el decaimiento en el comportamiento del modelo unido a la gran variabilidad de los mismos. Con una variación máxima del EMP del 2,41% resulta evidente la necesidad de control a origen estricto.

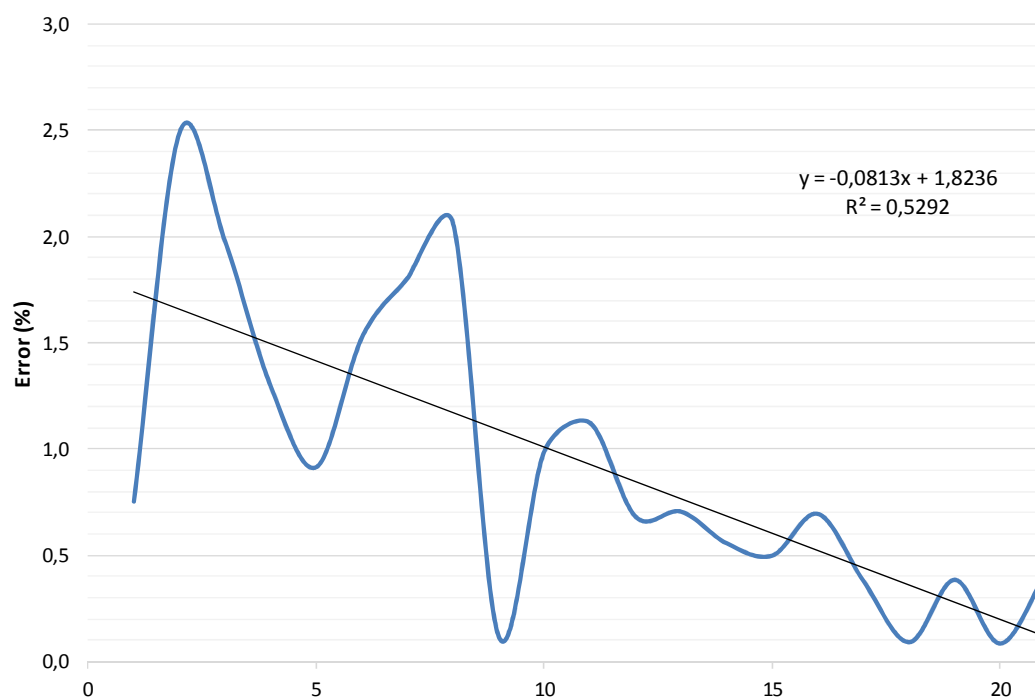


FIGURA 4.144 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M9 (40MM)

### 4.2.7.3 Errores iniciales en contadores de 40mm. Modelo M13

El contador modelo M13 es un contador de velocidad de chorro múltiple  $Q_3=16 \text{ m}^3/\text{h}$  y R200 por lo que sus caudales característicos son  $Q_1=80 \text{ l/h}$ ,  $Q_2=128 \text{ l/h}$  y  $Q_4=20.000 \text{ l/h}$ . Se han analizado un total de 4 contadores, todos con una longitud de 300 mm.

Al analizar los errores obtenidos para cada caudal ensayado, se observa que rápidamente este modelo alcanza valores de error positivos. Mantiene errores positivos hasta caudales altos donde se aproxima a valores neutros. No obtiene los valores positivos que mantenía su variante de 30mm por lo que en 40mm su Error Medio Ponderado es del -0,02%.

Se detectan dos unidades no conforme a caudales 150 l/h y 2.500 l/h con un valor medio del error del 2,78%.

TABLA 4.96 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M13 (40MM)

		Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	EMP(%)	ECM
M13	MEDIA	19,04	-11,40	-0,77	1,23	0,88	0,49	0,43	-0,18	-0,12	0,15	-0,02	0,07
	DESV EST.	1,90	3,81	1,75	1,11	0,31	0,18	1,35	0,81	0,39	0,31	0,71	

En las curvas de error puede observarse el comportamiento comentado, así como la unidad no conforme superando el margen del 2%.

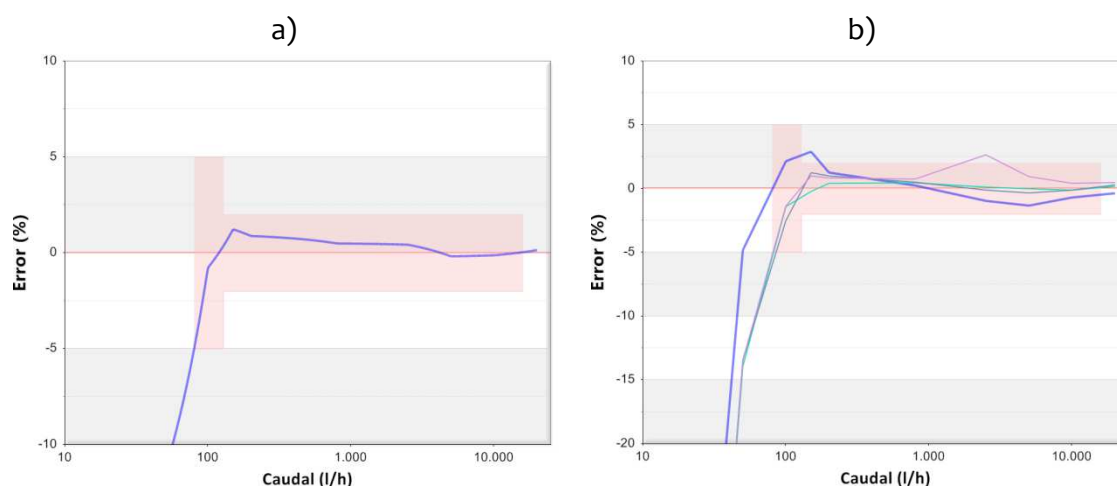


FIGURA 4.145 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M13 (40MM)

Aunque la muestra analizada es muy pequeña y por lo tanto no suficientemente representativa, se observan variaciones importantes que van desde el -0,69% al 0,99%, es decir un total de 1,68%. Con un ECM de 0,71 se requerirá un control del modelo para confirmar esta variabilidad.

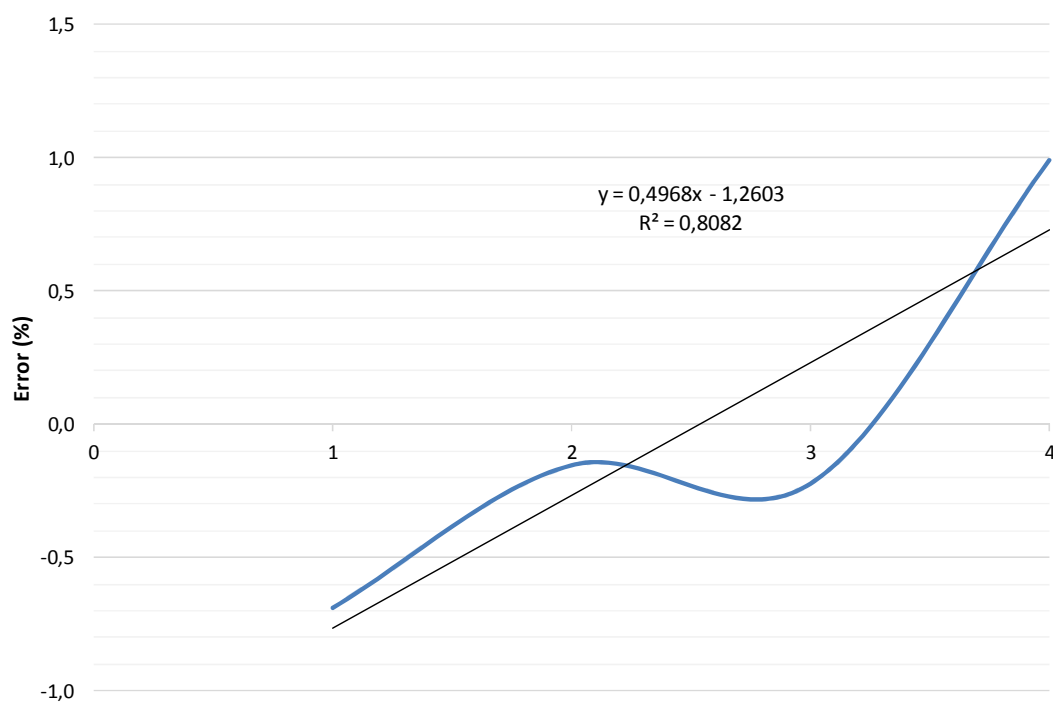


FIGURA 4.146 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M13 (40MM)

#### 4.2.7.4 Errores iniciales en contadores de 40mm. Modelo M22

El contador modelo M22 es un contador de velocidad de chorro múltiple y clase metrológica B. Se han analizado un total de 49 contadores, todos con una longitud de 300 mm.

Al analizar los errores obtenidos para cada caudal ensayado, se observa que los valores del modelo M22 destacan especialmente ya que parte de valores negativos a caudales bajos y va mejorando progresivamente estos hasta alcanzar valores positivos y elevados especialmente a caudal máximo. Por ello su error medio ponderado resulta positivo (0,17%) pero con la desviación asociada más elevada de la muestra (1,00%). Su error cuadrático medio también representa el valor más elevado del análisis.

No se detectan unidades defectuosas, hecho que destaca ya que este modelo siempre las ha presentado y en gran número en calibres 25 y 30mm (74,7% en calibre 25mm y 35% en calibre 30mm). Este hecho puede justificarse por diferentes motivos pero quizá por tratarse de contadores cuya producción no es tan masiva por lo que su control puede ser más estricto. Asimismo revela que para un mismo modelo de contador, la

variación de un calibre a otro puede significar comportamientos y calidades bien diferenciadas.

En lo que a unidades no conformes se refiere, se detectan un total de 17 mayormente a caudales altos presentando errores de media del 2,41%. Aunque para calibre 40mm el comportamiento del modelo mejora sustancialmente, aún se denota cierta fragilidad frente al resto.

TABLA 4.97 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL MODELO M22 (40MM)

		Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	EMP(%)	ECM
M22	MEDIA	21,74	-16,82	-2,84	-0,73	-1,11	0,50	0,71	0,55	0,85	1,25	0,17	0,67
	DESV EST.	3,43	6,86	2,20	2,47	1,44	0,96	0,95	1,44	1,34	1,53	1,00	

De la observación de las curvas de error del modelo, se confirma la dificultad que tiene el contador para alcanzar los valores positivos para caudales bajos, así como su gran variabilidad. Asimismo destaca la presencia de variaciones también a caudales altos, aunque más limitadas que para el calibre 30mm.

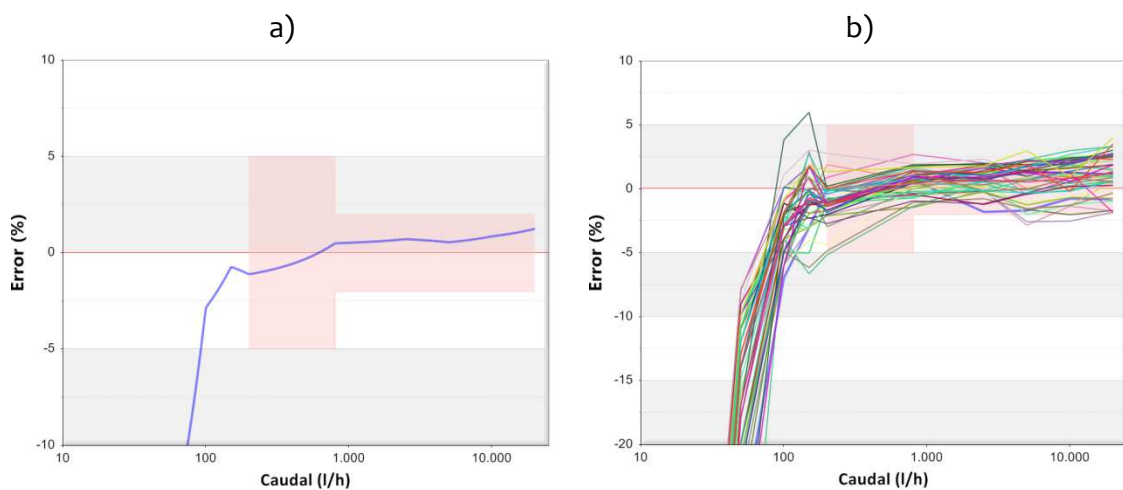


FIGURA 4.147 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M22 (40MM)

La evolución del EMP observada evidencia una buena estabilidad del modelo pero con presencia de variaciones importantes, lo que exigirá un control exhaustivo del mismo.

Las variaciones de los errores medios ponderados oscilan desde el caso más favorable con un error del 1,71% hasta el más desfavorable del -1,93% resultando una diferencia máxima del 3,64%, lo que confirma la mejora de la variante de 40mm frente a la de

30mm pero continuando con la necesidad de un estricto control de calidad a la recepción. Posiblemente uno de los factores que afecte a la evolución positiva de este modelo se deba al cambio realizado en el totalizador, que pasó de plástico a vidrio mineral con base de cobre.

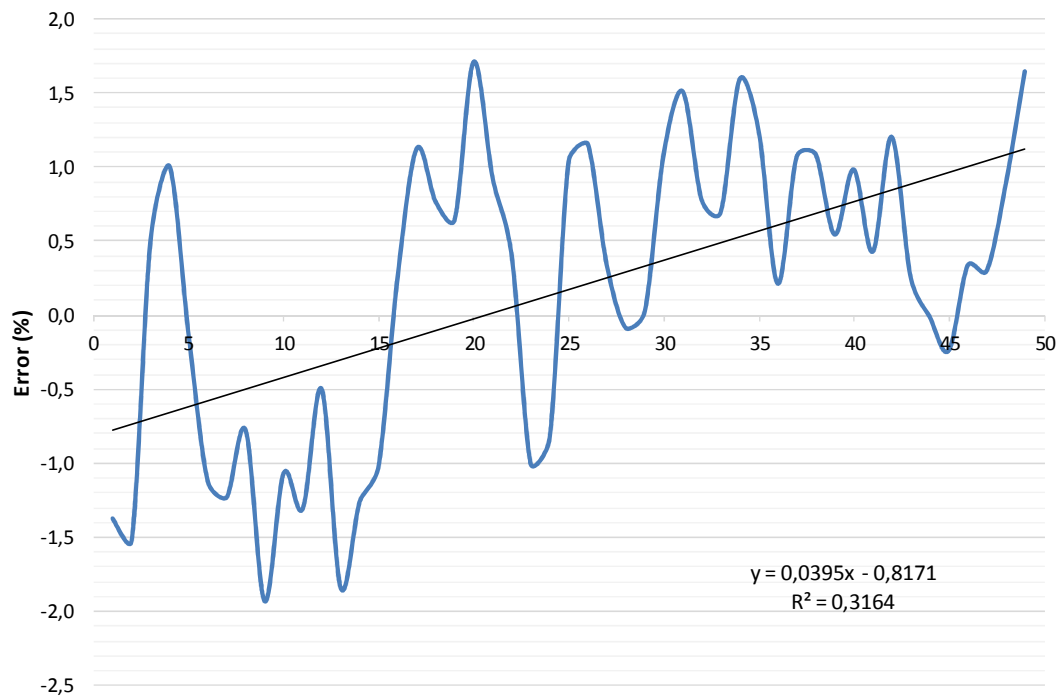


FIGURA 4.148 EVOLUCIÓN DEL EMP DEL MODELO M22 (40MM)

### **4.3 Análisis de las curvas de error en caudalímetros (grandes consumidores)**

En el apartado anterior se han analizado los errores iniciales en contadores de hasta 40mm de diámetro nominal, ya que el actual banco de ensayo de FACSA únicamente tiene esta capacidad. Esta limitación es hidráulica, física y de calibración. La limitación hidráulica viene dada por la capacidad actual de generar caudales, únicamente hasta 24.000 litros/hora, mientras que la física viene determinada por la incapacidad actual de poder instalar en la bancada de ensayo, algunos de los modelos existentes en diámetros nominales superiores a 40mm. Pero la limitación más crítica es la de calibración que viene determinada por la incapacidad de calibrar volúmenes de agua superiores a los característicos de contadores de diámetro nominal 40mm.

Como se comentaba en la introducción del presente capítulo, para conseguir un análisis más amplio de los errores iniciales en contadores, o al menos de sus curvas de error, resulta conveniente ampliar éste a contadores de diámetros nominales superiores. Aunque la gran mayoría de los contadores que constituyen el parque de cualquier abastecimiento están constituidos por calibres de hasta 40mm, existe un vacío en el conocimiento de contadores de diámetro nominal superior. A pesar de que su proporción en número pueda parecer insignificante, su importancia en agua registrada y/o facturada es considerable.

De esta forma, considerando que la limitación del actual banco de ensayo de contadores, delimita un conocimiento más amplio y determinante del parque de contadores actual a gestionar, el ensayo y análisis de contadores de diámetro nominal superior, aparte de la información intrínseca al propio resultado obtenido, servirá de indicador sobre la idoneidad de una posible ampliación del actual banco, incluso del estudio de la instalación de un nuevo banco de ensayo que permita abordar el análisis de contadores de gran calibre.

Así, se podría afrontar el estudio continuo de los usos del agua en sectores como el industrial, comercial y servicios, donde habitualmente se enmarcan los grandes consumidores de un abastecimiento, máxime teniendo en cuenta que estos, aunque pocos en número, representan un elevado porcentaje de la facturación, que frecuentemente supera el 30% y para los que, además, existe un elevado potencial de mejora respecto al aprovechamiento de los recursos.

Con todo, se ha tenido la posibilidad de realizar ensayos en el laboratorio que la Universidad del País Vasco (EHU) dispone en Bilbao. Este banco de ensayo tiene capacidad para calibres superiores, llegando hasta diámetros nominales de 250mm.

Se han ensayado un total de siete contadores distribuidos de la siguiente forma:

TABLA 4.98 CAUDALÍMETROS ENSAYADOS

Calibre (mm)	Tecnología medición	Unidades	Modelos
65	Woltmann	4	M2/M3/M4
80	Woltmann	1	M2
100	Ultrasonidos	1	M1
100	Woltmann	1	M2

Por motivos de confidencialidad y de la misma forma que se ha hecho en el apartado anterior, se van a identificar los modelos ensayados como M1, M2, M3 y M4, correspondientes a cuatro modelos comercializados actualmente de dos tecnologías de medición: Ultrasonidos (M1) y Woltmann (M2, M3 y M4).

Evidentemente con el tamaño de la muestra analizada difícilmente se podrán sacar conclusiones firmes del funcionamiento o comportamiento del modelo analizado. Pero del análisis se obtendrá orden de magnitud del error que presenta un caudalímetro nuevo y al igual que en calibres inferiores, se comprobará si los errores obtenidos son realmente propios de un instrumento de medida nuevo.

### 4.3.1 Análisis de las curvas de error en contadores de 65mm

De diámetro nominal 65mm se han ensayado tres modelos de contador correspondientes a una única tecnología de medición (M2, M3 y M4). Todos son caudalímetros tipo Woltmann y clase metrológica B por lo que tienen un caudal nominal de 25 m<sup>3</sup>/h. El resto de caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 0,75 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal de transición:  $Q_t = 5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$



Del modelo M2 se han ensayado dos unidades, a cada una de las cuales se les ha realizado dos ensayos a siete caudales diferentes cada uno. Los resultados que se muestran en la Tabla 4.99, corresponden a la media de los dos ensayos realizados.

TABLA 4.99 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (M<sup>3</sup>/H) DEL MODELO M2 (65MM)

	m <sup>3</sup> /h	0,75	3,15	5,5	15	30	40	50
M2(a)	MEDIA	-16,00	-15,42	-14,57	-14,18	-15,32	-15,73	-15,83
	DES. EST.	2,76	1,70	1,70	1,67	0,27	0,12	0,17
M2(b)	MEDIA	0,18	-1,65	-1,05	-1,24	-1,9	-1,32	-1,22
	DES. EST.	2,33	0,14	0,20	0,08	0,00	0,04	0,07

Resulta evidente que la unidad (a) presenta un comportamiento anómalo por lo que, aunque no se encuentran errores superiores al 50%, podría considerarse como defectuosa. De hecho, los resultados son prácticamente idénticos en cada uno de los ensayos realizados. La unidad (b) obtiene resultados coherentes con la tecnología de medición estudiada, ya que todos ellos se encuentran dentro de los rangos establecidos en la normativa. Asimismo y como es habitual, las desviaciones a caudales bajos son superiores a las obtenidas en caudales medios y altos, todas ellas en rangos aceptables. Pueden comprobarse los resultados representados en las curvas de error de ambas unidades.

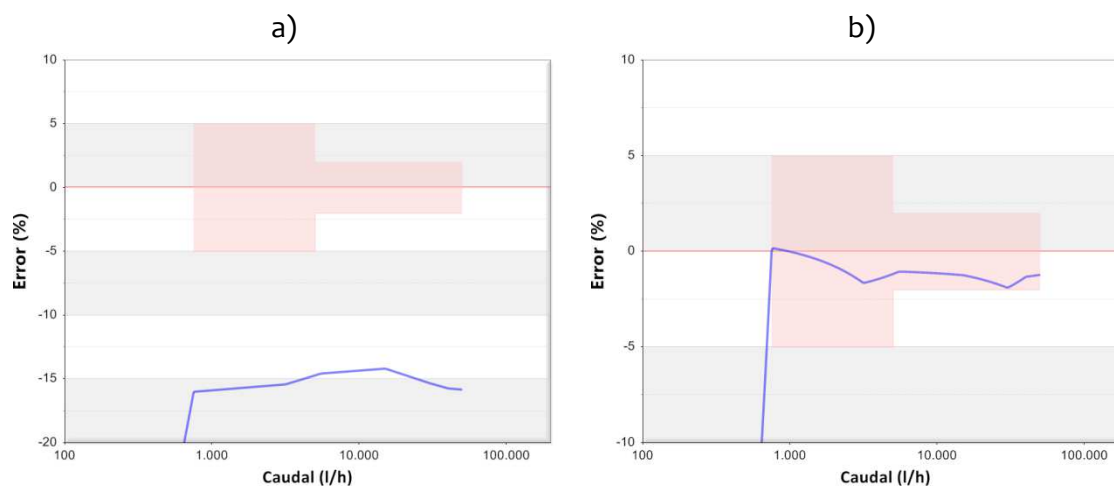


FIGURA 4.149 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M2 (65MM)

Destacable puede considerarse que uno de los primeros modelos ensayados de calibres superiores a 40mm ofrezca unos resultados tan preocupantes. Este contador,

evidentemente a estrenar, estaba en disposición de ser instalado en cualquier suministro que así lo precisara. No resulta difícil de intuir cuales hubieran sido los resultados en el registro.

Del modelo M3 se ha ensayado una unidad cuyos resultados se muestran a continuación:

TABLA 4.100 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (M<sup>3</sup>/H) DEL MODELO M3 (65MM)

	m <sup>3</sup> /h	0,75	3,15	5,5	15	30	40	50
M3	MEDIA	2,29	0,84	-0,66	-0,84	-1,14	-1,53	-1,95
	DESV EST.	2,88	0,03	0,08	0,11	-	0,13	0,09

Al igual que en el modelo M2, los resultados son la media de dos ensayos realizados sobre el mismo contador. Del análisis de los resultados del modelo M3 se puede comprobar cómo cumple normativa a cada uno de los caudales característicos, presentando error negativo para su caudal nominal. Comparado con el modelo M2, presenta valores más positivos hasta caudales superiores al nominal para tener una tendencia más negativa en caudales próximos al máximo. Sus desviaciones son reducidas y similares a las encontradas en el anterior modelo.

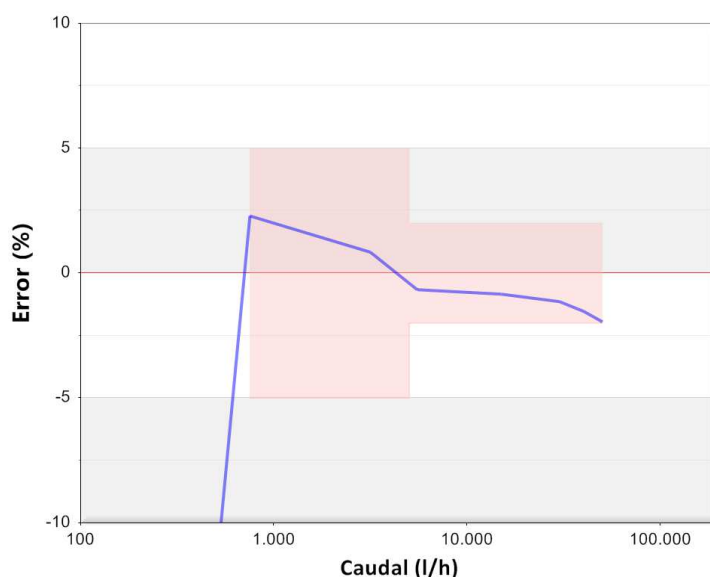


FIGURA 4.150 CURVA DE ERROR DEL MODELO M3 (65MM)

Del modelo M4 se ha ensayado una unidad a la que únicamente se le ha realizado un ensayo. Sus resultados se muestran a continuación.

TABLA 4.101 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (M<sup>3</sup>/H) DEL MODELO M4 (65MM)

	m <sup>3</sup> /h	0,75	3,15	5,5	15	30	40	50
M4	MEDIA	0,14	0,38	0,17	-0,58	-0,36	-0,26	-0,12
	DESV EST.	-	-	-	-	-	-	-

Del análisis de los resultados del modelo M4 se desprende que presenta un comportamiento muy neutro ya que desde el caudal mínimo ofrece valores muy cercanos al 0%, siendo inicialmente y hasta el caudal de transición positivos para a partir de este ofrecer valores negativos pero con variaciones mínimas respecto del 0%.

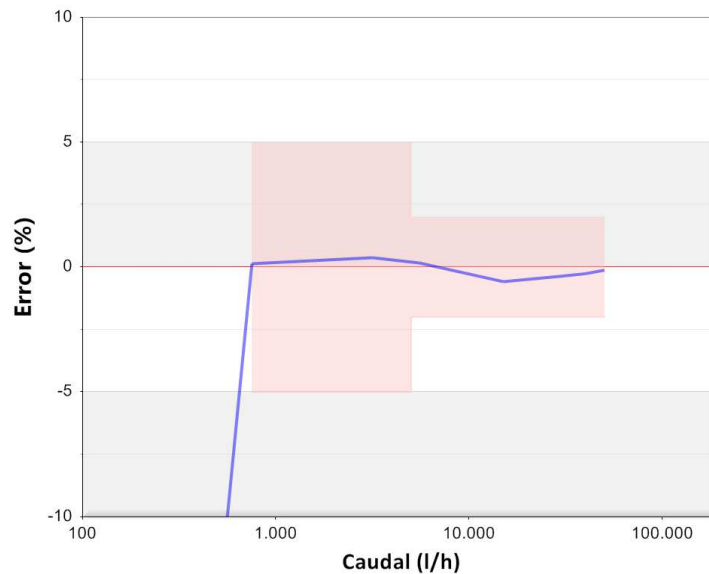


FIGURA 4.151 CURVA DE ERROR DEL MODELO M4 (65MM)

Por último y como resumen del análisis de los caudalímetros ensayados de 65mm, se muestran conjuntamente las curvas de error de todos ellos (Figura 4.152) donde se pueden apreciar claramente sus diferencias y lo que ello provocaría en el resultado del registro en función de la elección de un modelo u otro.

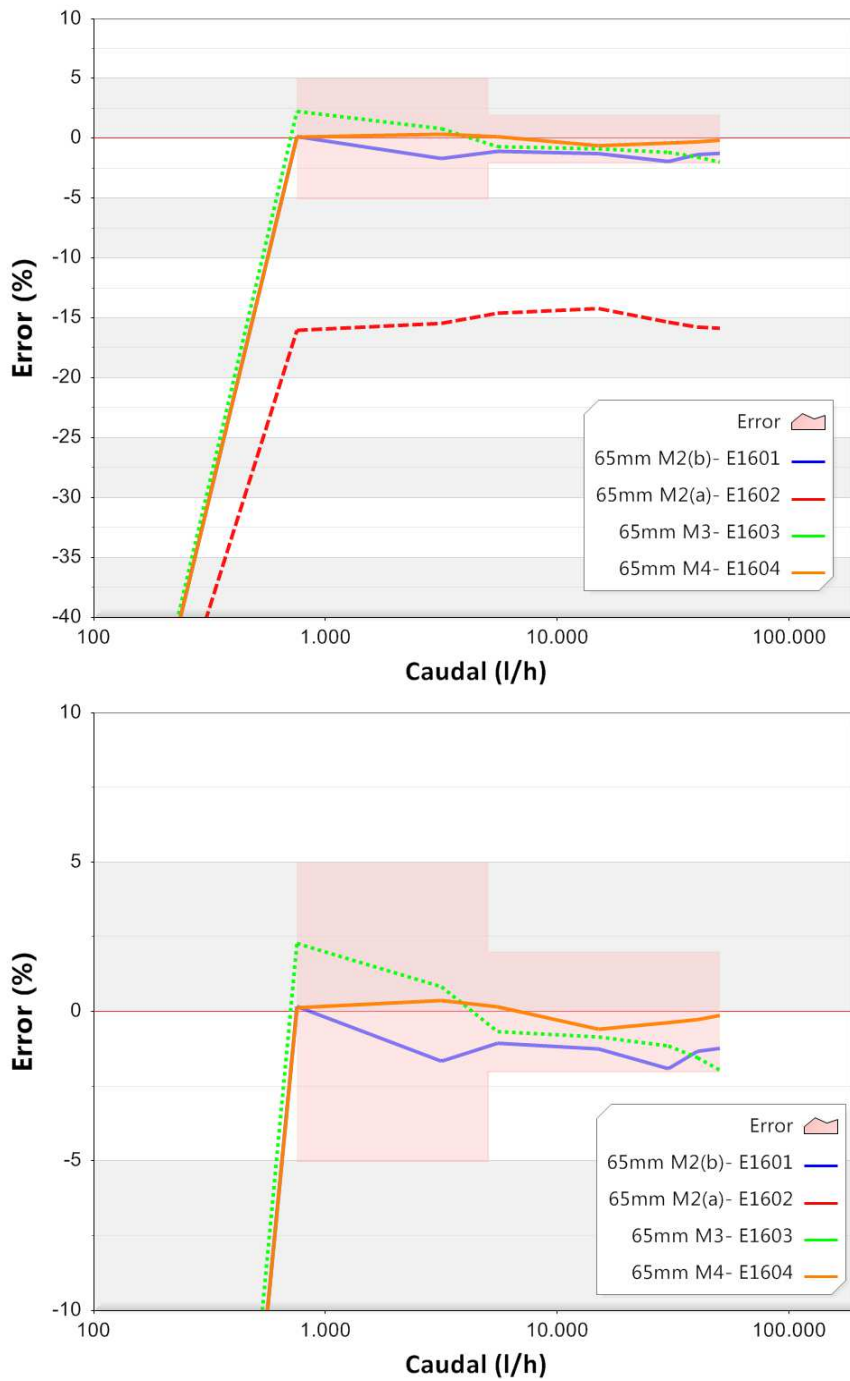


FIGURA 4.152 CURVAS DE ERROR DE CONTADORES DE 65MM

Claramente se observa como los modelos M2(b), M3 y M4, aún teniendo diferencias significativas especialmente a caudales bajos, mantienen todos una similitud encontrándose todos sus caudales dentro de los rangos establecidos en la normativa.

Sin embargo el modelo M2(a), muestra un comportamiento claramente anómalo por lo que debería de rechazarse y evitar su instalación en campo.

#### 4.3.2 Análisis de las curvas de error en contadores de 80mm

De diámetro nominal 80mm se ha ensayado un único modelo de contador, el modelo M2 cuya tecnología de medición es Woltmann. Se trata de un contador clase B y caudal nominal 40 m<sup>3</sup>/h. Sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal de transición:  $Q_t = 8 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 800 \text{ m}^3/\text{h}$

Se ha ensayado una unidad a la que únicamente se le ha realizado un ensayo. Los resultados para los siete caudales ensayados se muestran a continuación.

TABLA 4.102 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (M<sup>3</sup>/H) DEL MODELO M2 (80MM)

	m <sup>3</sup> /h	1,2	5	8	25	40	60	80
M2	MEDIA	-1,83	0,23	0,99	0,71	-0,32	-0,52	-0,29
	DESV EST.	-	-	-	-	-	-	-

Del análisis de los resultados del modelo M2 se puede comprobar cómo cumple normativa a cada uno de los caudales característicos, presentando error negativo para su caudal nominal (-0,32%)

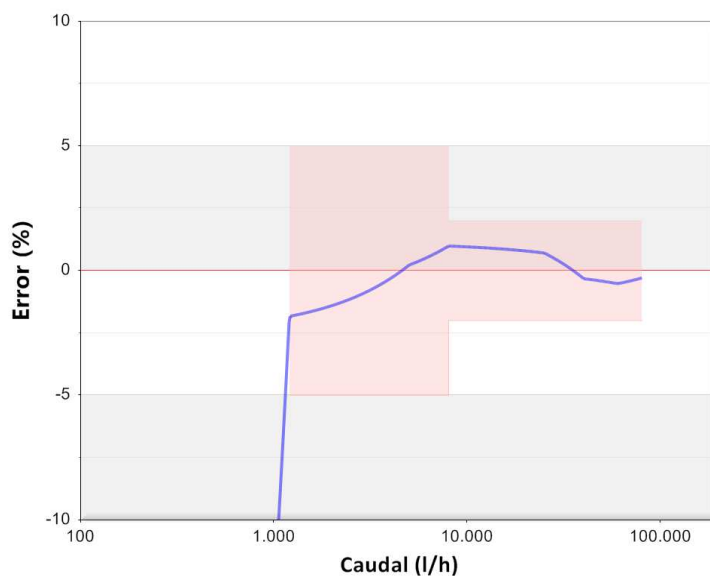


FIGURA 4.153 CURVA DE ERROR DEL MODELO M2 (80MM)

### 4.3.3 Análisis de las curvas de error en contadores de 100mm

De diámetro nominal 100mm se han ensayado dos modelos de contador correspondientes a dos tecnologías de medición diferentes.

El modelo M1 es un caudalímetro ultrasónico de caudal permanente  $Q_3=100 \text{ m}^3/\text{h}$  y R500. Sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_1 = 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal de transición:  $Q_2 = 0,32 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal de sobrecarga:  $Q_4 = 125 \text{ m}^3/\text{h}$

Se ha ensayado una unidad a la que se le han realizado tres ensayos analizando hasta un total de 13 caudales diferentes. Los resultados se muestran en la Tabla 4.103.

TABLA 4.103 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO ( $\text{M}^3/\text{H}$ ) DEL MODELO M1 (100MM)

	$\text{m}^3/\text{h}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1	5	33	50	67	100	120	150
M1	MEDIA	-12,56	-8,71	-5,90	-6,67	-3,64	-1,98	-0,56	-1,23	-1,24	-0,47	-1,07	-1,30	-1,09
	DESV EST.	-	-	-	0,85	0,58	1,82	-	0,07	-	0,06	0,12	0,37	-

Tanto del análisis de los resultados como de la curva de error obtenida, se desprende que el contador no cumple con las exigencias de los rangos de error permitidos para su clasificación metrológica en lo que a caudales bajos y medios se refiere. A caudal mínimo ( $Q_1$ ) su error debería de estar comprendido en el rango  $\pm 5\%$  y el resultado obtenido es de  $-8,71\%$ . Asimismo, para el caudal de transición ( $Q_2$ ) se obtiene un valor de  $-5,90\%$  cuando el rango establecido es del  $\pm 2\%$ . Únicamente a partir de su caudal permanente ( $Q_3$ ), es cuando entra en valores aceptados en normativa aunque estos son siempre negativos y en el caso de este caudal con una desviación del  $1,82\%$ .

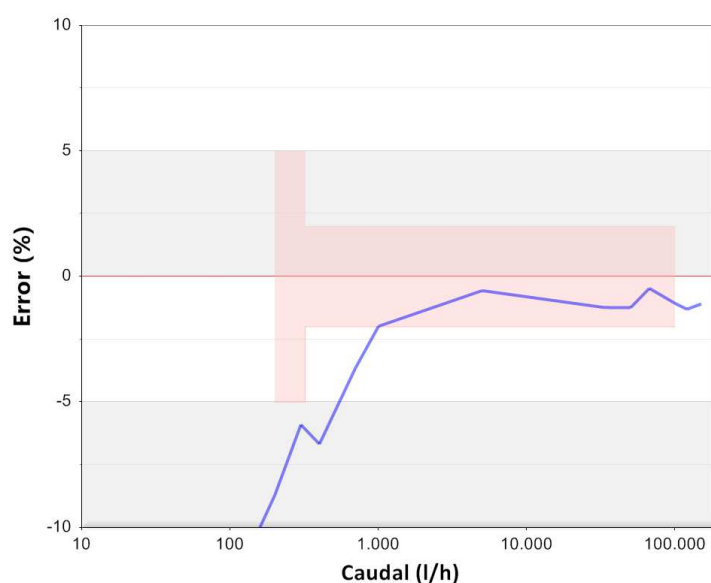


FIGURA 4.154 CURVA DE ERROR DEL MODELO M1 (100MM)

Curioso resulta el hecho de que el error a caudal  $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$  sea mayor que a caudal  $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$  lo que se visualiza claramente en la curva de error. Estos valores que en principio pueden considerarse ilógicos, deben comprobarse con repeticiones en los ensayos y demuestran que aún siguiendo una metodología rigurosa, los ensayos siempre están expuestos a diferentes incertidumbres que pueden desvirtuar los resultados. En este caso, el caudal fue ensayado en dos ocasiones dando valores de error de  $-6,07\%$  y de  $-7,27\%$ . Debería de realizarse más ensayos a este caudal para confirmar los resultados y su dispersión.

Evidentemente con el ensayo de una única unidad no se puede concluir un comportamiento generalizado para el modelo, pero sí que esta unidad presenta graves problemas de medición tratándose de una unidad nueva. Este hecho, tratándose de un contador cuyo destino probablemente sea un gran consumidor y con una tecnología

que en principio parece dar gran seguridad y fiabilidad en la medición, denota la gran importancia que presenta el conocimiento del comportamiento del contador a origen.

El modelo M2 es un caudalímetro Woltmann clase B y caudal nominal 60 m<sup>3</sup>/h. Sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal de transición:  $Q_t = 12 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$

Se han ensayado un total de siete caudales, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.104.

TABLA 4.104 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (M<sup>3</sup>/H) DEL MODELO M2 (100MM)

	m <sup>3</sup> /h	1,8	7,5	13,2	37	75	100	120
M2	MEDIA	1,38	-1,00	-1,90	-1,15	-0,79	-0,15	-0,16
	DESV EST.	0,85	0,04	0,07	0,50	0,07	0,01	-

A diferencia del modelo anterior, el modelo M2 cumple normativa a cada uno de los caudales característicos, aunque a caudal de transición presenta valores muy próximos a valor inferior del rango permitido (-2%).

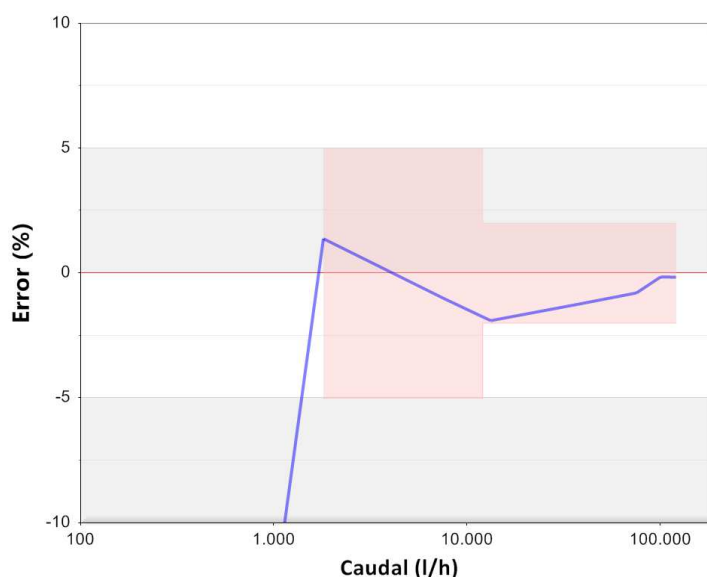


FIGURA 4.155 CURVA DE ERROR DEL MODELO M2 (100MM)



A pesar de este buen comportamiento normativo del modelo M2, puede comprobarse en la Figura 4.156 la comparativa entre ambos modelos donde pueden verse las diferentes características de comportamiento intrínsecas a la tecnología de medición de cada contador.

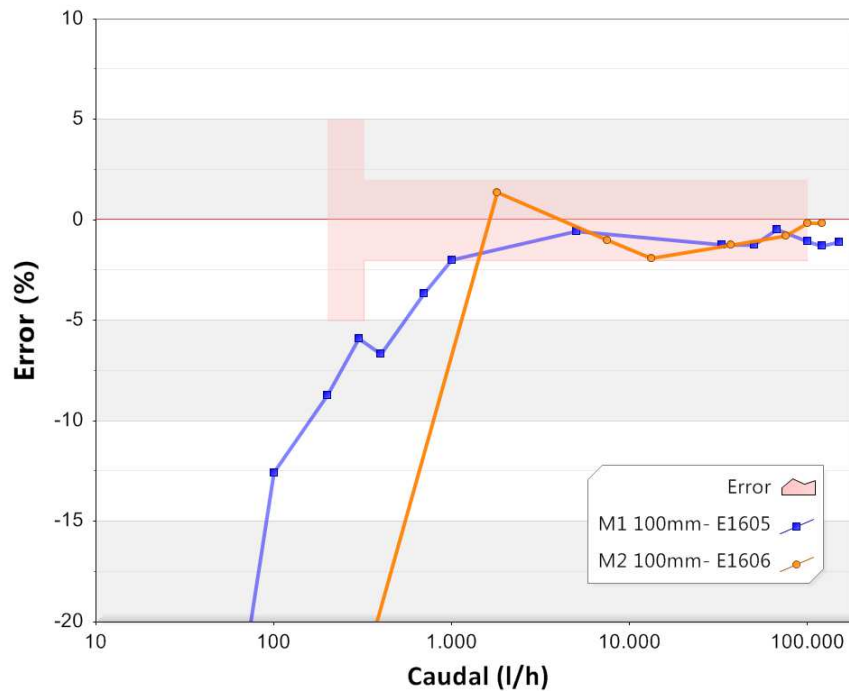


FIGURA 4.156 CURVAS DE ERROR DE LOS MODELOS M1 Y M2 (100MM)

## 4.4 Discusión de los resultados

### 4.4.1 Contadores de calibres 13mm a 40mm

Se han analizado un total de 5.897 contadores nuevos, distribuidos entre los calibres 13mm y 40mm, correspondientes a 48 modelos y a 5 tecnologías de medición diferentes. Previamente a la obtención y análisis de los errores globales iniciales, se han estudiado las curvas de error de cada uno de ellos, destacando los aspectos más relevantes por modelo y tecnología de medición. Se ha hecho especial énfasis en los caudales característicos de cada calibre y tecnología, especialmente en lo que a caudales bajos y altos se refiere, observando el comportamiento individual de cada uno de ellos para detectar posibles comportamientos anómalos o no conformes en base a la normativa vigente.

Junto al error medio ponderado (EMP) de cada modelo y a los errores para cada caudal ensayado, se ha obtenido y analizado la desviación estándar de cada uno de ellos, así como el error cuadrático medio (ECM), utilizado como indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado, ofreciendo información sobre la fiabilidad del fabricante y sobre la estabilidad en la calidad de su proceso de fabricación. De esta forma se han obtenido valores relativos comparables entre todos los modelos analizados.

Para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado un patrón (Tabla 4.12) que representa el consumo doméstico con suministro en directo (sin depósito de acumulación previo).

Como puede observarse en la Tabla 4.105, donde se muestran los valores promedio de los errores globales para contadores domésticos en función de su calibre y tecnología de medición, estos son siempre negativos, y oscilan desde el caso más favorable con un error del -1,05% hasta el más desfavorable del -4,69%. Clara está una de las primeras reflexiones. De la selección de un modelo u otro de contador, se podrá tener una diferencia en el registro del agua consumida de hasta un 3,64%. Y esto para contadores completamente nuevos.

Claramente los errores dependen del diámetro el contador, pero especialmente de su tecnología de medición. Resulta evidente el mejor comportamiento de los contadores volumétricos respecto de los contadores de velocidad, en lo que a error medio ponderado inicial se refiere, obteniendo valores cercanos al -1% en calibres 13 y 15mm, mientras que los contadores de velocidad siempre obtienen valores por debajo del -3%.

TABLA 4.105 ERROR MEDIO PONDERADO EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y DE LA TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (DN≤20MM)

	13mm	15mm	20mm
<b>Chorro único clase B o ≥ R40</b>	-3,44	-3,30	-4,69
<b>Chorro único clase C o ≥ R125</b>	-3,41	-3,36	-3,95
<b>Volumétrico</b>	-1,05	-1,08	-2,29

No hay que olvidar que el análisis realizado valora únicamente las condiciones iniciales del contador. Como se verá en el próximo capítulo, que un contador presente unas condiciones excelentes a origen, no asegura que este comportamiento lo mantenga constante a lo largo del tiempo que esté en uso. Puede darse la circunstancia que un contador excelente a origen pierda rápidamente sus características para presentar, en un período de tiempo relativamente corto, una degradación que comporte unas variaciones en los errores importantes. Y también puede ocurrir al contrario, es decir, que un contador con unas condiciones iniciales no destacables o incluso mediocres, tenga la capacidad de mantenerlas durante más tiempo, ofreciendo unos mejores resultados que aquél que destacaba inicialmente, convirtiéndose así en una mejor opción para las condiciones particulares del abastecimiento.

También se observa que a medida que aumenta el calibre del contador doméstico, aumentan igualmente los errores globales, aunque esta relación no se sigue estrictamente para los contadores de velocidad de calibres 13 y 15mm, donde los contadores de 13mm presentan errores ligeramente mayores. Puede observarse en la Figura 4.157 el mejor comportamiento de los contadores volumétricos (modelos M5 y M23) frente a los contadores de velocidad (resto de modelos).

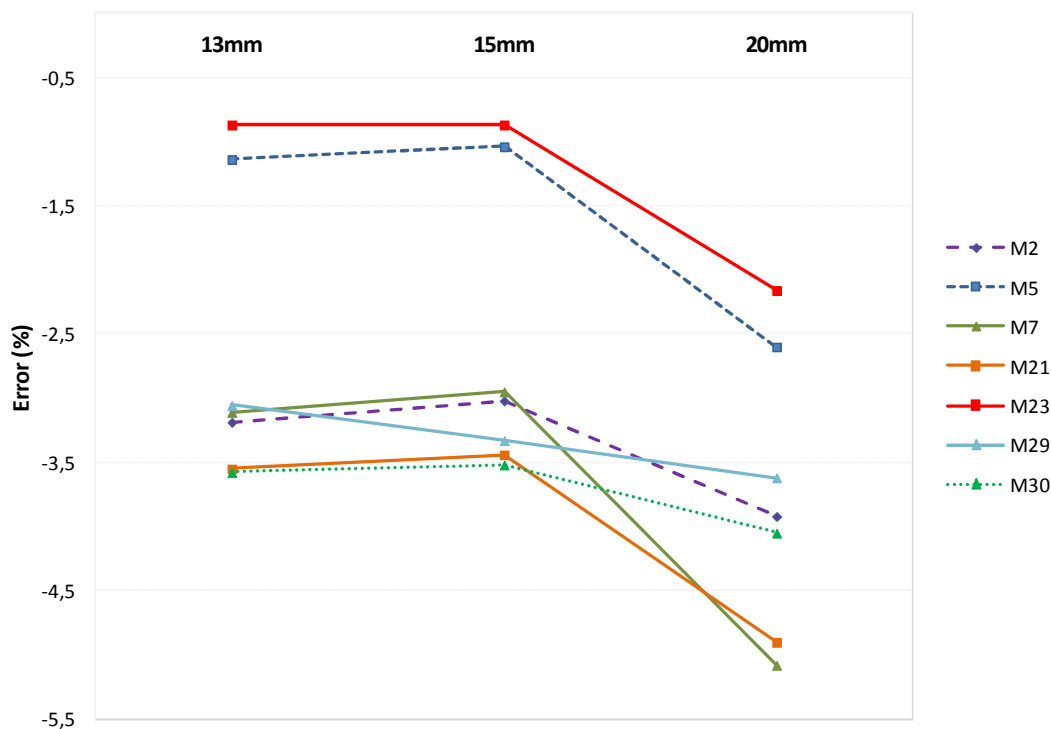


FIGURA 4.157 EVOLUCIÓN DEL EMP POR MODELO Y CALIBRE EN CONTADORES DOMÉSTICOS

Importante resulta la variabilidad entre los errores globales de los diferentes modelos de un mismo calibre. Así, en función del modelo de contador seleccionado para el calibre 13mm, se encuentran diferencias en el registro de hasta el 3,36%, para 15mm del 3,34% y para 20mm del 2,92%.

TABLA 4.106 ERROR MEDIO PONDERADO EN FUNCIÓN DEL MODELO Y DEL CALIBRE (DN≤20MM)

	13mm	15mm	20mm
M1	-4,23		
M2	-3,19	-3,02	-3,92
M5	-1,14	-1,04	-2,60
M7	-3,11	-2,95	-5,08
M8		-2,01	
M9			
M10			
M11		-1,84	
M13			
M16		-3,26	
M20	-1,52	-1,49	
M21	-3,55	-3,44	-4,90

	13mm	15mm	20mm
<b>M22</b>			
<b>M23</b>	-0,87	-0,87	-2,16
<b>M25</b>	-2,11	-3,31	
<b>M26</b>	-3,83	-4,01	
<b>M27</b>	-4,13	-4,21	
<b>M29</b>	-3,06	-3,33	-3,62
<b>M30</b>	-3,58	-3,52	-4,05

Pero es que esta variabilidad existe también para un mismo modelo de contador. Determinante puede resultar el hecho de que de un mismo modelo se puedan obtener inicialmente errores globales del orden del -1,5% y que estos puedan llegar en algún momento a valores próximos al -5%. Evidentemente estas diferencias no son admisibles ya que suponen variaciones en el registro de aproximadamente el 3,5%, lo que aparte de las pérdidas económicas que puedan llevar asociadas, puede a su vez llevar a la empresa gestora a tomar decisiones equivocadas en lo que a la gestión integral del abastecimiento se refiere. Solamente esta circunstancia ya justifica la implantación de un control de calidad a la recepción. No únicamente para determinar los valores en los errores que presenta un determinado modelo de contador, sino también para analizar la evolución de estos. Factores como la sensible modificación de alguno de los componentes del contador, cambios en los procesos de fabricación, lotes de un mismo contador provenientes de diferentes centros de producción o simplemente algún fallo de producción o ajuste en fábrica no detectado en los controles de calidad del fabricante, pueden modificar sustancialmente el comportamiento de un contador a otro de un mismo modelo.

Si a su vez se analiza la evolución de un mismo modelo en diferentes calibres, se denota que el cambio de calibre conlleva cambios importantes en el comportamiento del contador. Cambio evidente en sus dimensiones que conlleva moldes de fabricación diferentes, cámaras de medición de magnitudes diferentes, elementos como la turbina o los ejes de diferentes tamaños, etc., llevan a convertir un mismo modelo en función de su calibre, en contadores completamente diferentes. Por lo tanto no pueden relacionarse comportamientos de un calibre a otro para un mismo modelo.

Paralelamente a un mejor error medio ponderado de los contadores volumétricos, también destaca que estos poseen en general menores variaciones en sus errores (Tabla 4.107), lo que evidencia que estos son fabricados con una mejor precisión y los materiales utilizados en su ensamblaje son normalmente de mejor calidad. Por el contrario, los contadores de velocidad (chorro único) muestran un comportamiento diferente con grandes variaciones en sus errores, aproximadamente el doble que los

volumétricos, lo que demuestra que los controles de calidad para ellos no son tan estrictos.

TABLA 4.107 DESVIACIÓN ESTÁNDAR MEDIA EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y DE LA TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (DN≤20MM)

	13mm	15mm	20mm
<b>Chorro único clase B o R40</b>	0,61	0,56	0,78
<b>Chorro único clase C o R125</b>	0,67	0,62	0,45
<b>Volumétrico</b>	0,27	0,30	0,42

Este hecho se confirma con el análisis del Error Cuadrático Medio (ECM) que como se indicaba es un indicador de la variabilidad del Error Medio Ponderado (EMP) y ofrece información sobre la fiabilidad del fabricante. Cuanto menor sea el ECM mayor será la estabilidad en la calidad del proceso de fabricación. Como era de esperar, los contadores volumétricos presentan un ECM bastante más bajo que los contadores de velocidad chorro único. Los modelos de contador con valores elevados del ECM requerirán controles de calidad más estrictos.

TABLA 4.108 ERROR CUADRÁTICO MEDIO EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y DE LA TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (DN≤20MM)

	13mm	15mm	20mm
<b>Chorro único clase B o R40</b>	0,37	0,33	0,53
<b>Chorro único clase C o R125</b>	0,37	0,29	0,18
<b>Volumétrico</b>	0,07	0,07	0,16

En el análisis de contadores de diámetro nominal 13mm, en los que existen variantes de diferentes longitudes, se demuestra como en función de esta longitud, los errores varían sensiblemente, obteniendo un error medio que va desde un -3,00% para la variante de 115mm, hasta un error de -3,58% para la variante de longitud 100mm.

Asimismo de la pequeña muestra de contadores analizados correspondientes a los modelos M26 y M27 en calibres 13 y 15mm, contadores de velocidad de chorro único y clase metrológica B, cuya única diferencia es que el segundo es la versión en Composite del primero, se obtienen peores resultados del modelo en material Composite, aunque las diferencias en los errores globales no son superiores al 0,3%.

En lo que a contadores de calibres 25, 30/32 y 40mm se refiere, los resultados son los que se muestran a continuación. En la Tabla 4.109 se muestran los errores medios ponderados obtenidos por calibre y tecnología de medición.

Para el cálculo del error medio ponderado no se ha utilizado el mismo patrón de consumo que para los contadores de diámetros nominales anteriores. Contadores con un diámetro nominal superior a 20mm suelen instalarse en suministros distintos al doméstico por lo que debe de utilizarse un patrón de consumo diferente. Ahora bien, el hecho de utilizar un mismo patrón de consumo para todos los contadores analizados, únicamente tiene sentido si el objetivo es generar un parámetro comparable que pueda servir para detectar posibles variaciones en el comportamiento de los diferentes modelos. Como ha quedado claro en capítulos anteriores, para determinar el error medio ponderado de un consumidor no doméstico, resulta imprescindible la obtención individualizada y particular del patrón de consumo del suministro a analizar. Por lo tanto la utilización de un único patrón de consumo para la obtención de los errores medios ponderados para los contadores analizados de calibre superior a 20mm, únicamente responde a la necesidad de obtener valores comparables. Los resultados mostrados en este análisis no pueden tomarse como errores representativos ya que, como se ha recalcado, deberían de obtenerse con el patrón de consumo individual de cada consumidor.

TABLA 4.109 ERROR MEDIO PONDERADO EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y DE LA TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (DN≥25MM)

	25mm	30mm	40mm
<b>Chorro múltiple clase B o R200</b>	-0,33	-0,26	0,16
<b>Chorro único clase C o R125</b>	0,09		0,91
<b>Volumétrico</b>	0,38	0,68	0,52

Hecha esta importante observación, se observa como los contadores volumétricos vuelven a presentar unos resultados mejores a los contadores de velocidad. Pero si en los calibres inferiores hasta 20mm, la diferencia media en el error entre ambas tecnologías superaba el 2%, para calibres superiores esta diferencia no es tan acusada. En contadores de calibre 25mm, la diferencia ronda el 0,5%, mientras que en calibre 30mm llega prácticamente al 1%. Especial interés tiene el análisis de los contadores de 40mm, ya que se observa como el modelo de velocidad y chorro único obtiene un mejor resultado que el modelo volumétrico.

Que destaque positivamente el modelo de velocidad y chorro único frente al volumétrico resulta evidente de la combinación entre los resultados de los errores a los diferentes caudales ensayados con el patrón de consumo utilizado. Si se analizan los errores de cada uno de los dos modelos a los caudales que más peso tienen en el patrón utilizado, se observa que todos ellos presentan para estos caudales los errores más positivos de la muestra analizada, por lo que el resultado global será también muy positivo. Así, se evidencia una vez más la importancia que tiene, no solo el comportamiento del contador unilateralmente, sino la combinación del contador con el tipo de suministro en el que está instalado, pudiendo obtener para un mismo contador, resultados completamente diferentes. De hecho, teniendo el modelo volumétrico unas condiciones extraordinarias a caudales bajos, como el patrón utilizado no posee una proporción significativa a estos caudales, no obtiene mejores resultados que el modelo de velocidad con diferente comportamiento.

Igualmente importante resulta la variabilidad entre los errores globales de los diferentes modelos de un mismo calibre. Así, en función del modelo de contador seleccionado para el calibre 25mm, se encuentran diferencias en el registro de hasta el 1,28%, para 30mm del 1,47% y para 40mm del 0,93%. Como se puede comprobar, las diferencias entre modelos de calibres inferiores eran aproximadamente del 3% mientras que en calibres superiores están del orden del 1%.

TABLA 4.110 ERROR MEDIO PONDERADO EN FUNCIÓN DEL MODELO Y DEL CALIBRE (DN≥25MM)

	25mm	30mm	32mm
<b>M5</b>	0,87	0,92	0,52
<b>M9</b>			0,91
<b>M10</b>	0,09	0,13(*)	
<b>M13</b>	-0,15	0,52	-0,02
<b>M20</b>	-0,17		
<b>M22</b>	-0,41	-0,55	0,17
<b>M23</b>	-0,08	0,10	

Como en calibres inferiores, los contadores volumétricos también destacan por obtener menores variaciones en sus errores (Tabla 4.111) así como menores errores cuadráticos medios (Tabla 4.112), lo que evidencia su mayor calidad y fiabilidad del proceso productivo del fabricante.



TABLA 4.111 DESVIACIÓN ESTÁNDAR MEDIA EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y DE LA TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (DN≥25MM)

	25mm	30mm	40mm
<b>Chorro múltiple clase B o R200</b>	1,32	1,11	0,98
<b>Chorro único clase C o R125</b>	0,40		0,71
<b>Volumétrico</b>	0,37	0,35	0,25

TABLA 4.112 ERROR CUADRÁTICO MEDIO EN FUNCIÓN DEL CALIBRE Y DE LA TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN (DN≥25MM)

	25mm	30mm	40mm
<b>Chorro múltiple clase B o R200</b>	1,75		0,62
<b>Chorro único clase C o R125</b>	0,15	1,21	0,23
<b>Volumétrico</b>	0,14	0,11	0,06

#### 4.4.2 Contadores defectuosos y no conformes

De un total de 5.897 contadores nuevos analizados, distribuidos entre los calibres 13mm y 40mm, correspondientes a 48 modelos diferentes ensayados en el banco de FACSA, 404 unidades, es decir un 6,85%, han resultado defectuosos, considerados como tal, aquellos en los que al menos en un caudal de ensayo su error era superior a  $\pm 50\%$ .

Asimismo, del total de contadores analizados, 919 han resultado no conformes, lo que representa el 15,58% de la muestra.

TABLA 4.113 RESUMEN DE CONTADORES ANALIZADOS

Calibre	Modelos	Muestra	Defectuosos	No conformes
<b>13</b>	12	2975	161	375
<b>15</b>	14	2139	111	375
<b>20</b>	7	244	42	50
<b>25</b>	6	248	56	33
<b>30/32</b>	5	187	33	56
<b>40</b>	4	104	1	30
	<b>48</b>	<b>5897</b>	<b>404</b>	<b>919</b>

Si se analizan las unidades consideradas defectuosas en función del calibre y del rango de caudales a los que el contador presenta mayores irregularidades (Figura 4.158), se observa que los porcentajes aumentan considerablemente a partir del calibre 20mm. Si en los calibres de 13 y 15mm el porcentaje de contadores defectuosos está en torno al 5%, en calibres superiores este porcentaje ronda valores cercanos al 20%, a excepción del calibre 40mm, ya que únicamente se detecta el 1% de unidades defectuosas.

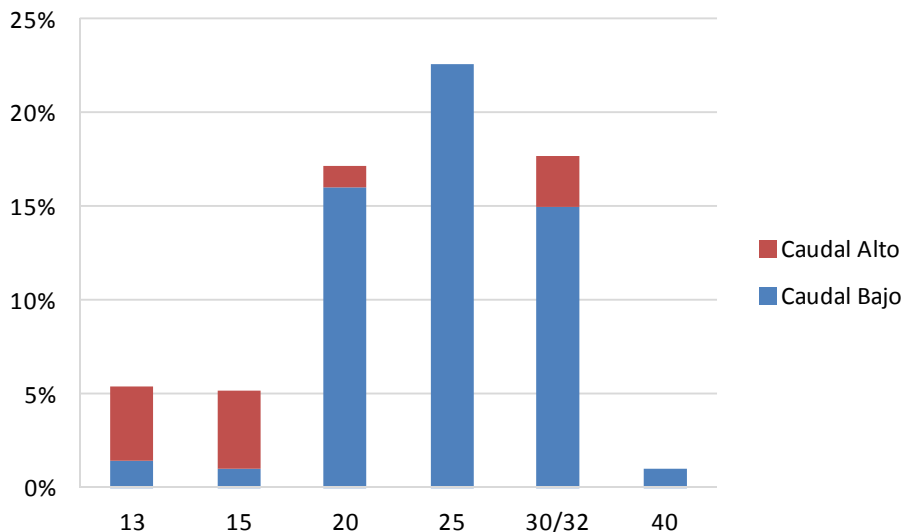


FIGURA 4.158 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEFECTUOSOS POR CALIBRE

Destacable resulta el hecho de que los porcentajes de contadores defectuosos, tanto para caudales bajos como para altos, se mantienen muy similares para los calibres de 13 y 15mm. Siempre existe más cantidad de contadores defectuosos a caudales altos. Esta tendencia se invierte para calibres superiores a 15mm, donde la mayor proporción de unidades defectuosas se encuentran en caudales bajos.

Por el contrario, en lo que a contadores no conformes se refiere (Figura 4.159), el comportamiento es opuesto, es decir, existen en general más contadores no conformes a caudales bajos.

Claramente este resultado indica la dificultad que tienen los contadores para mantener los errores a caudales bajos dentro de los márgenes establecidos, mientras que a caudales altos el desacoplamiento magnético entre turbina y totalizador, provoca que el error de medición se dispare a valores elevados incluso llegando a no registrar nada ( $\varepsilon=100\%$ ). Como en el análisis de las unidades defectuosas, destaca el calibre 40mm, donde se invierte este comportamiento, presentando más unidades no conformes a caudales altos.

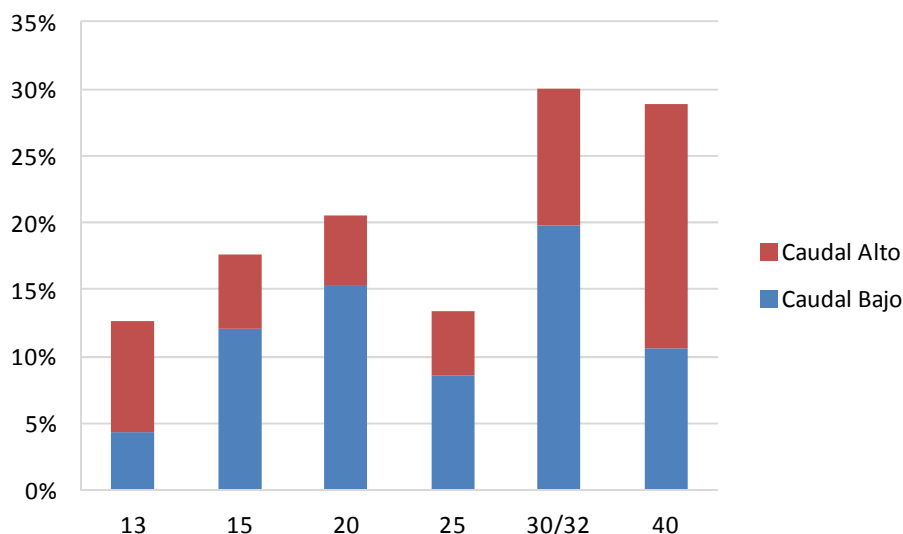


FIGURA 4.159 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES NO CONFORMES POR CALIBRE

Normalmente los desacoplamientos magnéticos se producen por un par magnético débil del contador. Muchos fabricantes deben recurrir a pares magnéticos reducidos para conseguir menor resistencia a caudales bajos y de este modo permitir que el contador entre dentro de los rangos establecidos en normativa. Evidentemente esto supone aceptar o asumir que a caudales altos cercanos al máximo, se corra el riesgo de que se produzca el desacoplamiento. Riesgo que es asumido por el fabricante por la baja probabilidad que existe de que un contador de estos calibres funcione de forma habitual a caudal máximo.

#### 4.4.3 Análisis del rendimiento del banco de ensayo

En lo que al banco de ensayo de contadores que FACSA gestiona se refiere, en el que se ensayan una media de 1.120 contadores al año, puede concluirse que está prácticamente en su totalidad utilizado para el control a origen de contadores domésticos de calibres 13 y 15mm (84%). En base a la tecnología de medición el 82% lo representan los contadores de velocidad de chorro único, seguidos por los volumétricos (12%), siendo el 6% restante repartido entre contadores de velocidad chorro múltiple, estáticos y woltmann.

Se realizan una media de 216 ensayos al año, que distribuidos entre semanas laborales suponen una media de 4,4 ensayos/semana.

Con los datos obtenidos y con el sencillo cálculo realizado se puede concluir que el banco, asumiendo que no se le asigna más personal y que no se destinan más horas a su funcionamiento, actualmente se está utilizando en un 29% de su capacidad.

Este bajo resultado puede explicarse debido a que el personal actualmente asignado al funcionamiento del banco de ensayo, no realiza exclusivamente tareas relacionadas con éste, por lo que no destina el 100% del tiempo disponible a la operación del banco.

Cabe mencionar que un mayor aprovechamiento del banco de ensayo no pasa exclusivamente por el aumento de la asignación de personal al mismo, sino que también podría aumentarse este con el automatizado de algunos de los procesos que actualmente se están realizando manualmente.

Debería plantearse la posibilidad de aumentar los ensayos de contadores para evaluar su degradación o envejecimiento. Si resulta imprescindible un control a origen para evaluar y controlar los contadores a instalar en campo, no menos lo es realizar un seguimiento de la evolución de estos errores en contadores en uso. No hay que olvidar que, como se ha visto en el presente capítulo, la variación de la magnitud de los errores a origen se encuentra en torno al 3%, mientras que esta variación en contadores en uso, como se verá en el próximo capítulo, es bastante más elevada, llegando a valores medios del 10%.

Asimismo, resultaría interesante sino imprescindible para conseguir un valor más realista de los errores de medición del parque de contadores, realizar ensayos que simulen la realidad de las instalaciones de estos. Así, ensayos en posiciones inclinadas de diferente graduación, ensayos simulando perturbaciones que los diferentes accesorios puedan producir al contador e incluso ensayos en sentido inverso, proporcionarían información valiosa para la correcta estimación de las pérdidas aparentes.

El porcentaje de ensayos de contadores motivados por reclamaciones de abonados no es relevante. Un total de 38 contadores ensayados en siete años (5,4 contadores/año) parece despreciable. Este indicador puede reflejar varias situaciones. Bien no existen demasiadas reclamaciones en lo que a problemas de medición se refiere, o de las que existen solamente algunas de ellas finalizan en un ensayo del contador en el banco. O bien, si existe una reclamación por una posible existencia de error de medición en un contador, el abonado o reclamante prefiere que el ensayo se realice en un laboratorio que no pertenezca a la propia empresa de servicios que gestiona el parque de contadores.

Con esta reflexión, cabe mencionar la falta de información clara al respecto que las diferentes administraciones públicas ofrecen al consumidor en este caso concreto, donde, dependiendo de una comunidad autónoma u otra, pueden cambiar por completo los trámites a realizar en el caso de que estos existan y estén contemplados.

#### **4.4.4 Contadores de calibres superiores a 40mm**

A diferencia de los calibres inferiores y por la problemática que los ensayos de calibres superiores conlleva, se han analizado un total de 7 contadores nuevos, distribuidos entre los calibres 65mm y 100mm, correspondientes a 4 modelos y a 2 tecnologías de medición diferentes. En este caso únicamente se han estudiado las curvas de error de cada uno de ellos, destacando los aspectos más relevantes por modelo y tecnología de medición.

Destacable puede considerarse que de los 7 contadores ensayados, tanto del análisis de los resultados como de las curvas de error obtenidas, se desprende que dos de ellos no cumplen con las exigencias de los rangos de error permitidos para su clasificación metrológica.

Estos contadores, evidentemente a estrenar, estaban en disposición de ser instalados en cualquier suministro que así lo precisara. No resulta difícil de intuir cuales hubieran sido los resultados en el registro. Realizando un sencillo cálculo para el contador modelo M2(a) analizado en el apartado 4.3.1, asumiendo que un gran consumidor puede demandar un volumen medio de 5.000 m<sup>3</sup>/trimestre y con un error medio obtenido en torno al -15%, resulta evidente que este contador dejaría de registrar 750 m<sup>3</sup> cada trimestre, o 3.000 m<sup>3</sup> al año. Con un precio medio de 0,5 €/m<sup>3</sup>, cada año se dejarían de facturar como mínimo 1.500 €, lo que justificada sobradamente la realización de ensayos a origen para detectar anomalías como la comentada.

Con el tamaño de la muestra analizada difícilmente se pueden sacar conclusiones firmes del funcionamiento o comportamiento de los modelos analizados. Pero si se ha evidenciado la gran importancia que presenta el conocimiento del comportamiento de cualquier contador a origen, especialmente de aquellos que van a ser utilizados para registrar el consumo de un gran consumidor.

## 4.5 Conclusiones

Una de las principales conclusiones que se obtienen del análisis de los errores iniciales en contadores de agua, es la contradicción que suponen muchos estudios técnicos e informes anteriores, asumiendo que el error inicial de un contador nuevo es próximo a cero. A la vista de los resultados expuestos en el capítulo, esta conclusión es muy cuestionable sobre todo considerando la gran dificultad que tienen los contadores, aún siendo nuevos, en la correcta medición de caudales bajos o muy bajos. Asumiendo que el error medio ponderado de un contador depende directa y fuertemente del patrón de consumo del abonado, los valores obtenidos en el presente estudio, muestran claramente que el orden de magnitud de estos errores para usuarios domésticos, está bastante lejos del utópico 0%, considerado en no pocas ocasiones para un contador nuevo.

De la obtención de los errores medios ponderados de cada contador, se evidencia una vez más la importancia que tiene, no solo el comportamiento del contador unilateralmente, sino la combinación del contador con el tipo de suministro en el que está instalado, pudiendo obtener para un mismo contador, resultados completamente diferentes. Asumiendo la influencia y el equilibrio que tienen la curva de error de un contador y el patrón de consumo utilizado, su análisis conjunto es crucial para la correcta selección del modelo de contador que debe realizar el gestor del abastecimiento.

Los contadores volumétricos presentan en general mejores resultados que los de velocidad. Con errores próximos al -1% y una variabilidad en sus resultados muy baja, demuestran su gran calidad tanto de componentes como de fabricación. Los contadores de velocidad presentan errores superiores al -3% y las desviaciones en sus resultados son aproximadamente el doble que en los volumétricos.

Si la magnitud de los errores iniciales es importante, no lo es menos la variabilidad que presentan estos en función del modelo, calibre y tecnología de medición. Y a su vez, la variabilidad que presentan los contadores de un mismo modelo. Se ha visto que estas variaciones en un mismo modelo o dentro de un mismo calibre, pueden llegar hasta el 3,5%. Para calibres superiores a 20mm estas variaciones no son tan acusadas.

Destacable resulta que se hayan detectado un 6,85% de contadores defectuosos y un 15,58% de contadores no conformes. Si en los calibres de 13 y 15mm el porcentaje de contadores defectuosos está en torno al 5%, en calibres superiores este porcentaje ronda valores cercanos al 20%. Los problemas principales que provocan estas

irregularidades se presentan tanto a caudales bajos por grandes inercias que imposibilitan al contador arrancar o mantener los errores dentro de los rangos establecidos, como a caudales altos donde el desacoplamiento magnético entre turbina y totalizador, provoca que el error de medición se dispare a valores elevados incluso llegando a no registrar nada ( $\varepsilon=100\%$ ).

Del pequeño análisis realizado a contadores de diámetro nominal superior a 40mm, se desprende la gran necesidad de control a origen de cualquier contador, y en especial de aquellos que van a instalarse en grandes consumidores. Queda suficientemente justificado que en aquellos suministros que se consideren grandes consumidores (industriales, comerciales, servicios,...), sus instalaciones deben de inspeccionarse previamente a la instalación del contador para dimensionar correctamente éste y al mismo tiempo determinar cuáles son los elementos y dimensiones necesarias para su correcta instalación. No cabe duda de que el contador debe de ser ensayado previamente a su instalación ya que ha quedado claramente demostrado que todos los contadores no aseguran una precisión adecuada.





## **CAPÍTULO 5**

# **ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN DEL ERROR GLOBAL EN CONTADORES DE AGUA**

---

## 5.1 Introducción

Como se ha venido comentando en capítulos anteriores, conocer, controlar y optimizar el nivel de las pérdidas de agua en general y de las pérdidas comerciales en particular, es una de las prioridades más importantes englobadas dentro de la gestión de cualquier abastecimiento de agua.

Se han visto en el Capítulo 2, las diferentes alternativas y metodologías que pueden constituir un plan estratégico para lograr la reducción de éstas. Asimismo, se han obtenido en el Capítulo 3, los patrones de consumo de diferentes tipologías de usuarios, ya que estos son cruciales para determinar, junto a la curva de error del contador, cuál es el error global de medición.

Posteriormente se han obtenido y analizado con detalle en el Capítulo 4, los errores iniciales que presentan los contadores de agua en sus estado inicial en función de su calibre y tecnología de medición. Allí se determinó cual es el punto de partida en el error de medición para una gran variedad de modelos de contador.

Llegado este punto resulta imprescindible estudiar cual es la degradación a la que se ven afectados los contadores cuando estos están instalados y están siendo usados en condiciones reales en un abastecimiento.

Resulta evidente que cualquier equipo de medida va a ver modificadas sus condiciones iniciales de funcionamiento con el paso del tiempo. Por lo tanto debe de conocerse cómo evoluciona la curva de error del contador y en definitiva su error global, para así determinar cuál es el estado del parque de contadores.

Se va a analizar este deterioro o envejecimiento del contador en función de dos factores. Tanto por la edad del instrumento, es decir por los años que ha estado instalado, como también por el volumen acumulado que ha registrado. En función de las características del abastecimiento pero sobre todo de la tipología del usuario, el contador puede encontrarse en diferentes escenarios. Recordando las diferentes tipologías de actividades enumeradas en la Tabla 3.17 del Capítulo 3, en función de ellas, incluso entre usuarios domésticos, se pueden encontrar contadores con mucha edad pero con muy poco registro, si el contador está instalado en usuarios cuya demanda no es estrictamente doméstica, como puedan ser algunas de las actividades del sector comercial o de servicios. Asimismo se pueden detectar contadores jóvenes pero con un volumen acumulado elevado, tanto en consumidores domésticos como industriales. Evidentemente resulta más probable que la relación entre la edad y el

volumen acumulado sea proporcional, especialmente en usuarios domésticos, pero como se ha comentado las situaciones pueden ser muy diversas. Incluso para una relación entre edad y volumen similar, la forma en la que se ha registrado el volumen acumulado, es decir, el patrón de consumo, puede ser muy diferente. Un claro ejemplo puede ser la estacionalidad en los consumos. Se pueden analizar contadores con unas características similares en base a su edad y volumen acumulado, pero el funcionamiento del contador ser completamente diferente si en uno de los casos el consumo se ha producido únicamente en un periodo del año o bien este registro ha sido constante y continuado a lo largo de él. En el primer caso el contador ha tenido períodos de no registro por lo que ha estado completamente parado durante largos períodos de tiempo, mientras que en el segundo caso, el contador ha ido alternando períodos de funcionamiento relativamente continuados.

Vista toda la problemática existente referente a la importancia de las pérdidas comerciales provocadas por errores de medición de un parque de contadores, las diferentes circunstancias y parámetros que puedan afectar a estos errores y a su vez la falta de una metodología universalmente aceptada para su cálculo, parece lógico abordar, una vez estudiados y analizados los errores iniciales que presentan los contadores de agua cuando son nuevos, cual es la evolución de estos en base a los factores comentados anteriormente.

Para ello se analizarán inicialmente, una serie de contadores domésticos en función de su tecnología de medición, de la edad o tiempo que están en funcionamiento y del volumen acumulado que han registrado. Asimismo se analizará la posible influencia que puedan tener estos tres factores en el error global obtenido. Con ello, aparte de obtener el error de medición y por lo tanto una estimación de la proporción que este tiene en el conjunto de pérdidas comerciales, se conocerá el comportamiento de los contadores en uso lo que permitirá a la compañía gestora tomar las decisiones adecuadas con el objetivo de optimizar la gestión del abastecimiento. Posteriormente se realizará un análisis de contadores instalados en suministros no domésticos o de grandes consumidores para tratar de alcanzar el mismo objetivo.

A modo de ejemplo puede observarse en la Figura 5.1 cuál es el efecto que la degradación puede ejercer sobre la curva de error de un contador con el paso del tiempo.

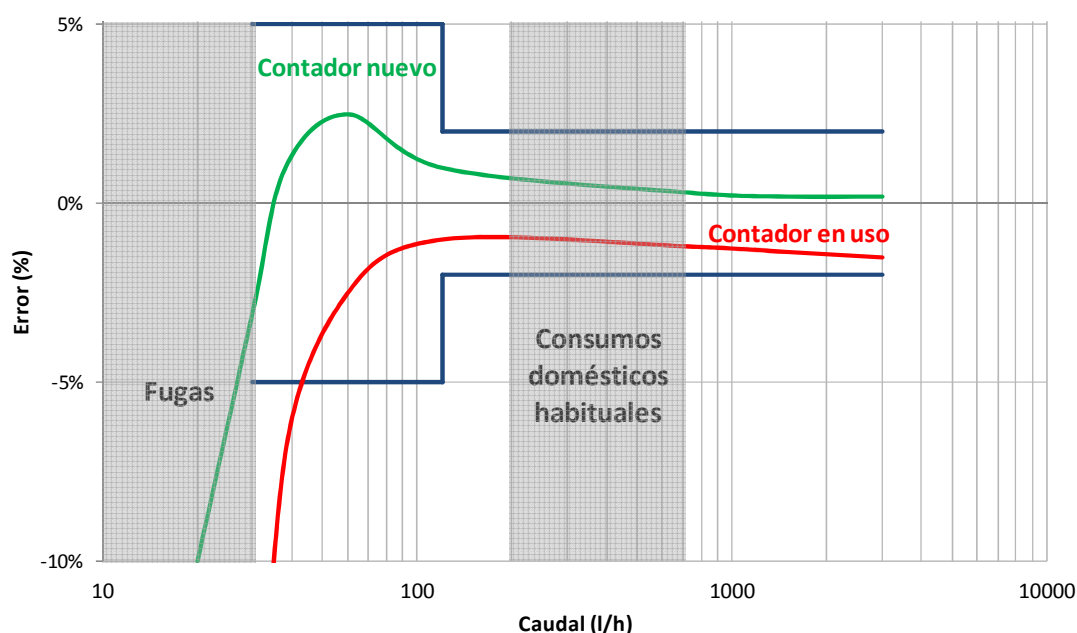


FIGURA 5.1 EVOLUCIÓN DE LA CURVA DE ERROR DE UN CONTADOR

## 5.2 Metodología

Para alcanzar este objetivo, en primer lugar se procederá al estudio de una serie de contadores domésticos, pertenecientes a varios abastecimientos gestionados por la empresa FACSA, con el fin de obtener las diferentes curvas de error de los mismos.

Como ya se ha comentado anteriormente y aunque a primera vista la ponderación de la información disponible sobre la curva de error de los contadores y el patrón de consumo de los usuarios pudiera parecer sencilla, en la práctica esta operación resulta complicada, y fácilmente se encuentran en la bibliografía simplificaciones que conducen a resultados que no se ajustan del todo a la realidad.

La problemática existente se centra especialmente en dos aspectos. Por un lado la consideración o no de los consumos por debajo del caudal de arranque de los contadores instalados en campo (Mukheibir et al., 2012) durante la fase de ponderación del error global. El término correspondiente al volumen no registrado por el instrumento aumenta con el deterioro del mismo, es decir, a medida que pasa el tiempo el caudal de arranque se hace mayor y con él el agua no controlada. Si este

parámetro no se considera, el ritmo de deterioro calculado será menor, falseando cualquier resultado.

Aparte, otro de los inconvenientes es la asignación de un error de un determinado caudal de ensayo a un intervalo de caudales del patrón de consumo excesivamente amplio donde los errores no se mantienen estables. De esta manera, la ponderación no se ajusta de forma correcta a la realidad, ya que el error en el rango de caudales inferior es muy variable para asignarle una sola precisión a todo el intervalo. Este último aspecto es crucial ya que siempre ha de tenerse en cuenta que a partir de los caudales seleccionados y de su error asociado, se reconstruirá la totalidad de la curva de error. Una selección poco apropiada de los caudales de ensayo, llevará a resultados incorrectos del error global (Arregui et al., 2009).

Para el cálculo del error medio ponderado se ha seguido la ponderación propuesta por (Arregui et al., 2006) basada en una linealización de la curva de error y un reparto uniforme del volumen consumido en cada rango de caudales. De esta forma para el cálculo del error global se realiza una interpolación lineal entre pares de puntos de ensayo obteniéndose rectas que reproducen de forma aproximada la curva de error.

Una vez conocida la curva de error característica de cada contador, obtenida del ensayo en el banco, y su patrón de consumo, resultado de la medición en campo, se obtiene el error medio ponderado.

El patrón de consumo utilizado para la obtención del error medio ponderado es el mismo que se utilizó en el Capítulo 4 en el análisis de los errores iniciales de contadores. Este patrón, cuya obtención se detalla en el epígrafe 3.2.4.2 representado en la Figura 3.6, corresponde a aquellos usuarios domésticos cuya alimentación se realiza en directo, es decir sin depósitos intermedios entre el contador y la demanda de la instalación. De esta forma se podrán intercomparar los resultados y se podrá obtener un orden de magnitud de la evolución de estos.

## **5.3 Selección de la muestra**

Para obtener el estado de un parque de contadores doméstico, debe de seleccionarse una muestra representativa de los diferentes modelos y tecnologías de medición que lo componen. Aún así, debe de tenerse siempre presente que los resultados obtenidos serán simples estimaciones que estarán sujetas a incertidumbres que dependerán tanto del tamaño de la muestra como de las características del parque. Hay que

destacar que una mayor homogeneidad del parque de contadores posibilitará seleccionar tamaños de muestra menores.

Por lo tanto, para que la muestra tenga un tamaño reducido y que a su vez ésta sea representativa, se deben crear grupos lo más homogéneos posibles. Para ello, los grupos sobre los que se realiza el muestreo, se crean clasificando los contadores por modelo, caudal nominal, tecnología de medición y antigüedad, bien medida en años desde su instalación o bien por el volumen registrado acumulado.

El estudio y análisis de la degradación del error global en contadores domésticos se va a realizar sobre dos tecnologías de medición: contadores de velocidad de chorro único y contadores volumétricos de pistón rotativo, ya que son los más representativos en un abastecimiento de agua potable.

De cada tipología de contador seleccionada, se van a estudiar dos modelos diferentes. Por razones de confidencialidad, se hará alusión a ellos como M1 y M2 para los contadores de chorro único, y como M3 y M4 para los contadores volumétricos.

Las muestras de contadores han sido facilitadas por la empresa gestora FACSA de entre algunos de los muchos abastecimientos que gestiona. La selección de las mismas se ha realizado siguiendo los condicionantes anteriormente mencionados, en cuanto a homogeneidad y tamaño se refiere.

En principio la clasificación por edad se ha realizado en grupos de un año de amplitud, mientras que para el volumen acumulado la amplitud de los rangos ha sido de 250 m<sup>3</sup>. El total de la muestra seleccionada supone un total de 1.413 contadores, distribuidos según se muestra en la Tabla 5.1.

TABLA 5.1 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS PARA EL ESTUDIO DE DEGRADACIÓN

Tecnología	Modelo	Contadores	Totales
Velocidad Chorro único	M1	817	1.223
	M2	406	
Volumétricos	M3	92	190
	M4	98	
			1.413

Para el análisis de la degradación de contadores no domésticos, instalados en grandes consumidores, se seguirá un procedimiento similar aunque por los motivos ya

expuestos en diversas ocasiones, no se abordará el análisis del error global ya que, como bien se sabe, este depende fuertemente del patrón de consumo individual del usuario. Por lo tanto se analizarán las curvas de error obtenidas de los ensayos realizados, lo que aportará información válida para determinar cuál es el deterioro o degradación que han sufrido.

## **5.4 Análisis de la degradación en contadores domésticos**

El ensayo de contadores es una de las actividades más importantes en la gestión del parque de contadores de un abastecimiento. Permite no sólo saber cuan bueno o malo es un contador antes de ser instalado en campo sino también estimar como se degradan sus condiciones metrológicas con el transcurso del tiempo y del volumen acumulado que ha contabilizado. Asimismo también puede ofrecernos información de cómo afectan las condiciones externas a su funcionamiento, como puedan ser el tipo de consumidor, la calidad del agua, la presión de suministro, etc.

Para que los resultados reflejen realmente cual ha sido la degradación del contador en uso, debe de tenerse especial precaución en el tratamiento que se le da al propio contador. No hay que olvidar que, para el análisis de los contadores, estos deben de ser desinstalados de su ubicación en campo, trasladarse a laboratorio y una vez ensayados, si el contador presenta un comportamiento que permita su reinstalación, volver a instalarse en su ubicación original. Si todo este proceso no se realiza con suma precaución, cualquier manipulación, golpe, o incluso la pérdida de humedad en la cámara de medición, puede llevar a resultados en el ensayo que desvirtúen el estado real del contador. Asimismo, es de especial interés, como se ha mencionado, reinstalar aquellos contadores que presenten un comportamiento aceptable para así, no perder la posibilidad de poder analizar estos mismos contadores cuando hayan alcanzado mayores valores tanto en edad como en volumen acumulado. Si no fuera así, se perdería una gran muestra representativa provocando largos períodos de tiempo de espera hasta conseguir obtener otra muestra con los condicionantes de edad y volumen acumulado deseados.

Por lo tanto, se aborda un análisis de cómo evoluciona el error ponderado de contadores domésticos a través del tiempo. Para ello inicialmente se estratificará cada muestra en función de la edad y del volumen acumulado. Se analizarán previamente los

resultados medios de toda la muestra para posteriormente realizar un análisis detallado de los errores obtenidos en función de la edad y del volumen acumulado. Se analizará la presencia de contadores defectuosos para eliminar estos del análisis general con el objetivo de no desvirtuar los resultados medios de la muestra. Así como en el análisis de los errores iniciales se consideraba defectuoso aquel contador que presentara un error mayor a  $\pm 50\%$  en cualquiera de los caudales ensayados, en el análisis de la degradación se considerará defectuoso únicamente aquel contador cuyo error medio ponderado sea mayor a  $\pm 50\%$ . Si no fuera así, y como se comprobará posteriormente, debido a la fragilidad e inestabilidad que a caudales bajos presentan los contadores, se encontraría una gran cantidad de ellos cuyos errores a caudales bajos superarían fácilmente este valor. Uno de los aspectos a analizar será la evolución de los errores a cada caudal para detectar cuáles son los caudales que sufren un mayor deterioro. Asimismo, del análisis de la evolución de los caudales de arranque de cada modelo, se podrán obtener conclusiones importantes para estimar de un modo más preciso al agua no registrada. Finalmente un análisis conjunto de la evolución de los errores globales en función tanto de la edad como del volumen acumulado, mostrará la incidencia e importancia de cada uno de ellos sobre cada modelo de contador analizado.

Debe mencionarse que una vez obtenido un orden de magnitud de la tasa de deterioro de un contador de agua doméstica, se podrá llevar a cabo un análisis económico adecuado para calcular la frecuencia óptima de reemplazo de los contadores (Arregui et al., 2006). Esta tasa de deterioro también se puede utilizar para calcular el nivel económico de las imprecisiones en la medición de agua domésticas, ya que son un componente crítico del nivel económico de las pérdidas comerciales.

## **5.4.1 Contadores de velocidad chorro único**

### **5.4.1.1 Análisis de la degradación del modelo M1**

El contador modelo M1 es un contador de velocidad de chorro único de diámetro nominal 15mm, con caudal permanente  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y R40. Se han analizado un total de 817 contadores, todos ellos de longitud 115 mm. Representa la muestra más amplia analizada ya que supone el 57,8% del total de contadores. La distribución de la muestra por edades es la mostrada en la Figura 5.2, donde quedan reflejados los contadores defectuosos detectados.



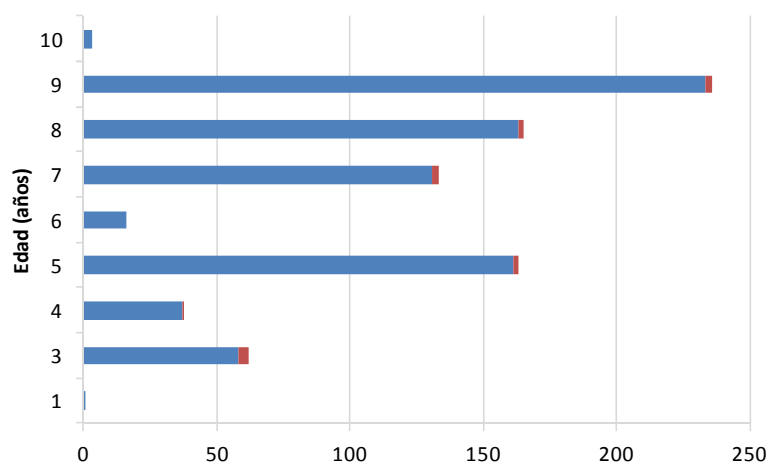


FIGURA 5.2 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M1 POR EDAD

Una vez ensayados los contadores, se obtienen los errores a cada caudal, su desviación estándar así como su error medio ponderado. Previamente a su análisis en detalle se detectan los contadores considerados defectuosos. Estos, agrupados por rangos de edad se muestran en la Tabla 5.2.

TABLA 5.2 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M1 POR EDAD

Edad (años)	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
1	1	0	0%
3	62	4	6%
4	38	1	3%
5	163	2	1%
6	16	0	0%
7	133	2	2%
8	165	2	1%
9	236	3	1%
10	3	0	0%
	<b>817</b>	<b>14</b>	<b>2%</b>

Puede observarse que el porcentaje total de contadores defectuosos se encuentra en torno al 2% y que se encuentran distribuidos entre los 3 y los 9 años de edad.

Eliminadas las 14 unidades defectuosas, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.3.

TABLA 5.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN PARA EL MODELO M1

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
M1	MEDIA	19,77	-58,30	-18,47	-6,31	-3,39	-1,19	-1,67	-3,87	-7,77
	DESV EST	73,08	37,27	30,79	16,80	8,54	3,33	9,06	18,06	4,64

Fácilmente puede observarse como los valores obtenidos nada tienen que ver con los propios de un contador en condiciones iniciales. Elevados son tanto los errores como sus desviaciones, lo que evidencia el deterioro que sufre el contador en uso. Si se recuerdan los valores promedios del error inicial que presentan contadores de esta tipología, estos estaban en torno al -3,5% aproximadamente, por lo que la degradación media de este modelo supera el 4%. Asimismo es evidente que los caudales que más se deterioran son los más bajos. Relevante resulta el hecho de que los errores obtenidos a cada caudal ensayado sean todos ellos negativos y a su vez, como puede observarse en la Figura 5.3, prácticamente la totalidad fuera del rango establecido para su tecnología en condiciones iniciales.

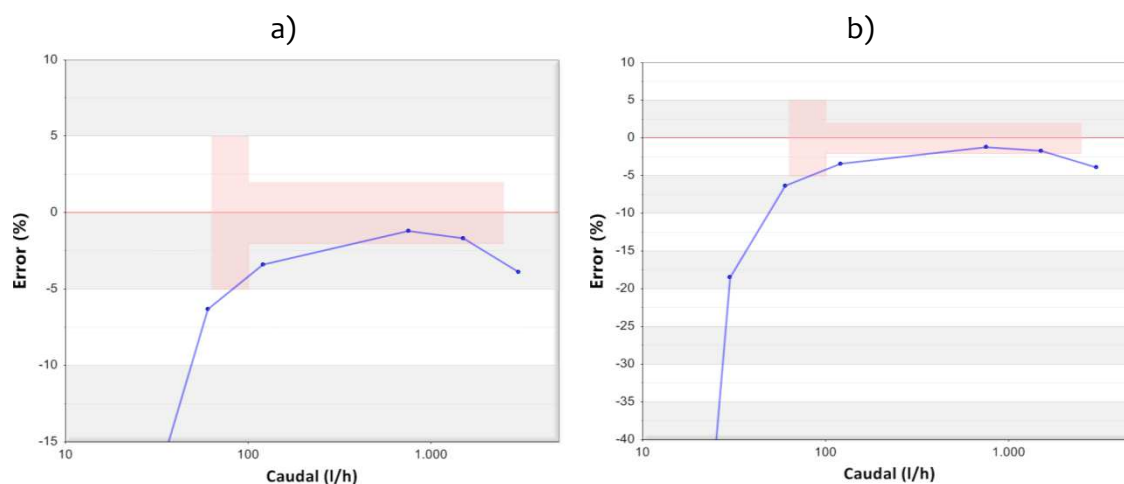


FIGURA 5.3 CURVA DE ERROR MEDIA DEL MODELO M1

Asimismo destaca el valor del caudal de arranque y a su vez su desviación, lo que muestra el gran deterioro que sufre este, teniendo presente que para esta tipología de contador los errores de arranque en condiciones iniciales está en torno a los 7 l/h.

Se han detectado un total de 84 contadores que presentaban sobrecontaje a caudal máximo (3.000 l/h) lo que supone un 10,3% de la muestra analizada. Se ha considerado sobrecontaje a aquel error superior al 2%, que representa el valor máximo admitido al caudal estudiado para contadores nuevos. El error medio de las 84 unidades a este caudal es de 4,1%, alcanzando un valor máximo del 16,7%.

En la Tabla 5.4 puede observarse cómo evoluciona el modelo con la edad. Todos los errores van degradándose progresivamente en su inicio. Pero esta degradación parece que se estabilice en torno a los 4 o 5 años. Claramente este hecho puede observarse en la evolución de los errores medios ponderados. Por lo tanto parece que el modelo se degrada sustancialmente en sus primeros años de vida para llegar a una estabilización donde mantiene su comportamiento sin depender de la edad.

TABLA 5.4 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR EDAD DEL MODELO M1

Edad (años)		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
1	MEDIA	6,36	-15,72	-2,99	-0,10	-1,48	-2,85	-2,29	-0,01	-2,76
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	MEDIA	18,99	-70,84	-21,63	-4,95	-2,67	-0,40	-0,33	-0,06	-6,84
	DESV EST	14,20	35,95	31,37	14,21	8,07	2,65	2,06	1,59	5,22
4	MEDIA	22,37	-80,75	-34,32	-9,32	-4,23	-1,70	-1,37	-1,12	-9,50
	DESV EST	12,23	28,94	37,41	12,62	6,70	2,71	2,45	2,23	3,22
5	MEDIA	26,12	-50,95	-20,93	-7,73	-3,64	-0,60	-0,33	-0,22	-7,35
	DESV EST	36,09	40,36	35,39	21,26	11,44	2,47	2,14	5,44	4,66
6	MEDIA	17,37	-66,67	-21,09	-4,90	-4,46	-1,99	-1,63	-1,12	-8,70
	DESV EST	10,93	39,57	32,01	4,61	2,18	1,92	2,02	1,52	2,71
7	MEDIA	17,71	-64,75	-22,66	-7,92	-4,24	-2,81	-2,05	-4,06	-9,21
	DESV EST	12,76	35,00	31,68	13,30	3,94	2,44	2,32	16,89	3,28
8	MEDIA	15,70	-54,73	-18,11	-7,61	-3,97	-2,27	-2,57	-6,75	-8,57
	DESV EST	13,35	35,80	32,78	18,24	7,76	4,31	8,49	21,96	5,28
9	MEDIA	15,49	-55,40	-11,48	-3,64	-2,39	-0,06	-2,18	-6,33	-6,69
	DESV EST	22,59	36,23	21,49	15,55	9,25	3,37	14,91	24,91	4,65

Representadas las curvas de error en función de la edad, puede observarse como, aun existiendo diferencias entre las diferentes edades, el deterioro más acusado se produce hasta los 4 años, para a partir de este momento mantener las condiciones de funcionamiento algo más estables.

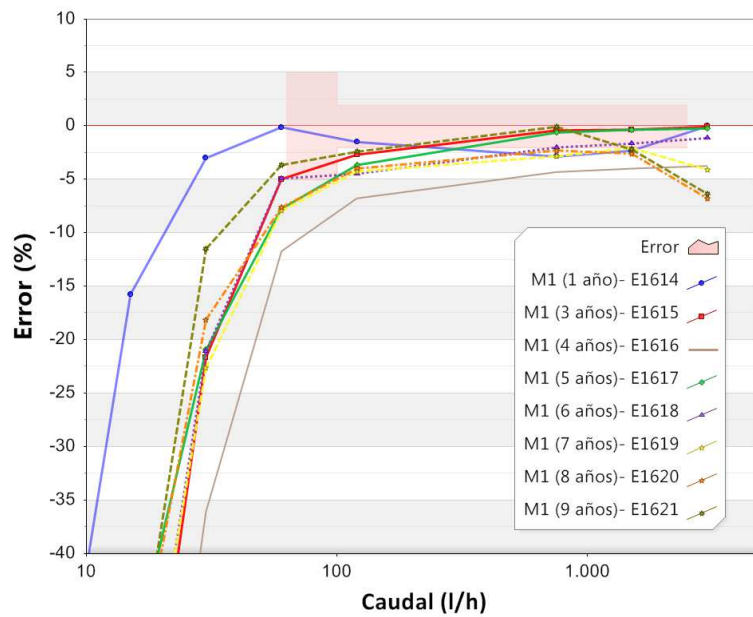


FIGURA 5.4 CURVAS DE ERROR EN DUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M1)

Visto que el deterioro es más acusado a caudales bajos, resulta interesante graficar la evolución del error a cada caudal para así disponer del orden de magnitud en su variación. Puede verse en la Figura 5.5 como los caudales medio-altos mantienen sus errores más acotados a lo largo del tiempo, mientras que los errores a caudales bajos aumentan considerablemente con el paso de los años. Tanto para el caudal de 30 l/h como especialmente para el de 15 l/h, puede comprobarse como su deterioro es muy acusado, llegando a valores incluso del -80%, durante los 4 primeros años.

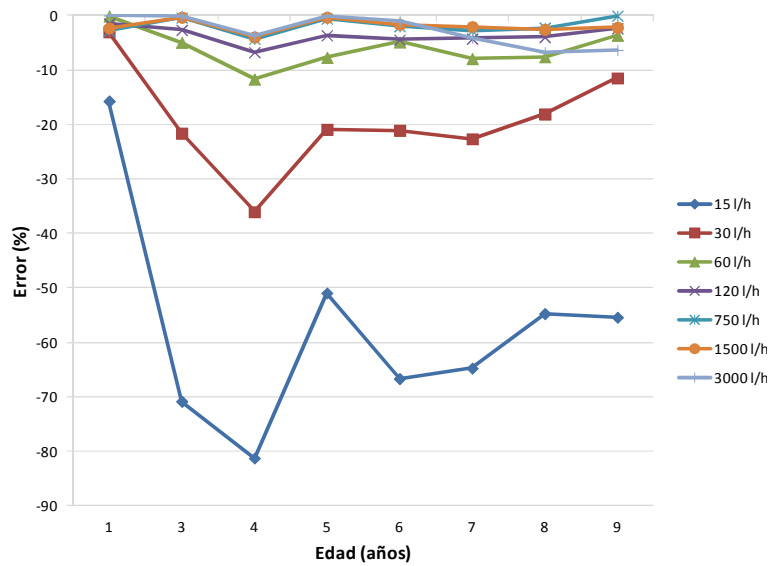


FIGURA 5.5 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M1)

Una vez analizados los diferentes errores a cada caudal, resta por estudiar la evolución del error medio ponderado. Puede observarse como su evolución en función de la edad no sigue una tendencia lineal.

Típicamente, la mayoría de los estudios consideran que el error ponderado de contadores domésticos degrada linealmente desde un valor inicial (Allender, 1996; Yee, 1999; Hill & Davis, 2005; Arregui et al., 2006; Mukheibir et al., 2012). Sin embargo, a partir de los resultados presentados en la Figura 5.6, no es evidente que una tendencia lineal represente adecuadamente la forma en que el error del modelo M1 evoluciona con el tiempo. Parece que hay una tasa de degradación inicial rápida y después el error tiende a evolucionar a un ritmo mucho más lento.

Además, al analizar los datos presentados, hay que señalar que a pesar de que todos los contadores pertenecen al mismo modelo de contador, se han producido cambios en la fabricación significativas en el tiempo que pueden haber causado en su comportamiento importantes variaciones.

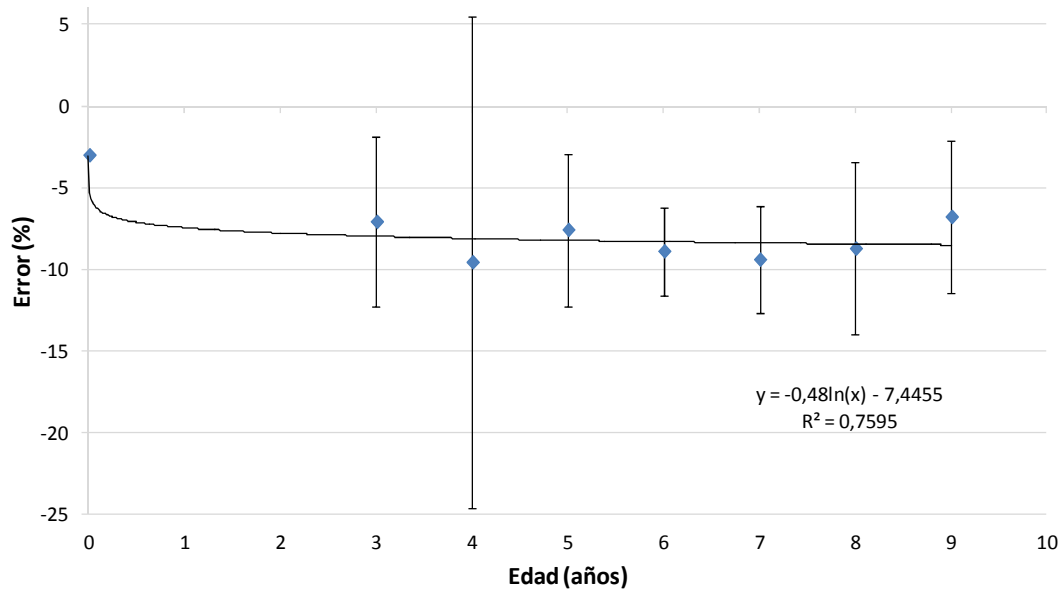


FIGURA 5.6 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M1 EN FUNCIÓN DE LA EDAD

TABLA 5.5 ERROR MEDIO PONDERADO POR EDAD DEL MODELO M1

Edad (años)	EMP	Desviación
1	-2,76	-
3	-6,84	5,22
4	-9,50	3,22
5	-7,35	4,66
6	-8,70	2,71
7	-9,21	3,28
8	-8,57	5,28
9	-6,69	4,65

Una vez realizado el análisis de la degradación del modelo en función de la edad, se analizará ésta en función del volumen acumulado. La distribución de los contadores en función de su volumen acumulado es la mostrada en la Figura 5.7.

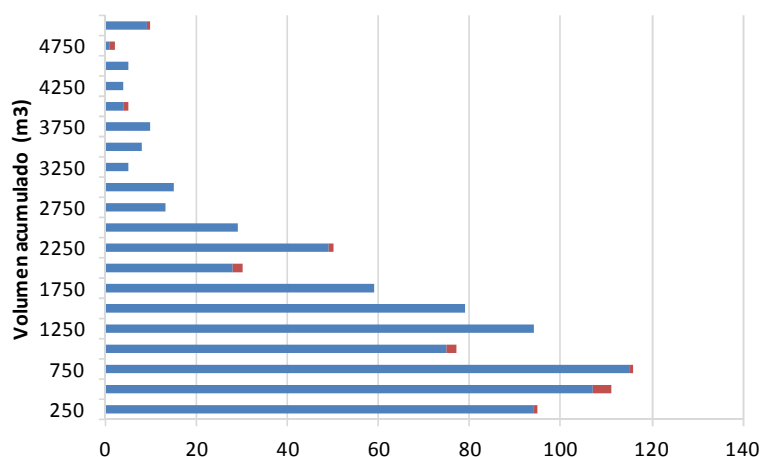


FIGURA 5.7 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M1 POR VOLUMEN ACUMULADO

De igual forma que se ha realizado en función de la edad, se ha distribuido la muestra de contadores en función del volumen acumulado, identificando las unidades defectuosas. Aparentemente no existe una relación clara entre el volumen acumulado y la presencia de defectos en el contador.

TABLA 5.6 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M1 POR VOLUMEN ACUMULADO

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
250	95	1	1%
500	111	4	4%
750	116	1	1%
1000	77	2	3%
1250	94	0	0%
1500	79	0	0%
1750	59	0	0%
2000	30	2	7%
2250	50	1	2%
2500	29	0	0%
2750	13	0	0%
3000	15	0	0%
3250	5	0	0%
3500	8	0	0%
3750	10	0	0%
4000	5	1	20%

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
4250	4	0	0%
4500	5	0	0%
4750	2	1	50%
6000	10	1	10%
	<b>817</b>	<b>14</b>	<b>2%</b>

Las curvas de error de los contadores también se calcularon mediante la clasificación de los contadores en función de su volumen acumulado. Se muestra el error promedio para cada grupo de volumen acumulado en la Tabla 5.7.

TABLA 5.7 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR VOLUMEN ACUMULADO DEL MODELO M1

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP	
250	MEDIA	22,06	-47,86	-21,18	-6,64	-3,06	1,14	0,94	0,99	-6,33
	DESV EST	45,02	40,78	38,79	21,38	14,77	1,53	1,27	1,11	5,60
500	MEDIA	7,61	-23,97	-1,24	-1,30	-1,12	0,09	0,41	0,02	-5,10
	DESV EST	3,57	21,41	3,93	10,03	2,39	2,73	2,52	7,69	2,36
750	MEDIA	15,99	-49,65	-11,64	-5,31	-3,13	-1,88	-1,50	-0,75	-8,06
	DESV EST	29,42	34,57	22,98	18,05	9,52	2,53	2,29	2,06	4,43
1000	MEDIA	13,31	-53,45	-9,94	-2,40	-1,63	-1,00	-0,62	-1,95	-6,71
	DESV EST	7,97	34,21	19,92	5,26	2,94	3,29	3,23	11,89	2,42
1250	MEDIA	13,78	-54,47	-11,20	-3,26	-2,08	-1,43	-1,44	-1,08	-7,41
	DESV EST	9,72	34,95	18,86	10,49	2,57	2,48	2,83	5,89	2,57
1500	MEDIA	16,72	-68,32	-15,83	-4,71	-2,61	-1,66	-1,36	-1,83	-7,89
	DESV EST	10,69	34,21	23,84	11,73	2,15	2,85	2,42	11,41	2,88
1750	MEDIA	17,21	-70,74	-19,51	-4,02	-3,03	-1,24	-5,45	-12,14	-8,04
	DESV EST	9,02	32,35	27,07	5,64	4,69	3,09	20,47	31,32	3,16
2000	MEDIA	18,42	-71,70	-23,59	-4,18	-2,50	-1,15	-3,07	-3,34	-7,89
	DESV EST	10,48	32,15	32,31	6,18	2,29	2,56	15,86	16,39	2,77
2250	MEDIA	20,22	-76,99	-24,21	-6,76	-3,73	-1,42	-1,25	-2,42	-8,71
	DESV EST	13,10	31,54	30,26	14,28	4,81	2,20	2,23	14,40	3,70
2500	MEDIA	19,46	-82,67	-24,35	-5,89	-4,24	-2,14	-4,51	-14,67	-9,30
	DESV EST	9,93	29,54	30,26	9,15	4,31	2,28	17,15	34,60	3,19
2750	MEDIA	30,63	-94,53	-49,12	-20,33	-6,24	-1,44	-1,01	-0,54	-10,35
	DESV EST	20,53	16,08	39,06	28,62	7,00	3,15	2,69	2,64	4,12



Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
3000	MEDIA	30,69	-91,89	-55,17	-18,98	-5,66	-2,07	-1,14	-6,62	-10,53
	DESV EST	19,94	15,31	42,36	20,67	5,52	3,69	3,55	24,94	4,33
3250	MEDIA	32,18	-89,11	-67,16	-16,08	-6,31	-2,50	-8,38	-22,38	-10,66
	DESV EST	15,23	22,27	48,87	16,63	6,85	3,81	19,12	36,11	6,11
3500	MEDIA	27,33	-99,17	-76,93	-19,80	-6,74	-2,71	-1,72	-1,26	-10,94
	DESV EST	13,84	0,29	35,55	16,12	4,33	2,91	2,69	2,41	4,31
3750	MEDIA	34,30	-97,50	-64,92	-22,46	-10,21	-6,56	-4,71	-28,97	-13,86
	DESV EST	22,21	4,82	42,68	29,38	11,33	6,56	5,37	42,59	8,46
4000	MEDIA	15,08	-76,77	-32,44	-18,13	-25,99	-6,13	-3,93	-3,36	-18,21
	DESV EST	4,94	25,37	44,90	30,93	48,61	11,85	9,34	8,99	22,92
4250	MEDIA	46,17	-99,08	-61,66	-44,26	-17,22	-2,90	-1,12	-21,65	-15,32
	DESV EST	31,61	33,05	46,91	43,54	14,38	1,98	2,79	44,05	5,79
4500	MEDIA	51,64	-99,01	-79,32	-49,36	-26,20	-2,12	-1,35	-1,04	-15,19
	DESV EST	29,00	0,77	39,52	39,87	19,86	4,19	2,89	2,77	8,00
4750	MEDIA	52,84	-98,10	-97,61	-35,05	-9,59	-5,55	-5,02	-5,43	-15,23
	DESV EST	12,48	2,69	1,97	7,25	7,36	8,98	8,30	6,23	7,32

Del estudio de las curvas de error en función del volumen acumulado (Figura 5.8) puede observarse como este tiene una mayor influencia en la degradación que la edad.

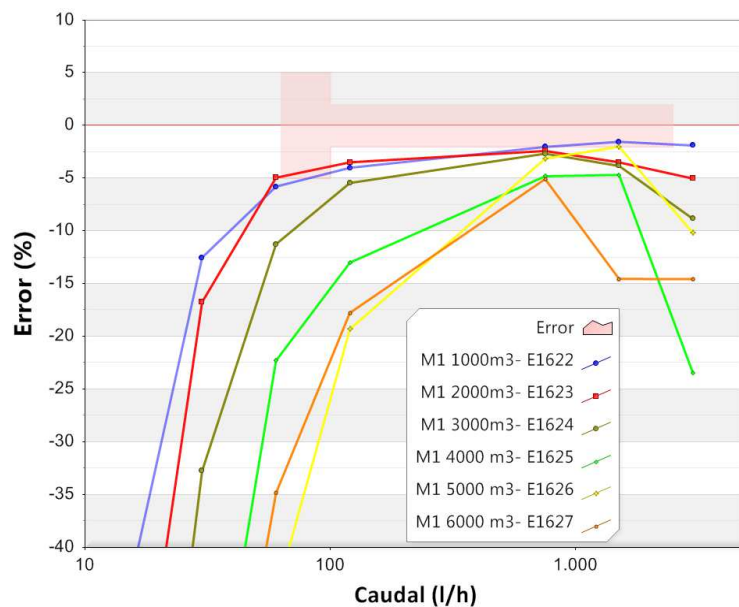


FIGURA 5.8 CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M1)

Esta influencia también se observa en la representación de la evolución de los errores a cada caudal donde se evidencia un mayor deterioro en los caudales bajos llegando a errores prácticamente del -100%.

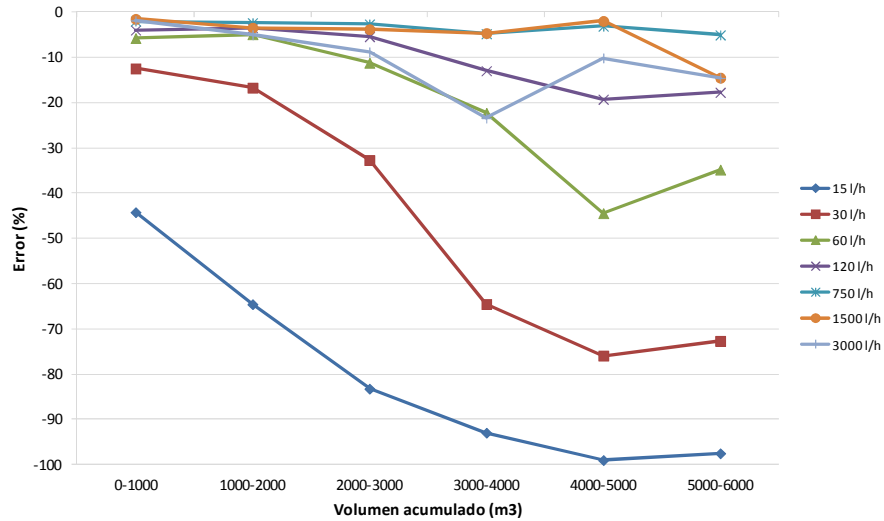


FIGURA 5.9 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M1)

De la misma forma que se ha realizado con la edad, se ha analizado la influencia que tiene el volumen acumulado con el error medio ponderado. Se ha obtenido el siguiente resultado:

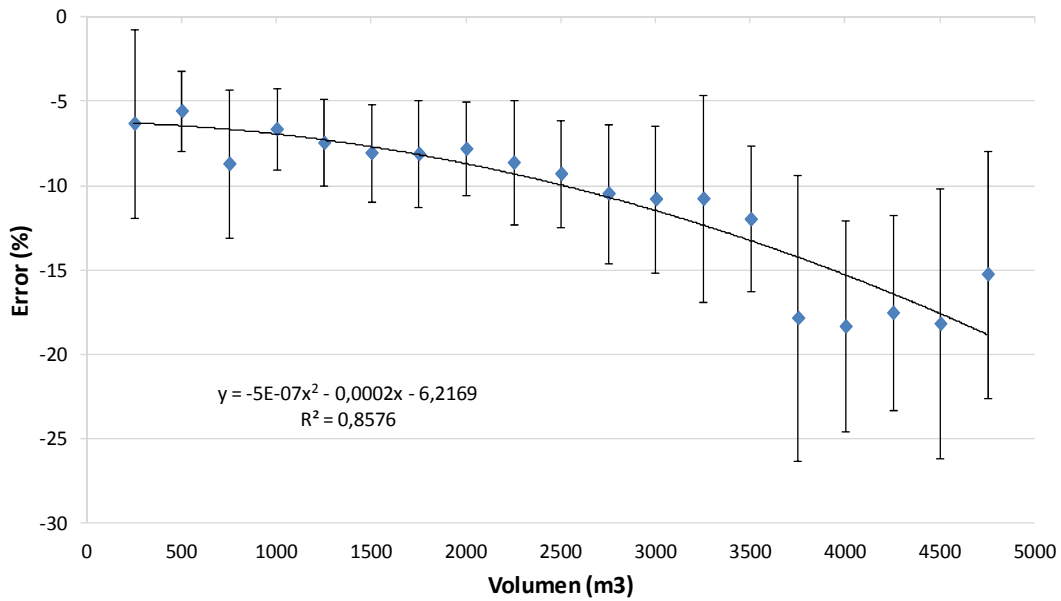


FIGURA 5.10 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M1 EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

De la evolución del error medio ponderado en función del volumen acumulado se puede concluir que, aun siendo su regresión general cuadrática, se observa que el volumen únicamente tiene una influencia significativa a partir de los 2000-2500 m<sup>3</sup>. Hasta este volumen la evolución es más bien lineal, con errores cercanos al -10%, siendo a partir de este volumen cuando los errores decrecen con más intensidad.

TABLA 5.8 ERROR MEDIO PONDERADO POR VOLUMEN DEL MODELO M1

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	EMP	Desviación
250	-6,33	5,60
500	-5,10	2,36
750	-8,06	4,43
1000	-6,71	2,42
1250	-7,41	2,57
1500	-7,89	2,88
1750	-8,04	3,16
2000	-7,89	2,77
2250	-8,71	3,70
2500	-9,30	3,19
2750	-10,35	4,12

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	EMP	Desviación
3000	-10,53	4,33
3250	-10,66	6,11
3500	-10,94	4,31
3750	-13,86	8,46
4000	-18,21	6,25
4250	-15,32	5,79
4500	-15,19	8,00
4750	-15,23	7,32

Una vez obtenidos de manera individual los modelos que mejor se ajustan a la degradación de los contadores en función de la edad y del volumen acumulado, se va a tratar de obtener un único modelo que englobe ambas variables y trate de explicar el comportamiento general del modelo de contador estudiado.

En la Figura 5.11 muestra la evolución del error medio ponderado en función tanto de la edad como del volumen acumulado. Esta representación permite comprender mejor el comportamiento del modelo analizado en base a los dos parámetros. Puede observarse que en términos generales y siempre teniendo en cuenta el tamaño de la muestra para cada rango seleccionado, la dispersión de los errores aumenta con la edad. Asimismo, para contadores de una misma edad su error aumenta con el volumen acumulado.

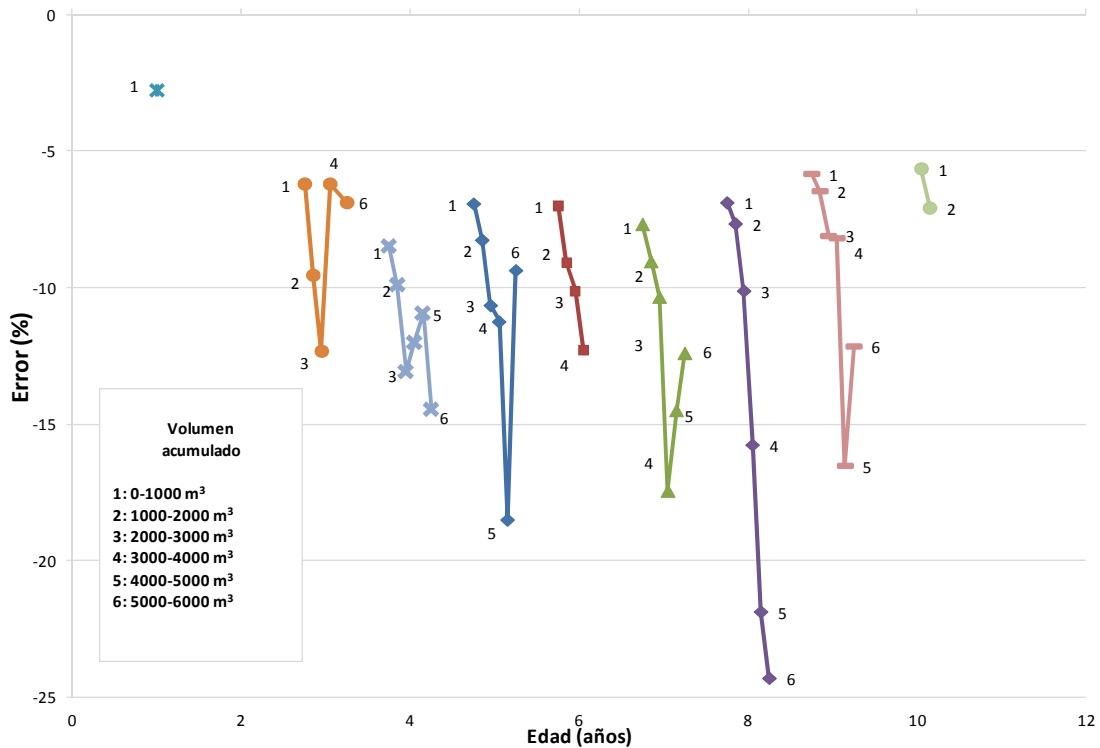


FIGURA 5.11 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M1 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO

Para obtener el modelo combinado, se han realizado diferentes regresiones múltiples tratando de buscar los parámetros más óptimos que mejor se adapten a los valores obtenidos. De esta forma, después de diversas iteraciones, el modelo que mejor se adapta a los resultados obtenidos es el siguiente:

$$\varepsilon_{global} = (-0,34 \cdot \log(edad + 1)) + (-0,002 \cdot Vol + 1,69 \cdot 10^{-7} \cdot Vol^2 - 4,72)$$

Obviamente, los coeficientes necesarios en la ecuación deben determinarse para cada modelo de contador. Esta regresión únicamente pretende ofrecer un orden de magnitud de la evolución del error global en función de ambas variables, pero resulta evidente que la muestra analizada no es lo suficientemente representativa para conseguir que el modelo aproxime con detalle la evolución.

En la Figura 5.12 se representa tridimensionalmente la regresión obtenida para los dos parámetros de estudio, donde se puede observar la mayor influencia en el error global del volumen acumulado frente a la edad.

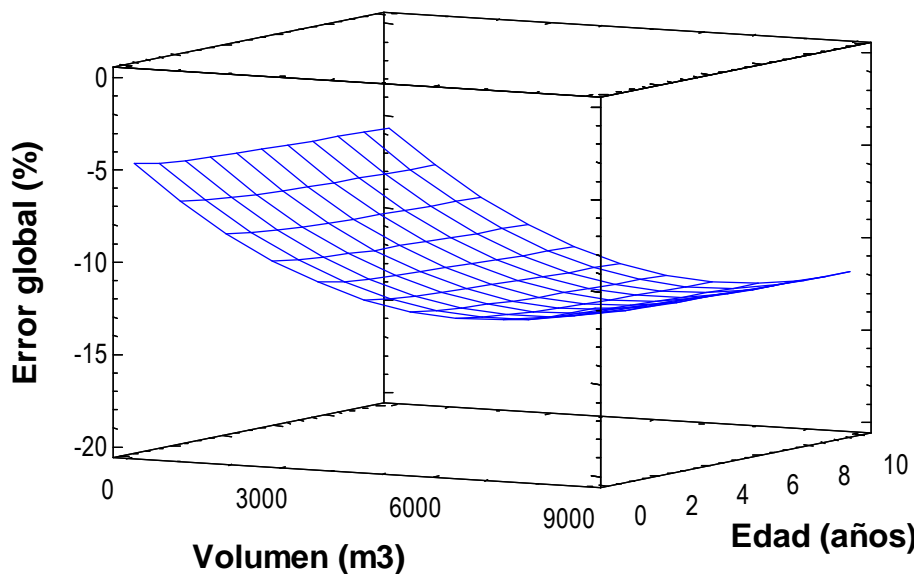


FIGURA 5.12 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M1 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO. MODELO COMBINADO

### 5.4.1.2 Análisis de la degradación del modelo M2

El contador modelo M2 es un contador de velocidad de chorro único, diámetro nominal 15mm y clase metrológica B. Se han analizado un total de 406 contadores. La distribución de la muestra por edades es la mostrada en la Figura 5.13.

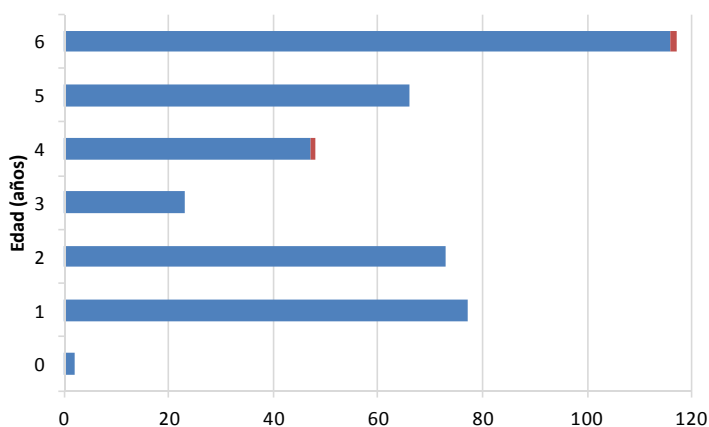


FIGURA 5.13 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M2 POR EDAD

Una vez ensayados los contadores se obtienen los errores a cada caudal, su desviación estándar así como su error medio ponderado. Previamente a su análisis en detalle se detectan los contadores considerados defectuosos. Estos, agrupados por rangos de edad se muestran en la Tabla 5.9.

TABLA 5.9 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M2 POR EDAD

Edad (años)	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
0	2	0	0%
1	77	0	0%
2	73	0	0%
3	23	0	0%
4	48	1	2%
5	66	0	0%
6	117	1	1%
	<b>406</b>	<b>2</b>	<b>0,5%</b>

Puede observarse que el porcentaje total de contadores defectuosos apenas supone un 0,5% frente al 2% detectado en el modelo M1. Las 2 unidades defectuosas tenían una edad de 4 y 6 años. Eliminadas estas unidades, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.10.

TABLA 5.10 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN DEL MODELO M2

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
M2	MEDIA	10,03	-31,24	-5,89	-1,00	0,48	0,52	0,34	-0,27	-4,66
	DESV EST	10,27	32,10	17,72	11,45	3,40	1,85	1,87	1,88	2,49

A diferencia de lo observado en el modelo M1, del modelo M2 se obtienen unos resultados extraordinarios. Debe tenerse presente que la edad máxima de este modelo no supera los 6 años, mientras que en el modelo anterior existían contadores de hasta 10 años. Aún así se observa que a caudales bajos los errores se han deteriorado más que a caudales medio-altos, donde únicamente presenta errores negativos a caudal máximo. Presenta un caudal de arranque muy aceptable así como un error medio ponderado excelente, especialmente por llevar asociada una desviación muy acotada.

Si en el modelo M1 se observaba una degradación estimada del 4% respecto de unas condiciones iniciales medias, en el caso del modelo M2 esta degradación únicamente se estima en torno al 1%.

Se han detectado un total de 15 contadores que presentaban sobrecontaje a caudal máximo (3.000 l/h) lo que supone un 3,7% de la muestra analizada. Se ha considerado sobrecontaje a aquel error superior al 2%, que representa el valor máximo admitido al caudal estudiado para contadores nuevos. El error medio de las 15 unidades a este caudal es de 6,2%, alcanzando un valor máximo del 14,0%.

La curva de error media de toda la muestra analizada (Figura 5.14) muestra el excelente comportamiento comentado. A excepción del caudal mínimo, que para este modelo es de 30 l/h, todos los errores se encuentran dentro del rango establecido para contadores nuevos, lo que confirma su buen estado.

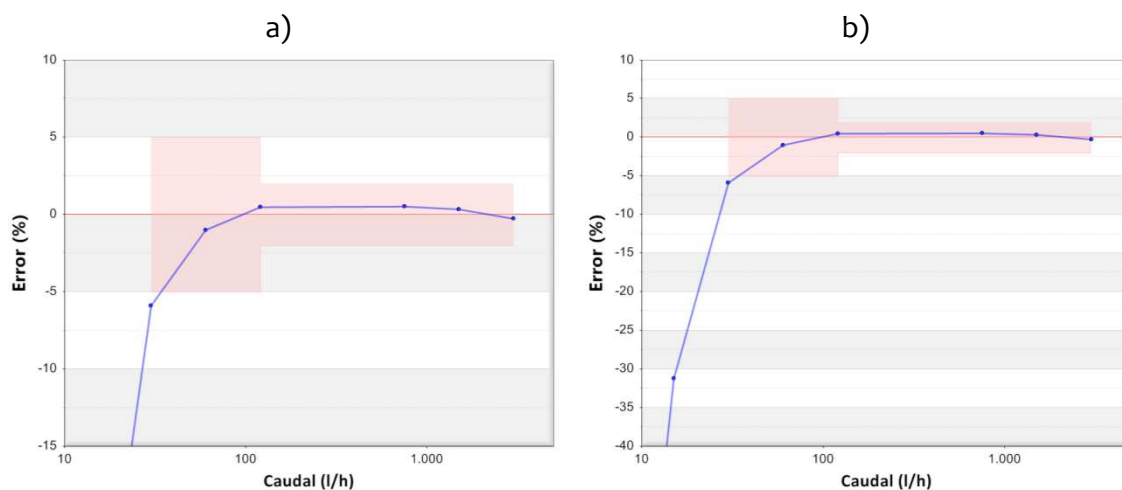


FIGURA 5.14 CURVA DE ERROR MEDIA DEL MODELO M2

Analizados los resultados medios correspondientes a toda la muestra, se analizan a continuación los mismos parámetros pero distribuidos los contadores por edad. En la Tabla 5.11 puede observarse cómo evoluciona el modelo en función de la edad. Progresivamente va perdiendo precisión pero manteniendo unos valores más que aceptables.



TABLA 5.11 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR EDAD DEL MODELO M2

Edad (años)		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
0	MEDIA	5,50	-9,99	0,81	1,96	1,60	1,39	1,20	0,58	-3,09
	DESV EST	0,37	2,43	1,00	0,50	0,28	0,49	0,31	0,14	0,24
1	MEDIA	5,86	-12,28	0,92	1,29	1,40	1,04	0,94	0,30	-3,41
	DESV EST	1,94	11,97	3,08	1,17	0,79	0,60	0,50	0,49	0,70
2	MEDIA	7,50	-22,27	-0,53	1,40	1,13	0,79	0,65	0,04	-3,89
	DESV EST	4,88	29,78	6,15	1,67	0,97	0,80	0,71	0,79	1,15
3	MEDIA	7,45	-22,40	-1,77	0,78	1,43	1,16	1,00	0,38	-3,74
	DESV EST	3,36	19,85	5,84	1,90	0,94	0,70	0,76	0,85	0,93
4	MEDIA	14,44	-48,20	-16,39	-3,78	0,40	0,96	0,87	0,47	-5,06
	DESV EST	13,26	38,76	28,82	15,20	2,66	2,68	2,76	2,75	3,07
5	MEDIA	13,92	-49,02	-11,49	-3,87	-0,87	0,06	-0,10	-0,70	-5,94
	DESV EST	13,73	35,88	19,76	16,92	4,58	1,22	1,22	1,17	2,63
6	MEDIA	10,98	-34,61	-7,28	-1,69	0,07	-0,04	-0,38	-1,03	-5,30
	DESV EST	11,76	30,51	19,81	13,63	4,73	2,59	2,56	2,57	3,12

Puede observarse como la degradación más significativa se produce en los caudales bajos, mientras que en los caudales medio-altos el comportamiento del modelo se mantiene muy estable (Figura 5.15). Asimismo las desviaciones asociadas a cada caudal son más altas en los caudales bajos, lo que ratifica que el rango de mayor deterioro y variabilidad se encuentra a caudales bajos. Destacable resulta el hecho de que únicamente a partir de los 5 años es cuando presenta errores negativos para el caudal máximo, no siendo su magnitud elevada.

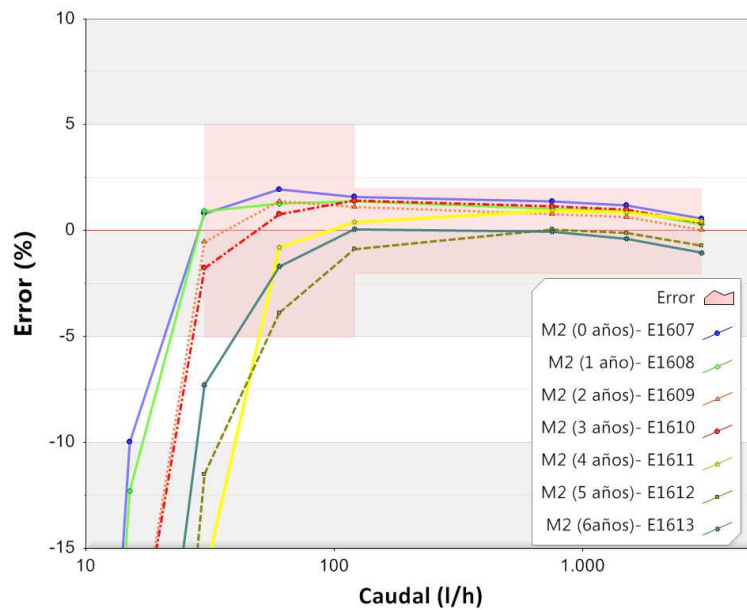


FIGURA 5.15 CURVAS DE ERROR EN DUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M2)

Visto que el deterioro es más acusado a caudales bajos, resulta interesante graficar la evolución del error a cada caudal para así disponer del orden de magnitud en su variación. Puede verse en la Figura 5.16 como los caudales medio-altos mantienen sus errores más acotados a lo largo del tiempo, mientras que los errores a caudales bajos aumentan con el paso de los años. Tanto para el caudal de 30 l/h como especialmente para el de 15 l/h, puede comprobarse como su deterioro es más acusado, llegando a valores del -50%, durante los 4 primeros años, lejos del -80% al que llegaba el modelo M1.

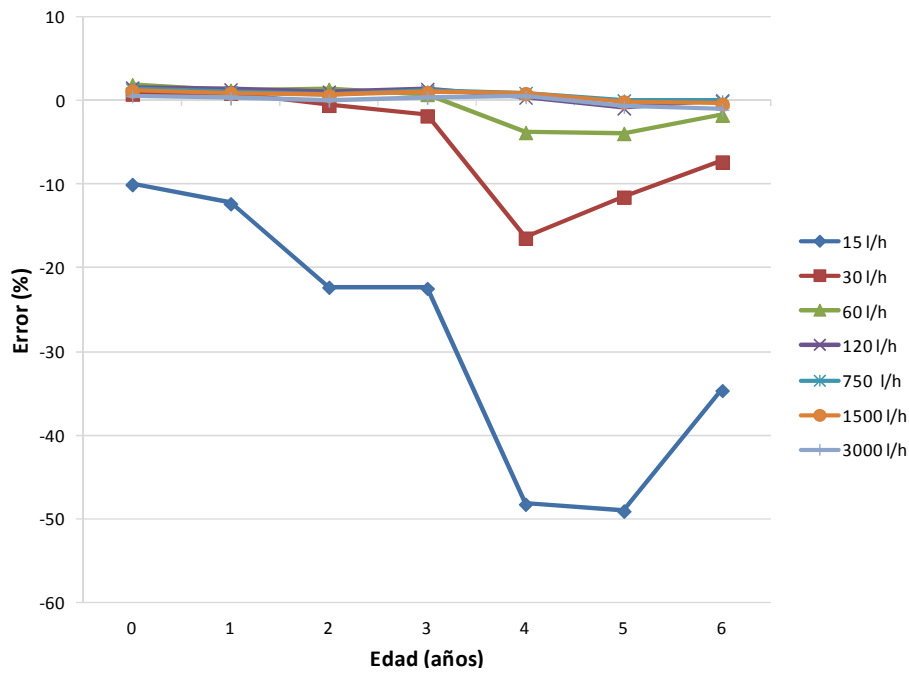


FIGURA 5.16 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M2)

Una vez analizados los diferentes errores a cada caudal, resta por estudiar la evolución del error medio ponderado. Puede observarse como la evolución del error medio ponderado en función de la edad sigue una tendencia lineal decayendo desde un error inicial próximo al -3% para llegar a errores próximos al -6%. Por lo tanto, la degradación anual del modelo M2 resulta aproximadamente del -0,46%, como puede verse en la Figura 5.17.

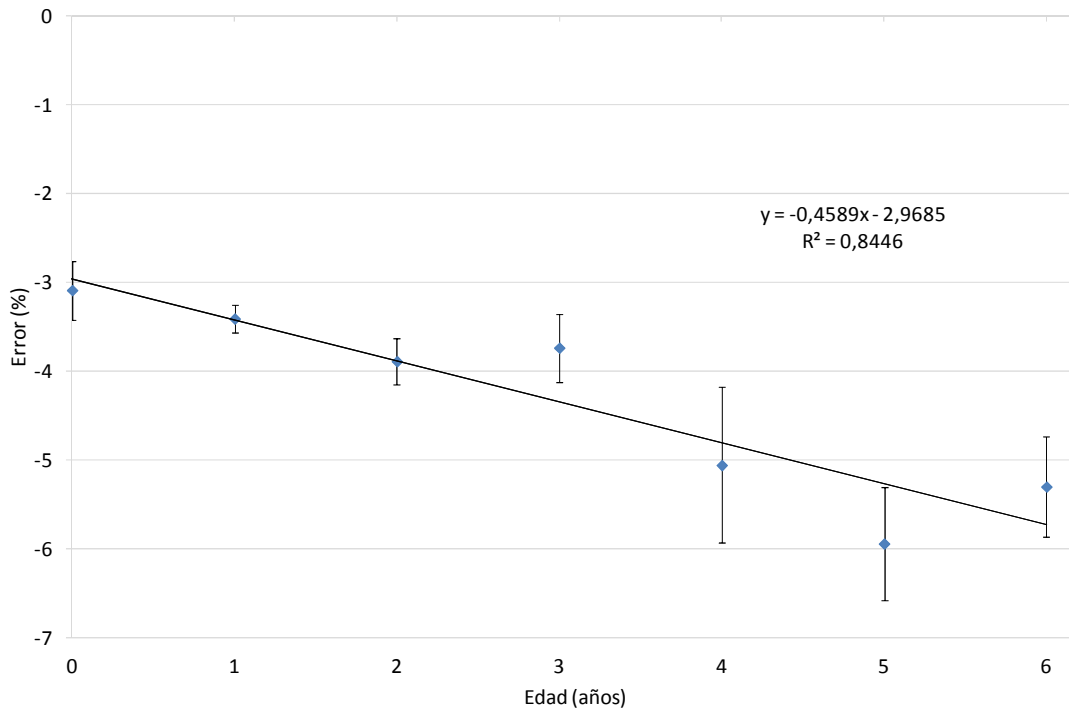


FIGURA 5.17 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M2 EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Recordando los valores obtenidos para el anterior modelo, importantes resultan las variaciones que se pueden encontrar entre ambos modelos. Si el modelo M1 alcanzaba valores del error en torno al -10%, los valores para el modelo M2 se encuentran en torno al 6%. Nada despreciable supone una diferencia en el registro de un 4%, entre modelos de características similares.

TABLA 5.12 ERROR MEDIO PONDERADO POR EDAD DEL MODELO M2

Edad (años)	EMP	Desviación
0	-3,09	0,24
1	-3,41	0,70
2	-3,89	1,15
3	-3,74	0,93
4	-5,06	3,07
5	-5,94	2,63
6	-5,30	3,12

De igual forma que se ha realizado en función de la edad, se ha distribuido la muestra de contadores en función del volumen acumulado, identificando las unidades defectuosas.

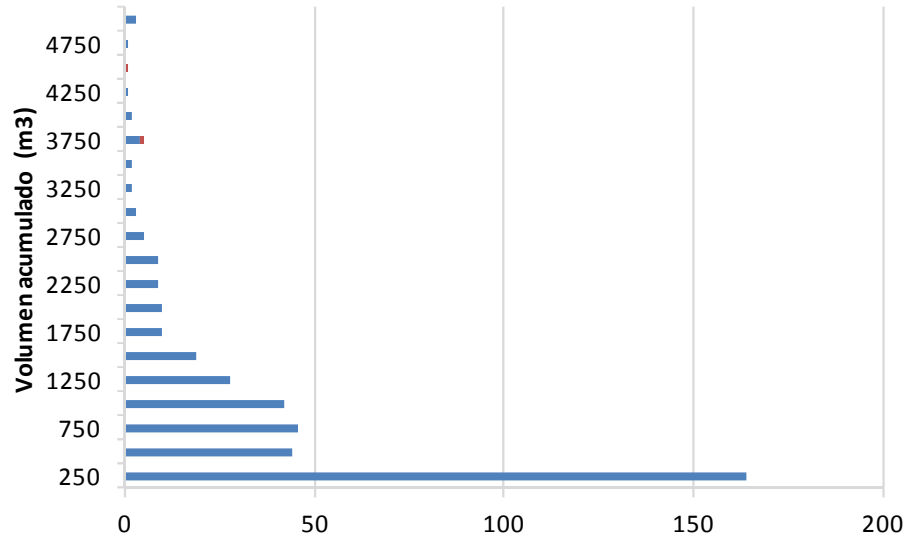


FIGURA 5.18 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M2 POR VOLUMEN ACUMULADO

TABLA 5.13 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M2 POR VOLUMEN

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
250	164	0	0%
500	44	0	0%
750	46	0	0%
1000	42	0	0%
1250	28	0	0%
1500	19	0	0%
1750	10	0	0%
2000	10	0	0%
2250	9	0	0%
2500	9	0	0%
2750	5	0	0%
3000	3	0	0%
3250	2	0	0%
3500	2	0	0%

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
3750	5	1	20%
4000	2	0	0%
4250	1	0	0%
4500	1	1	100%
4750	1	0	0%
6000	3	0	0%
	<b>406</b>	<b>2</b>	<b>0,5%</b>

Las curvas de error de los contadores también se calcularon mediante la clasificación de los contadores en función de su volumen acumulado. Se muestra el error promedio para cada grupo de volumen acumulado en la Tabla 5.14.

TABLA 5.14 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR VOLUMEN DEL MODELO M2

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
250	MEDIA	6,09	-13,78	0,94	1,47	1,36	0,92	0,78	0,14	-3,54
	DESV EST	2,34	14,92	2,53	1,25	0,88	0,77	0,71	0,78	0,84
500	MEDIA	10,64	-40,35	-6,06	-2,14	0,82	0,58	0,35	-0,25	-4,75
	DESV EST	11,92	37,55	16,46	15,40	1,05	0,72	0,83	0,94	1,42
750	MEDIA	8,64	-29,71	-3,35	0,19	0,60	0,12	-0,09	-0,70	-4,83
	DESV EST	4,30	25,29	6,59	1,70	1,17	1,19	1,30	1,38	1,16
1000	MEDIA	10,85	-31,61	-7,57	-1,68	0,45	0,72	0,36	-0,18	-4,67
	DESV EST	12,85	27,62	21,57	15,18	5,63	3,53	3,53	3,69	3,85
1250	MEDIA	14,01	-34,73	-9,79	-6,96	-1,41	-0,19	-0,40	-1,05	-6,00
	DESV EST	20,37	28,83	26,00	26,35	7,92	2,07	2,05	2,01	4,35
1500	MEDIA	10,06	-38,28	-4,45	0,53	0,31	-0,25	-0,59	-1,11	-5,33
	DESV EST	5,55	32,77	8,58	2,93	2,57	2,04	1,97	1,87	2,04
1750	MEDIA	12,26	-38,65	-13,12	-2,19	-0,52	0,41	0,29	0,04	-5,43
	DESV EST	11,20	31,61	30,71	8,93	4,04	2,23	2,09	2,18	3,34
2000	MEDIA	16,17	-64,84	-19,24	-1,63	0,84	1,05	0,92	0,43	-5,28
	DESV EST	8,82	35,61	26,32	6,92	4,17	4,02	4,26	4,01	3,76
2250	MEDIA	16,26	-73,62	-14,73	-2,15	-1,23	-0,27	-0,27	-0,64	-6,71
	DESV EST	6,71	38,40	13,10	3,50	1,59	0,88	0,91	0,95	1,70
2500	MEDIA	16,61	-73,75	-18,63	-2,78	-0,48	-0,05	-0,07	-0,47	-6,46
	DESV EST	7,03	38,78	15,63	3,36	1,05	0,82	1,04	1,21	1,51

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
2750	MEDIA	12,92	-56,05	-7,65	-2,83	-1,15	-0,97	-1,14	-1,64	-6,73
	DESV EST	5,85	34,47	6,37	2,46	0,81	0,99	1,08	1,17	1,25
3250	MEDIA	16,86	-77,99	-15,47	-3,43	-1,50	1,44	1,05	-2,71	-5,94
	DESV EST	6,68	37,69	11,56	2,40	0,66	4,52	4,21	1,30	1,93
3750	MEDIA	9,62	-37,50	-15,49	-4,21	-1,89	-0,30	-0,35	-0,71	-6,42
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4250	MEDIA	23,43	-99,12	-36,25	-8,04	-3,39	-3,27	-3,62	-4,22	-10,25
	DESV EST	4,93	0,53	37,18	9,01	3,48	4,36	4,58	4,35	4,64
4500	MEDIA	57,57	-99,62	-60,63	-6,65	-0,65	3,34	3,26	2,62	-5,90
	DESV EST	7,36	0,48	24,26	3,77	2,10	3,87	3,79	3,55	3,27
4750	MEDIA	17,46	-80,09	-24,22	-4,71	-1,47	-0,48	-0,56	-0,94	-7,37
	DESV EST	6,16	27,44	14,60	2,13	1,16	3,01	3,16	3,05	1,41
5250	MEDIA	7,59	-23,92	-3,58	-0,35	-1,23	-1,09	-1,16	0,93	-6,03
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5500	MEDIA	22,57	-100,00	-40,58	-7,22	-3,34	-2,23	-2,16	-2,45	-9,65
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6000	MEDIA	9,77	-38,45	-8,36	-3,21	-2,20	-2,51	-2,83	-3,48	-7,72
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6500	MEDIA	29,90	-100,00	-69,79	-12,15	-2,69	0,33	-0,12	-0,47	-8,70
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6750	MEDIA	21,85	-100,00	-34,29	-5,47	-3,84	-2,21	-2,06	-2,53	-9,60
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9250	MEDIA	40,90	-100,00	-99,80	-17,75	-4,18	1,51	1,98	1,22	-8,98
	DESV EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Del estudio de las curvas de error en función del volumen acumulado (Figura 5.19) puede observarse como este tiene una mayor influencia en la degradación que la edad.

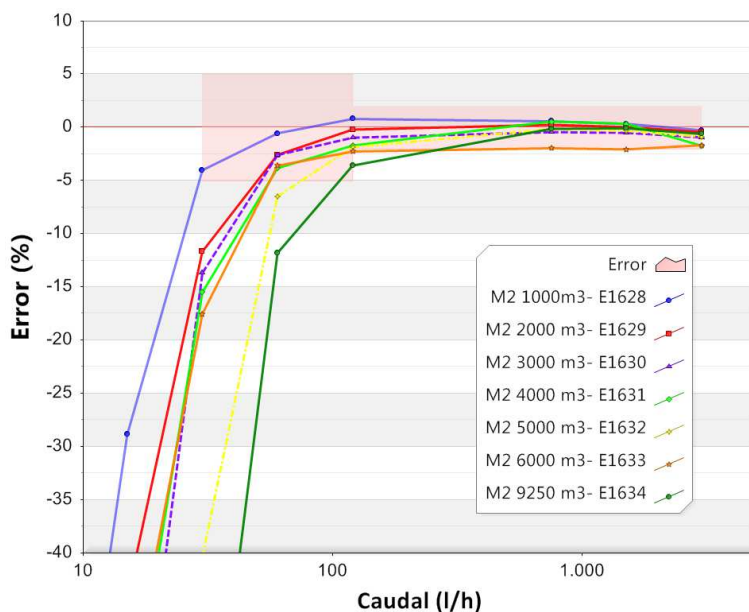


FIGURA 5.19 CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M2)

Esta influencia también se observa en la representación de la evolución de los errores a cada caudal donde se evidencia un mayor deterioro en los caudales bajos llegando a errores del -100%.

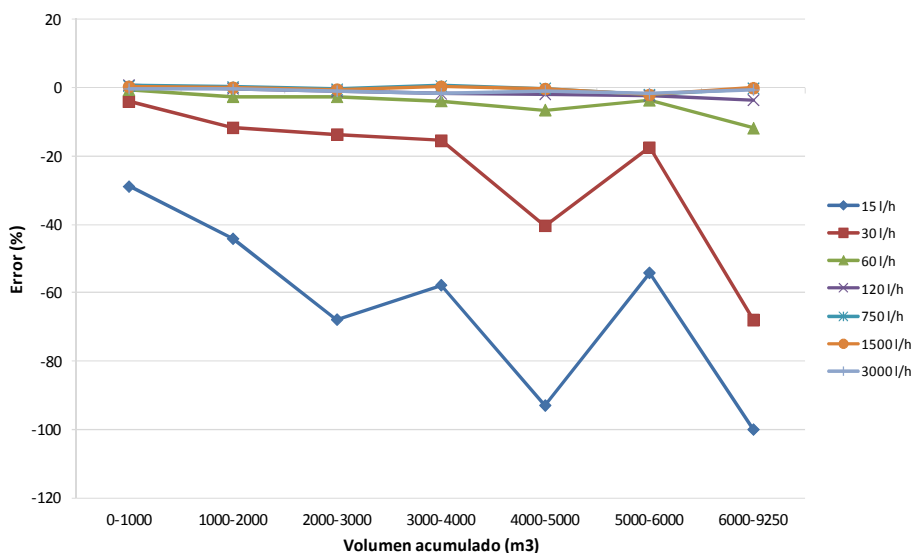


FIGURA 5.20 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M2)



De la misma forma que se ha realizado con la edad, se ha analizado la influencia que tiene el volumen acumulado con el error medio ponderado. Se ha obtenido el siguiente resultado:

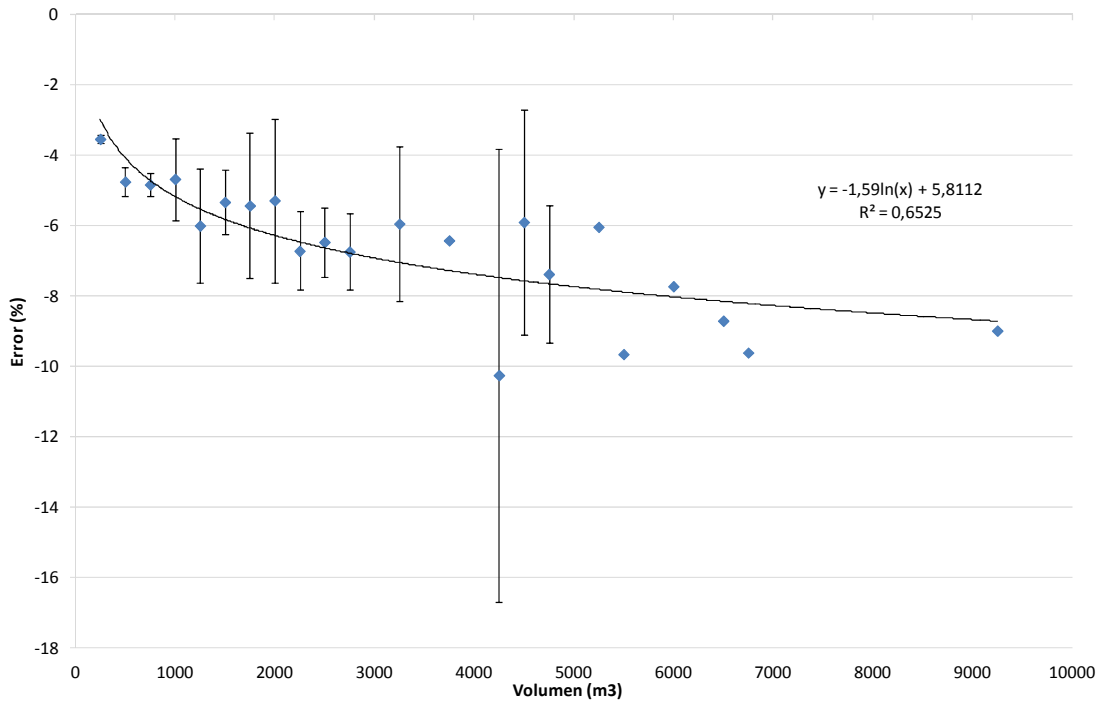


FIGURA 5.21 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M2 EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

Para el modelo M2, la regresión que mejor aproxima la evolución de su error medio ponderado en función del volumen acumulado, es la logarítmica. Se podría concluir que presenta una degradación más acusada hasta los 4000 m<sup>3</sup>, llegando a valores del error próximos al -7%, siendo su degradación a partir de este volumen menos acusada.

TABLA 5.15 ERROR MEDIO PONDERADO POR VOLUMEN DEL MODELO M2

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	EMP	Desviación
250	-3,54	0,84
500	-4,75	1,42
750	-4,83	1,16
1000	-4,67	3,85
1250	-6,00	4,35

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	EMP	Desviación
1500	-5,33	2,04
1750	-5,43	3,34
2000	-5,28	3,76
2250	-6,71	1,70
2500	-6,46	1,51
2750	-6,73	1,25
3250	-5,94	1,93
3500	-6,42	-
3750	-10,25	4,64
4000	-5,90	3,27
4250	-7,37	1,41
4500	-6,03	-
4750	-9,65	-
6000	-7,72	-
6500	-8,70	-
6750	-9,60	-
9250	-8,98	-

Una vez obtenidos de manera individual los modelos que mejor se ajustan a la degradación de los contadores en función de la edad y del volumen acumulado, se va a tratar de obtener un único modelo que englobe ambas variables y trate de explicar el comportamiento general del modelo de contador estudiado.

En la Figura 5.22 muestra la evolución del error medio ponderado en función tanto de la edad como del volumen acumulado. Esta representación permite comprender mejor el comportamiento del modelo analizado en base a los dos parámetros. Puede observarse que en términos generales y siempre teniendo en cuenta el tamaño de la muestra para cada rango seleccionado, la dispersión de los errores aumenta con la edad. Asimismo, para contadores de una misma edad su error aumenta con el volumen acumulado.

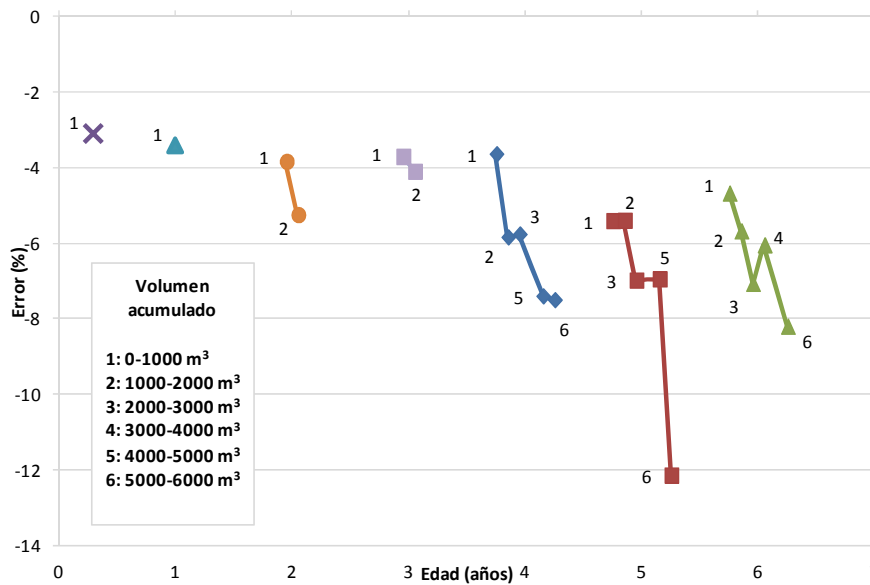


FIGURA 5.22 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M2 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO

Para obtener el modelo combinado, se han realizado diferentes regresiones múltiples tratando de buscar los parámetros más óptimos que mejor se adapten a los valores obtenidos. De esta forma, después de diversas iteraciones, el modelo que mejor se adapta a los resultados obtenidos es el siguiente:

$$\varepsilon_{global} = (-0,335 \cdot Edad) + (-0,00068 \cdot Vol) - 3,78$$

Obviamente, los coeficientes necesarios en la ecuación deben determinarse para cada modelo de contador. Esta regresión únicamente pretende ofrecer un orden de magnitud de la evolución del error global en función de ambas variables, pero resulta evidente que la muestra analizada no es lo suficientemente representativa para conseguir que el modelo aproxime con detalle la evolución.

En la Figura 5.23 se representa tridimensionalmente la regresión obtenida para los dos parámetros de estudio, donde se puede observar la mayor influencia en el error global del volumen acumulado frente a la edad.

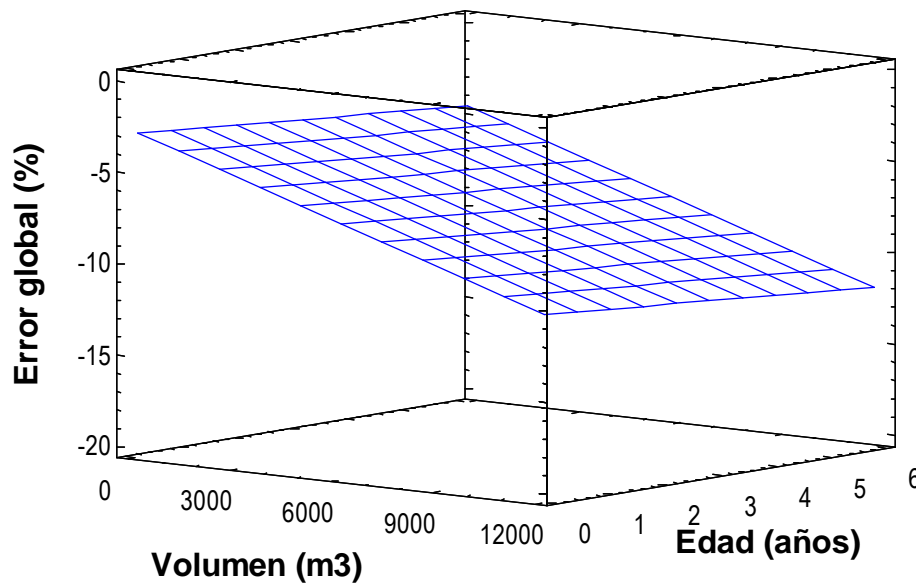


FIGURA 5.23 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M2 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO. MODELO COMBINADO

## 5.4.2 Contadores volumétricos de pistón rotativo

### 5.4.2.1 Análisis de la degradación del modelo M3

El contador modelo M3 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 92 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

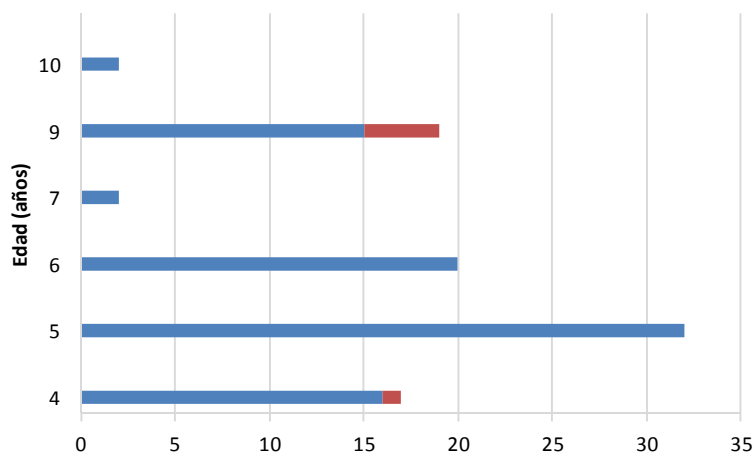


FIGURA 5.24 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M3 POR EDAD

Una vez ensayados los contadores se obtienen los errores a cada caudal, su desviación estándar así como su error medio ponderado. Previamente a su análisis en detalle se detectan los contadores considerados defectuosos. Estos, agrupados por rangos de edad se muestran en la Tabla 5.16.

TABLA 5.16 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M3 POR EDAD

Edad (años)	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
4	17	1	6%
5	32	0	0%
6	20	0	0%
7	2	0	0%
9	19	4	21%
10	2	0	0%
	<b>92</b>	<b>5</b>	<b>5%</b>

El porcentaje total de contadores defectuosos supone un 5%, la mayor proporción de ellos correspondientes a una edad de 9 años. Este porcentaje destaca frente a los obtenidos hasta el momento, correspondientes a contadores de velocidad chorro único. Se da la particularidad de que las 5 unidades defectuosas se encontraban completamente paradas, es decir, presentaban un error global del -100%. Esta circunstancia no es extraordinaria en contados volumétricos. Estos contadores presentan unas tolerancias muy bajas entre el pistón y la cámara de medición por lo que cualquier elemento o partícula que pueda introducirse entre ellos, puede provocar su bloqueo. Asimismo, y como se detalló en el Capítulo 4, caudales elevados pueden provocar un mal funcionamiento del contador que suele acabar con el bloqueo del pistón. Eliminadas estas unidades, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.17.

TABLA 5.17 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN PARA EL MODELO M3

	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP	
M3	MEDIA	10,48	-22,06	-13,35	-3,22	0,08	-1,15	-1,66	-2,43	-5,59
	DESV EST	14,39	35,94	30,65	14,81	3,71	2,27	2,86	3,65	3,61

Al igual que ocurría con el modelo M1, puede observarse como los valores obtenidos nada tienen que ver con los propios de un contador en condiciones iniciales de esta tecnología de medición. Elevados son tanto los errores como sus desviaciones, lo que evidencia el deterioro que sufre el contador en uso. Si se recuerdan los valores promedios del error inicial que presentan contadores de esta tipología, estos estaban en torno al -1%, por lo que la degradación media de este modelo con un error medio ponderado de -5,59%, supera el 4%. Asimismo cabe mencionar que el modelo M2 (velocidad chorro único), obtenía un error medio ponderado de -4,66% junto a un caudal de arranque de 10,03 l/h, valores que mejoran ampliamente los del modelo actual, más considerando sus diferentes tecnologías de medición.

Es evidente que los caudales que más se deterioran son los más bajos. Este aspecto debe analizarse con detalle para este modelo ya que, precisamente este tipo de contador destaca por la gran precisión a caudales bajos. Se deberá observar cuán rápido pierde esta precisión. Asimismo relevante resulta el hecho de que los errores obtenidos a cada caudal ensayado sean todos ellos negativos, excepto a 120 l/h, como puede observarse en la Figura 5.25.

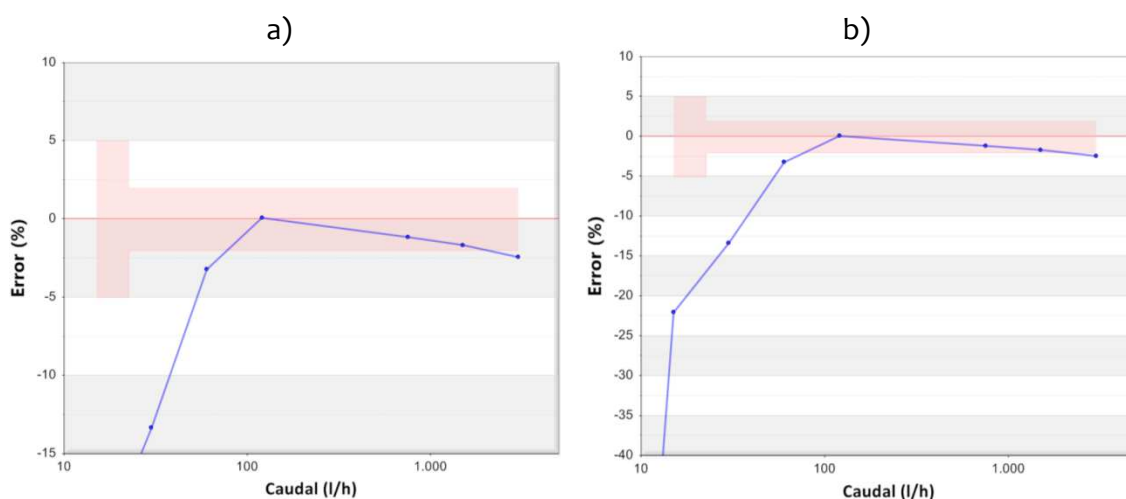


FIGURA 5.25 CURVA DE ERROR MEDIA DEL MODELO M3

La curva de error media de toda la muestra analizada, muestra el comportamiento comentado. Presenta un gran deterioro a caudales bajos. Únicamente presenta errores cercanos al 0% para caudales cercanos a 120 l/h, siendo el resto negativos.

Se han detectado un total de 15 contadores que presentaban sobrecontaje al caudal 120 l/h, lo que supone un 16,3% de la muestra analizada. Se ha considerado sobrecontaje a aquel error superior al 2%, que representa el valor máximo admitido al caudal estudiado para contadores nuevos. El error medio de las 15 unidades a este caudal es de 2,5%, alcanzando un valor máximo del 3,5%.

Analizados los resultados medios correspondientes a toda la muestra, se analizan a continuación los mismos parámetros pero distribuidos los contadores por edad. En la Tabla 5.18 puede observarse cómo evoluciona el modelo en función de la edad. Progresivamente va perdiendo precisión, con lo que la curva va desplazándose hacia valores de error más negativos.

TABLA 5.18 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR EDAD DEL MODELO M3

Edad (años)		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
4	MEDIA	7,60	-14,82	-6,73	-0,85	1,02	-0,24	-0,52	-0,96	-4,29
	DESV EST	9,44	33,35	24,70	5,87	2,01	1,75	1,48	1,71	2,62
5	MEDIA	6,71	-12,82	-3,99	0,53	1,29	-0,15	-0,64	-1,02	-4,03
	DESV EST	7,65	31,07	18,85	4,34	1,69	1,05	1,19	1,28	2,01
6	MEDIA	16,52	-32,10	-29,89	-5,46	0,37	-0,97	-1,21	-2,35	-5,94
	DESV EST	19,82	44,99	46,18	19,75	1,24	0,40	0,62	2,19	2,39
7	MEDIA	6,14	-14,28	-3,92	0,31	1,64	-0,21	-1,17	-1,69	-4,42
	DESV EST	0,10	0,64	1,63	2,26	2,05	0,69	0,10	0,49	1,03
9	MEDIA	14,83	-39,06	-21,04	-11,56	-4,15	-4,57	-5,59	-7,21	-9,89
	DESV EST	19,83	33,29	26,46	24,80	6,87	3,06	4,78	6,04	5,30
10	MEDIA	5,12	-7,46	-2,32	-0,65	0,55	-1,59	-2,66	-2,60	-6,28
	DESV EST	1,13	7,55	3,56	1,49	1,34	2,51	2,80	1,80	0,94

Puede observarse como la degradación más significativa se produce especialmente en los caudales bajos, así como también en los medios. En los caudales altos el comportamiento del modelo se mantiene más estable, aunque su deterioro es evidente (Figura 5.26).

Como se comentaba en diferentes ocasiones en el Capítulo 4, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a

los 100 l/h. Esta circunstancia también se aprecia en las curvas obtenidas de los contadores retirados de campo, pero si bien en origen este máximo se aproximaba al 2%, en las curvas obtenidas el valor se encuentra en torno al 0%.

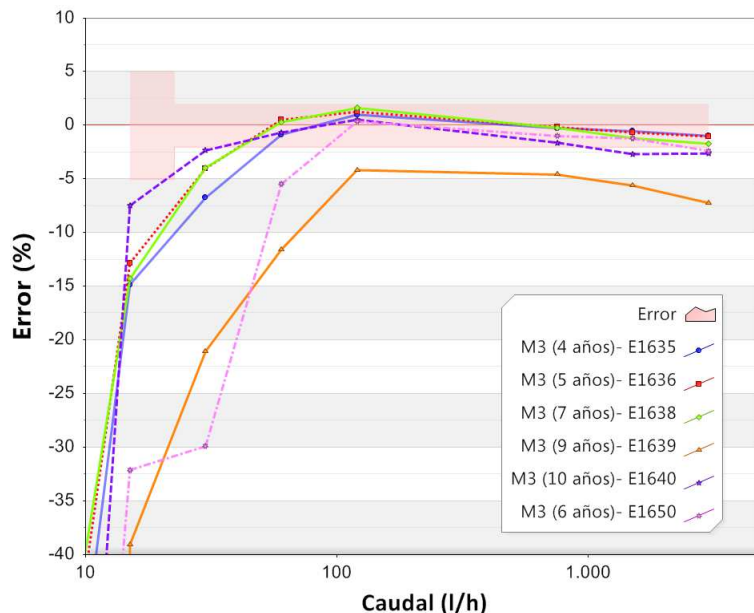


FIGURA 5.26 CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M3)

Visto que el deterioro es más acusado a caudales bajos, resulta interesante graficar la evolución del error a cada caudal para así disponer del orden de magnitud en su variación. Puede verse en la Figura 5.27 como los caudales medio-altos mantienen sus errores más acotados a lo largo del tiempo, mientras que los errores a caudales bajos aumentan con el paso de los años. Tanto para el caudal de 30 l/h como especialmente para el de 15 l/h, puede comprobarse como su deterioro es más acusado. Asimismo, para estos caudales de una forma más acusada pero también para el resto, se observan variaciones bruscas con un punto de inflexión en torno a los 6-7 años. No tiene mucha lógica que contadores con 7 años de antigüedad presenten mejores registros que aquellos con menor edad. Que estos contadores presenten diferencias en sus errores bajos de hasta un 25% evidencia que en ese momento se realizarían modificaciones en el modelo que provocarían un cambio en su comportamiento.



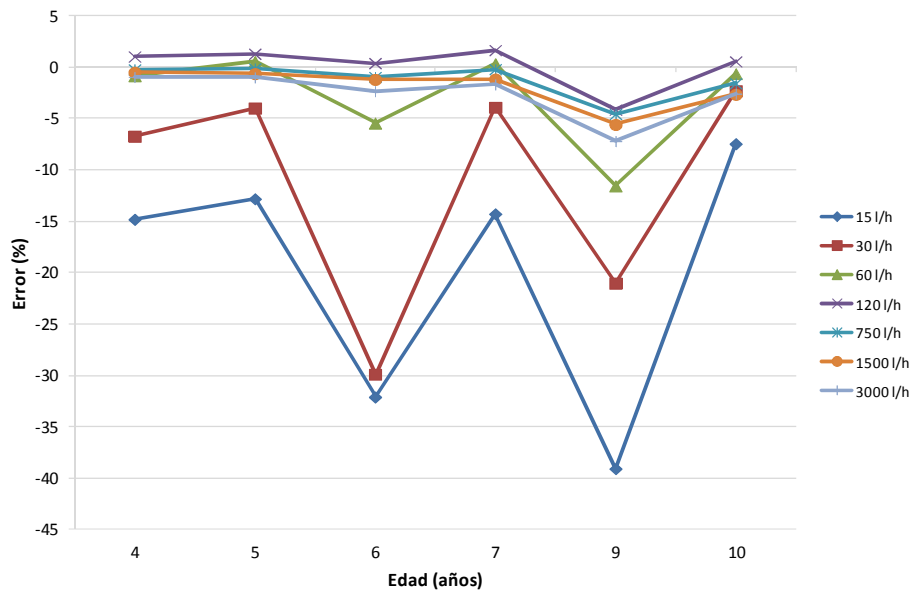


FIGURA 5.27 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M3)

De la observación de las anteriores gráficas así como del análisis de los resultados, se aprecia que ya con 4 años de antigüedad, el modelo ha perdido la gran precisión que tenía en origen a caudales bajos. Precisión que muchas veces es la que condiciona y motiva la elección de este tipo de contador, aun suponiendo un sobrecoste importante frente a otras alternativas. Se verá si en el análisis en función del volumen acumulado puede determinarse hasta que volumen mantiene sus excelentes condiciones iniciales.

Una vez analizados los diferentes errores a cada caudal, resta por estudiar la evolución del error medio ponderado. Puede observarse como la evolución del error medio ponderado en función de la edad sigue una tendencia lineal decayendo desde un error inicial de estudio (4 años) próximo al -4% para llegar a errores próximos al -8%. Por lo tanto, la degradación anual del modelo M3 resulta aproximadamente del -0,65%, como puede verse en la Figura 5.28.

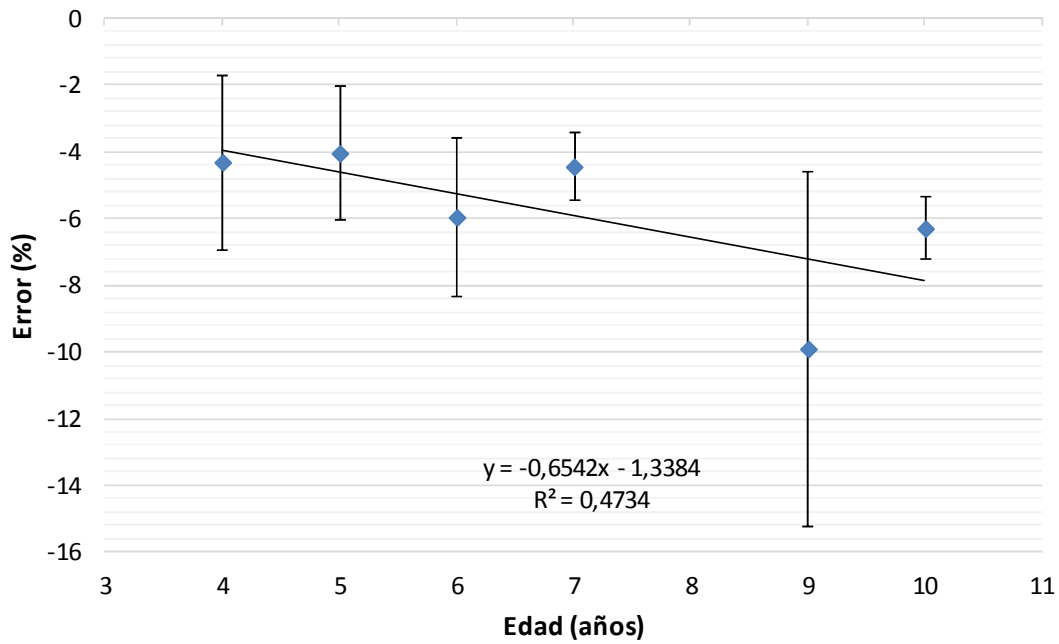


FIGURA 5.28 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M3 EN FUNCIÓN DE LA EDAD

TABLA 5.19 ERROR MEDIO PONDERADO POR EDAD DEL MODELO M3

Edad (años)	EMP	Desviación
4	-4,29	2,62
5	-4,03	2,01
6	-5,94	2,39
7	-4,42	1,03
9	-9,89	5,30
10	-6,28	0,94

De igual forma que se ha realizado en función de la edad, se ha distribuido la muestra de contadores en función del volumen acumulado, identificando las unidades defectuosas.

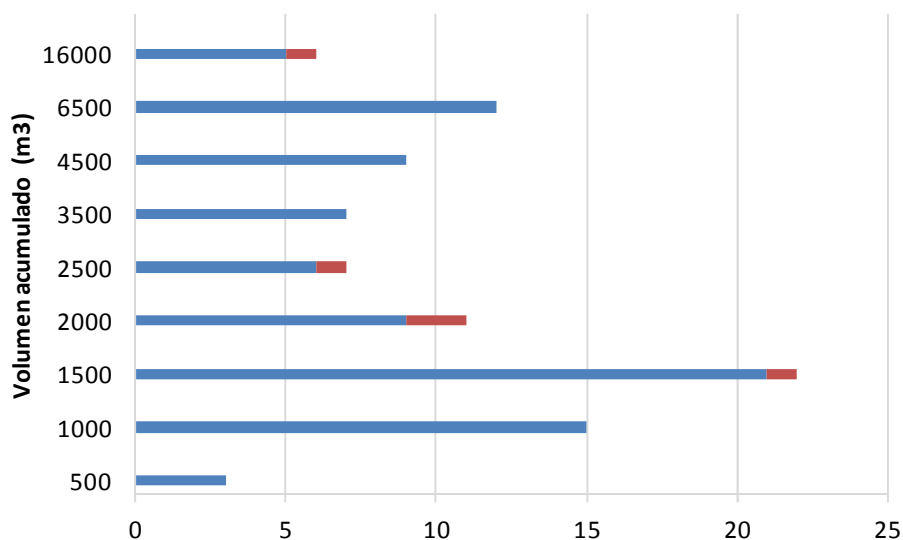


FIGURA 5.29 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M3 POR VOLUMEN ACUMULADO

Así como en el análisis por edad se podía establecer una relación entre las unidades defectuosas y esta, en el análisis en base al volumen acumulado, puede observarse como se detectan en diferentes rangos de volumen, eso sí, siempre a partir de volúmenes superiores a 1000 m<sup>3</sup>.

TABLA 5.20 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M3 POR VOLUMEN

Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
500	3	0	0%
1000	15	0	0%
1500	22	1	5%
2000	11	2	18%
2500	7	1	14%
3500	7	0	0%
4500	9	0	0%
6500	12	0	0%
16000	6	1	17%
	<b>92</b>	<b>5</b>	<b>5%</b>

Las curvas de error de los contadores también se han obtenido mediante la clasificación de los contadores en función de su volumen acumulado. Se muestra el

error promedio para cada grupo de volumen acumulado en la Tabla 5.21. Destaca como es a partir de los 1.500 m<sup>3</sup>, cuando los errores a caudales bajos se degradan con más intensidad. Hasta 1.000 m<sup>3</sup> se puede observar como los errores se mantienen estables.

TABLA 5.21 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR VOLUMEN DEL MODELO M3

Volumen acumulado (m3)		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
500	MEDIA	4,27	-1,82	0,57	1,37	1,66	0,40	-0,43	-0,85	-3,95
	DESV EST	0,30	1,98	0,73	0,84	0,15	0,35	0,80	1,02	1,49
1000	MEDIA	4,07	-0,50	0,91	1,57	1,94	0,33	0,01	-0,33	-3,07
	DESV EST	0,12	0,82	0,49	0,35	0,60	0,63	0,60	0,67	0,53
1500	MEDIA	7,03	-17,51	-5,50	-0,47	0,43	-1,28	-1,61	-2,12	-5,24
	DESV EST	5,77	29,77	13,94	2,92	2,17	2,03	1,86	2,01	2,61
2000	MEDIA	16,71	-35,29	-20,17	-15,45	-5,09	-4,82	-6,56	-8,58	-10,21
	DESV EST	25,43	38,89	31,77	32,23	8,96	4,51	6,40	7,98	7,42
2500	MEDIA	5,38	-9,18	-2,64	-0,06	0,96	-0,88	-1,26	-1,79	-4,57
	DESV EST	2,31	15,38	6,79	3,65	2,29	1,58	1,09	1,20	2,30
3500	MEDIA	12,06	-29,58	-13,65	-3,72	1,26	-0,36	-0,38	-1,91	-4,85
	DESV EST	14,97	47,12	37,21	14,16	0,63	0,75	0,83	3,04	2,25
4500	MEDIA	12,15	-25,16	-22,16	1,03	0,85	-0,81	-1,14	-1,51	-5,25
	DESV EST	14,98	42,13	43,32	0,94	0,43	0,27	0,16	0,19	1,80
6500	MEDIA	17,80	-45,02	-35,28	-4,52	-0,56	-1,09	-1,59	-2,13	-6,75
	DESV EST	16,74	47,87	46,98	8,34	2,33	0,70	0,63	0,71	2,58
16000	MEDIA	20,04	-38,37	-29,04	-17,45	-1,19	-1,56	-2,18	-3,85	-7,33
	DESV EST	27,79	44,73	42,60	35,92	1,91	0,95	1,21	3,04	3,12

Del estudio de las curvas de error en función del volumen acumulado (Figura 5.30) puede observarse como este no tiene una influencia en la degradación hasta los 1.000 m<sup>3</sup> acumulados. Como se ha visto anteriormente, es a partir de los 1.500 m<sup>3</sup> cuando se degrada sustancialmente el comportamiento del modelo, especialmente a caudales bajos.

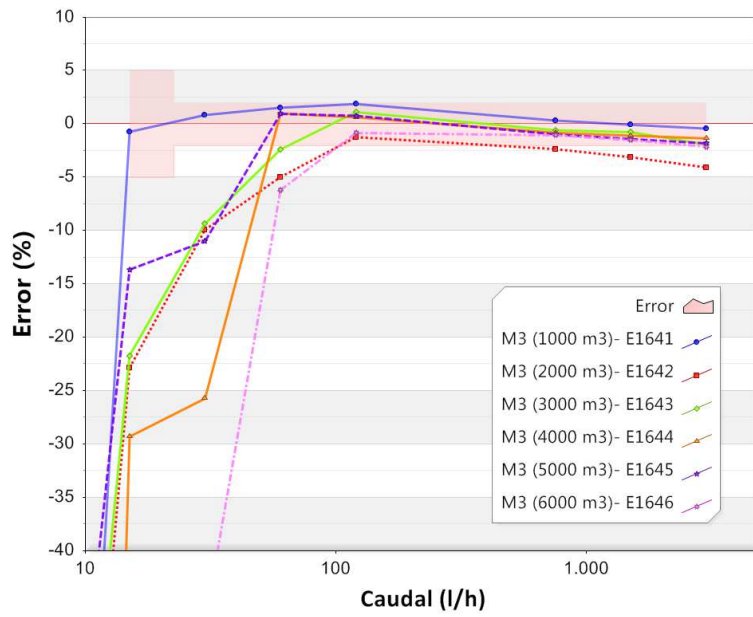


FIGURA 5.30 CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M3)

Este comportamiento también se observa en la representación de la evolución de los errores a cada caudal donde se evidencia un mayor deterioro en los caudales bajos a partir de los 1.500 m<sup>3</sup>.

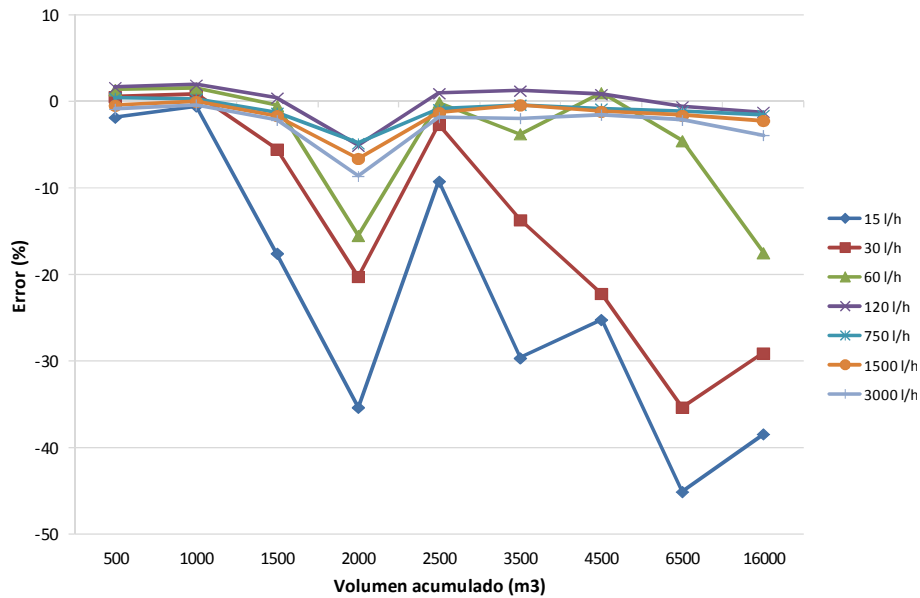


FIGURA 5.31 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M3)

De la misma forma que se ha realizado con la edad, se ha analizado la influencia que tiene el volumen acumulado con el error medio ponderado. Se ha obtenido el siguiente resultado:

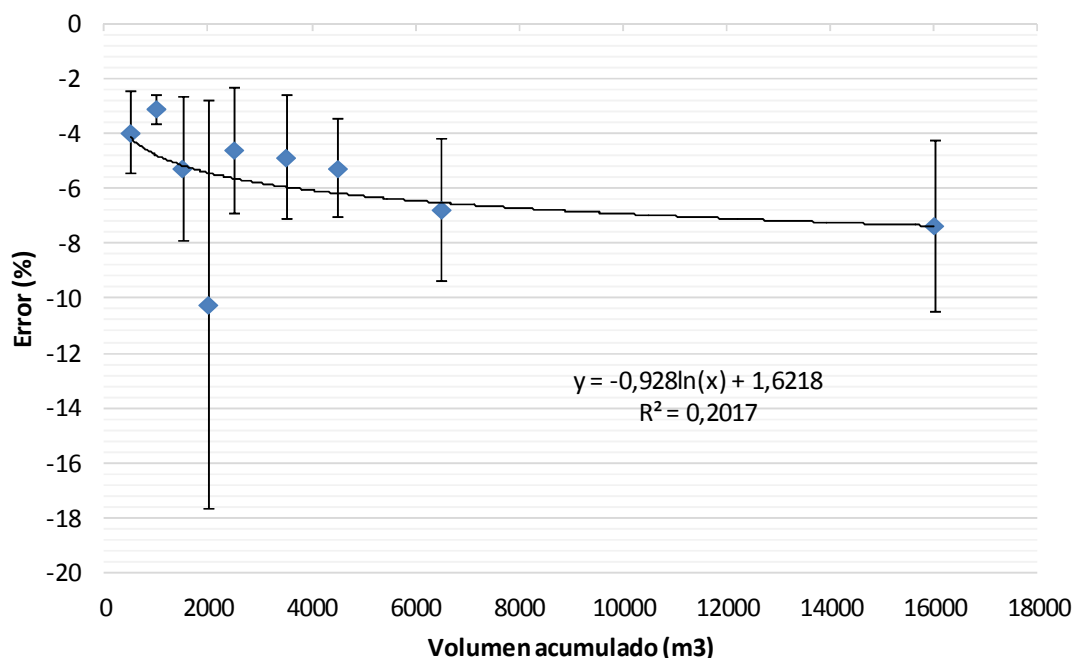


FIGURA 5.32 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M3 EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

Para el modelo M3, la regresión que mejor aproxima la evolución de su error medio ponderado en función del volumen acumulado, es la logarítmica. Se podría concluir que presenta una degradación más acusada hasta los 6.000 m<sup>3</sup>, llegando a valores del error próximos al -6%, siendo su degradación a partir de este volumen menos acusada.

Cabe destacar el error obtenido para el rango de 2.000 m<sup>3</sup> acumulados. En este rango, se detectan dos unidades con errores del -17,51% y -24,97% que no se han considerado defectuosas al no superar valor establecido del -50%. Estas dos unidades provocan que el error del rango y su desviación sean -10,03% y 10,27% respectivamente. Si se descartan ambas unidades los valores medios obtenidos serían -7,06% de error y una desviación del 4,07%. Representando la evolución de los errores con estos nuevos valores se obtendría la regresión mostrada en la Figura 5.33, la cual, evidentemente aproxima mejor que la anterior.

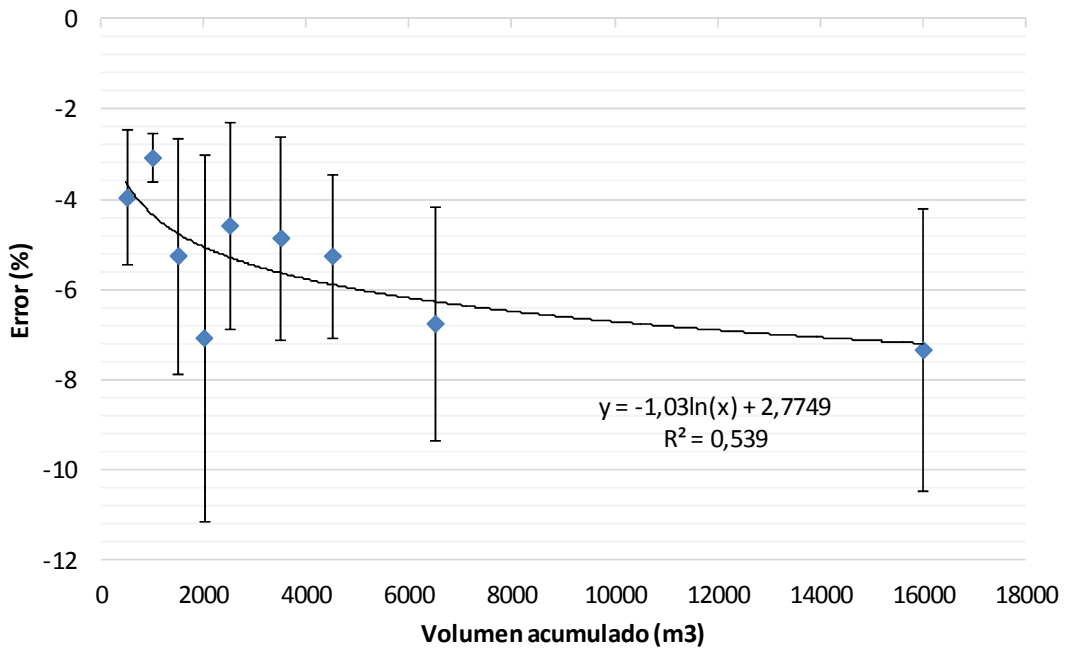


FIGURA 5.33 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M3 EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODIFICADA)

TABLA 5.22 ERROR MEDIO PONDERADO POR VOLUMEN DEL MODELO M3

Volumen acumulado (m³)	EMP	Desviación
500	-3,95	1,49
1000	-3,07	0,53
1500	-5,24	2,61
2000	-10,21	7,42
2500	-4,57	2,30
3500	-4,85	2,25
4500	-5,25	1,80
6500	-6,75	2,58
16000	-7,33	3,12

Una vez obtenidos de manera individual los modelos que mejor se ajustan a la degradación de los contadores en función de la edad y del volumen acumulado, se va a tratar de obtener un único modelo que englobe ambas variables y trate de explicar el comportamiento general del modelo de contador estudiado.

En la Figura 5.34 muestra la evolución del error medio ponderado en función tanto de la edad como del volumen acumulado. Esta representación permite comprender mejor

el comportamiento del modelo analizado en base a los dos parámetros. Puede observarse que en términos generales y siempre teniendo en cuenta el tamaño de la muestra para cada rango seleccionado, la dispersión de los errores aumenta con la edad. En general, para contadores de una misma edad su error aumenta con el volumen acumulado. Asimismo, para un mismo volumen acumulado, presentan mejor estado aquellos contadores con más edad (excepto para el rango de 3.000 m<sup>3</sup>), es decir, el modelo se deteriora menos al acumular un mismo volumen en más tiempo.

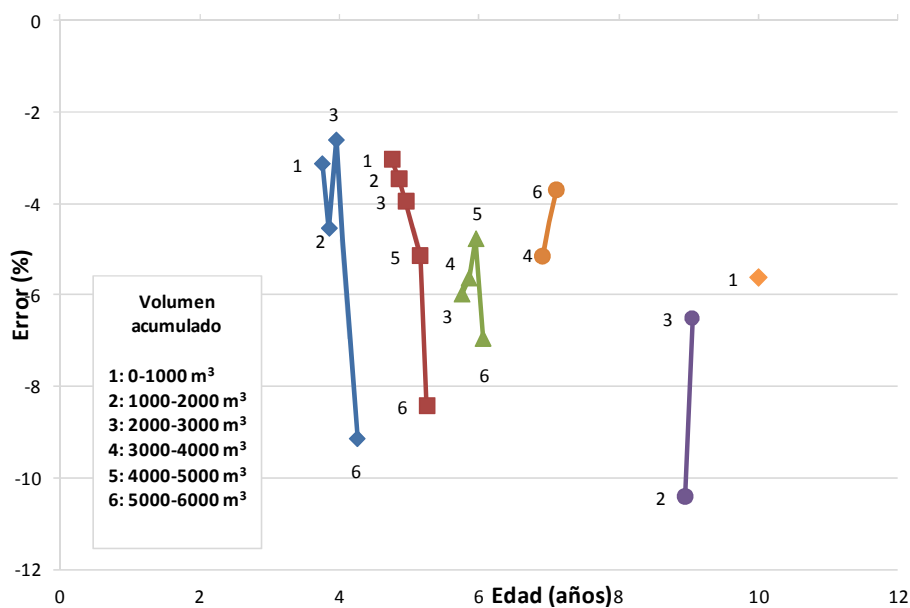


FIGURA 5.34 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M3 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO

Para obtener el modelo combinado, se han realizado diferentes regresiones múltiples tratando de buscar los parámetros más óptimos que mejor se adapten a los valores obtenidos. De esta forma, después de diversas iteraciones, el modelo que mejor se adapta a los resultados obtenidos es el siguiente:

$$\varepsilon_{global} = (-0,85 \cdot Edad) + (-0,00032 \cdot Vol) + 0,20$$

Obviamente, los coeficientes necesarios en la ecuación deben determinarse para cada modelo de contador. Esta regresión únicamente pretende ofrecer un orden de magnitud de la evolución del error global en función de ambas variables, pero resulta



evidente que la muestra analizada no es lo suficientemente representativa para conseguir que el modelo aproxime con detalle la evolución.

En la Figura 5.35 se representa tridimensionalmente la regresión obtenida para los dos parámetros de estudio, donde se puede observar la mayor influencia en el error global de la edad frente al volumen acumulado.

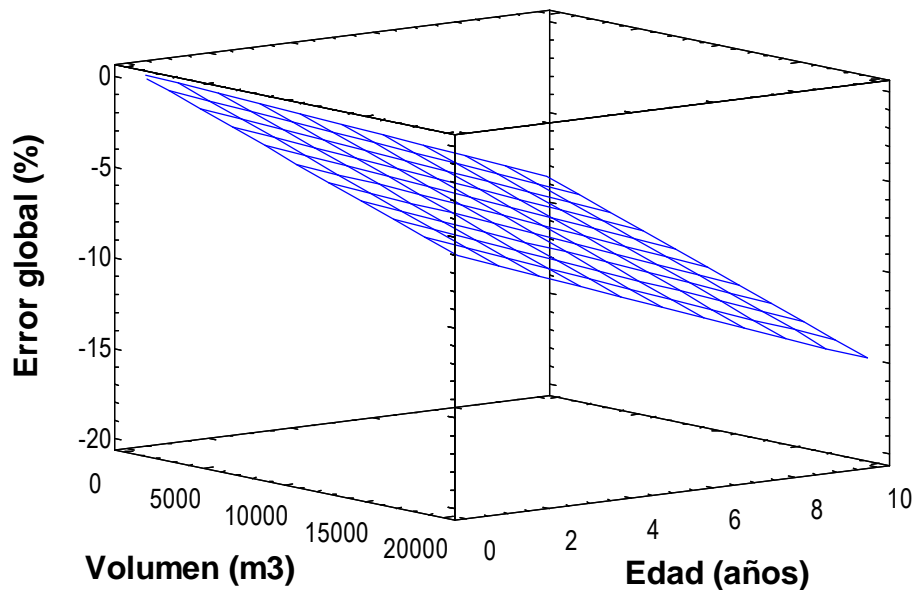


FIGURA 5.35 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M3 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO. MODELO COMBINADO

#### 5.4.2.2 Análisis de la degradación del modelo M4

El contador modelo M4 es un contador volumétrico de pistón rotativo y clase metrológica C. Se han analizado un total de 98 contadores, todos con una longitud de 115 mm.

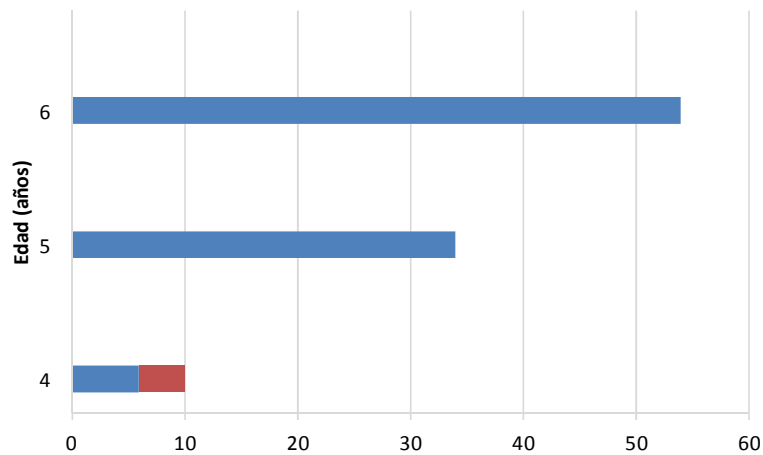


FIGURA 5.36 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M4 POR EDAD

Una vez ensayados los contadores se obtienen los errores a cada caudal, su desviación estándar así como su error medio ponderado. Previamente a su análisis en detalle se detectan los contadores considerados defectuosos. Estos, agrupados por rangos de edad se muestran en la Tabla 5.23.

TABLA 5.23 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M4 POR EDAD

Edad (años)	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
4	10	4	40%
5	34	0	0%
6	54	0	0%
	<b>98</b>	<b>4</b>	<b>4%</b>

El porcentaje total de contadores defectuosos supone un 4%, todos ellos correspondientes a una edad de 4 años. Este porcentaje se asemeja al del anterior modelo analizado M3 también volumétrico, pero a diferencia de este, las unidades defectuosas del modelo M4 no estaban completamente paradas, sino que presentaban errores medios ponderados elevados, pero sin llegar al -100%. Eliminadas estas unidades, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.24.

TABLA 5.24 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN PARA EL MODELO M4

		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
M4	MEDIA	13,48	-47,30	-19,65	-6,17	-3,23	-4,58	-6,01	-7,37	-9,62
	DESV EST	10,26	39,62	26,04	6,50	3,86	2,69	2,72	2,80	3,81

Al igual que ocurría con el modelo M3, puede observarse como los valores obtenidos nada tienen que ver con los propios de un contador en condiciones iniciales de esta tecnología de medición. Pero para este modelo, los valores son más preocupantes. Elevados son tanto los errores como sus desviaciones, lo que evidencia el deterioro que sufre el contador en uso. Si se recuerdan los valores promedios del error inicial que presentan contadores de esta tipología, estos estaban en torno al -1%, por lo que la degradación media de este modelo con un error medio ponderado de -9,62%, supera el 8,5%. Si la comparación del modelo M3 (volumétrico) con el M2 (velocidad chorro único) ya evidenciaba unas diferencias difíciles de justificar, la comparativa con el modelo M4, evidentemente resulta más inquietante.

Es evidente que los caudales que más se deterioran son los más bajos. Este aspecto debe analizarse con detalle para este modelo ya que, precisamente este tipo de contador destaca por la gran precisión a caudales bajos. Se deberá observar cuán rápido pierde esta precisión. Asimismo relevante resulta el hecho de que los errores obtenidos a cada caudal ensayado sean todos ellos negativos y con unos valores especialmente bajos, como puede observarse en la Figura 5.37.

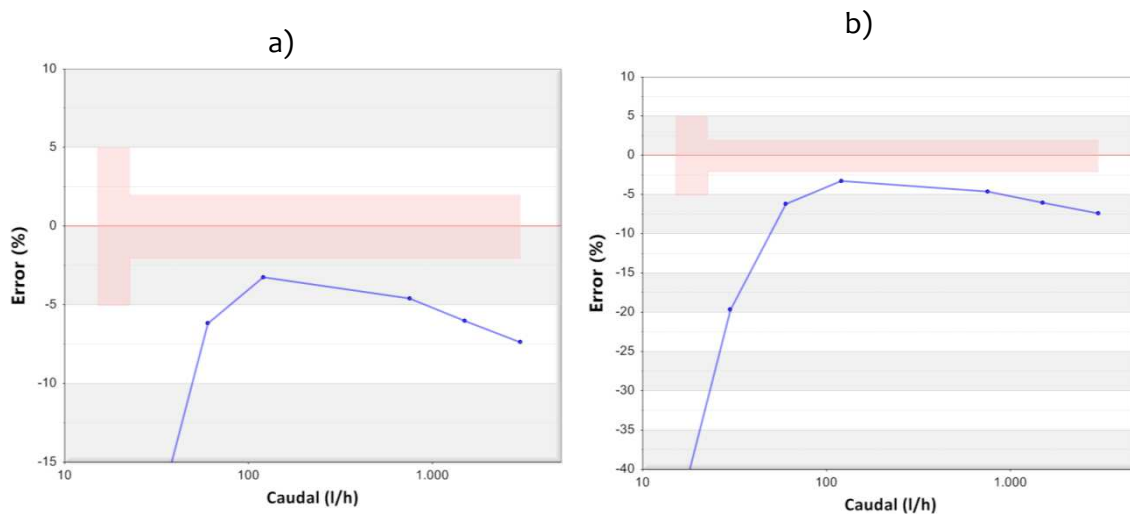


FIGURA 5.37 CURVA DE ERROR MEDIA DEL MODELO M4

La curva de error media de toda la muestra analizada, muestra el comportamiento comentado. Presenta un gran deterioro tanto a caudales bajos como a caudales medios y altos.

Se han detectado un total de 5 contadores que presentaban sobrecontaje al caudal 120 l/h, lo que supone un 5,1% de la muestra analizada. Se ha considerado sobrecontaje a aquel error superior al 2%, que representa el valor máximo admitido al caudal estudiado para contadores nuevos. El error medio de las 5 unidades a este caudal es de 2,5%, alcanzando un valor máximo del 3,0%.

Analizados los resultados medios correspondientes a toda la muestra, se analizan a continuación los mismos parámetros pero distribuidos los contadores por edad. En la Tabla 5.25 puede observarse cómo evoluciona el modelo en función de la edad. Progresivamente va perdiendo precisión, con lo que la curva va desplazándose hacia valores de error más negativos.

TABLA 5.25 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR EDAD DEL MODELO M4

Edad (años)		Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP
4	MEDIA	10,45	-39,09	-8,16	-2,16	-1,17	-2,69	-4,08	-5,63	-7,29
	DESV EST	7,95	46,78	13,08	6,00	3,67	2,47	2,57	3,16	3,07
5	MEDIA	11,48	-42,24	-13,62	-4,65	-2,16	-4,08	-5,65	-6,91	-8,75
	DESV EST	8,09	37,85	18,97	5,86	3,30	2,48	2,72	2,77	3,21
6	MEDIA	15,08	-51,40	-24,73	-7,57	-4,14	-5,11	-6,45	-7,85	-10,42
	DESV EST	11,48	40,18	29,75	6,64	4,00	2,72	2,66	2,70	4,05

Puede observarse como la degradación más significativa se produce especialmente en los caudales bajos, así como también en los medios. En los caudales altos el comportamiento del modelo se mantiene más estable, aunque su deterioro es evidente (Figura 5.38). Asimismo se puede observar que en la muestra de 4 años de edad todos los errores ya presentan errores negativos.

Como se comentaba en diferentes ocasiones en el Capítulo 4, la curva de error de los contadores volumétricos es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h. Esta circunstancia también se aprecia en las curvas obtenidas de los contadores retirados de campo, pero si bien en origen este máximo se aproximaba al 2%, en la curva media obtenida el valor se encuentra en torno al -3%.

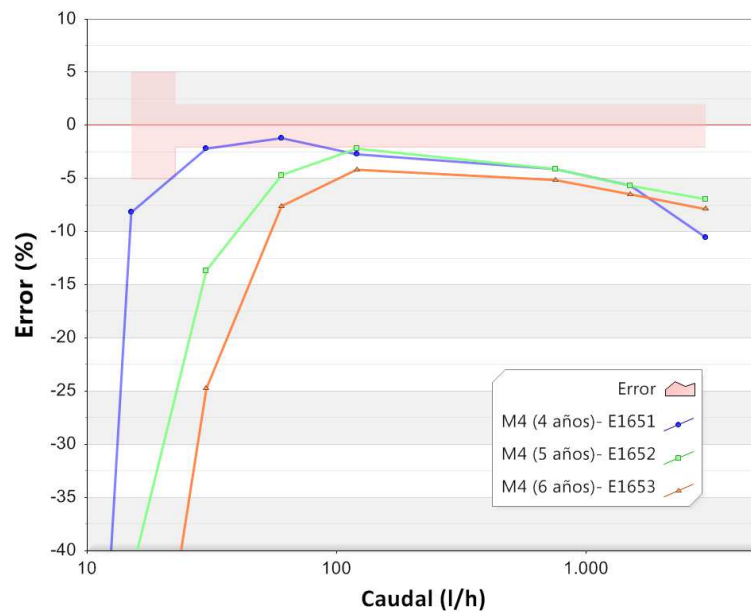


FIGURA 5.38 CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M4)

Visto que el deterioro es más acusado a caudales bajos, resulta interesante graficar la evolución del error a cada caudal para así disponer del orden de magnitud en su variación. Puede verse en la Figura 5.39 como los caudales medio-altos mantienen sus errores más acotados a lo largo del tiempo, mientras que los errores a caudales bajos aumentan con el paso de los años. Tanto para el caudal de 30 l/h como especialmente para el de 15 l/h, puede comprobarse como su deterioro es más acusado.

Así como para el modelo M3 los errores a caudal 15 l/h se encontraban en valores del -15% para una edad de 5 años y del -30% para una edad de 6 años, para el modelo actual los valores son más negativos, ya que superan el -40% y el -50%, respectivamente.

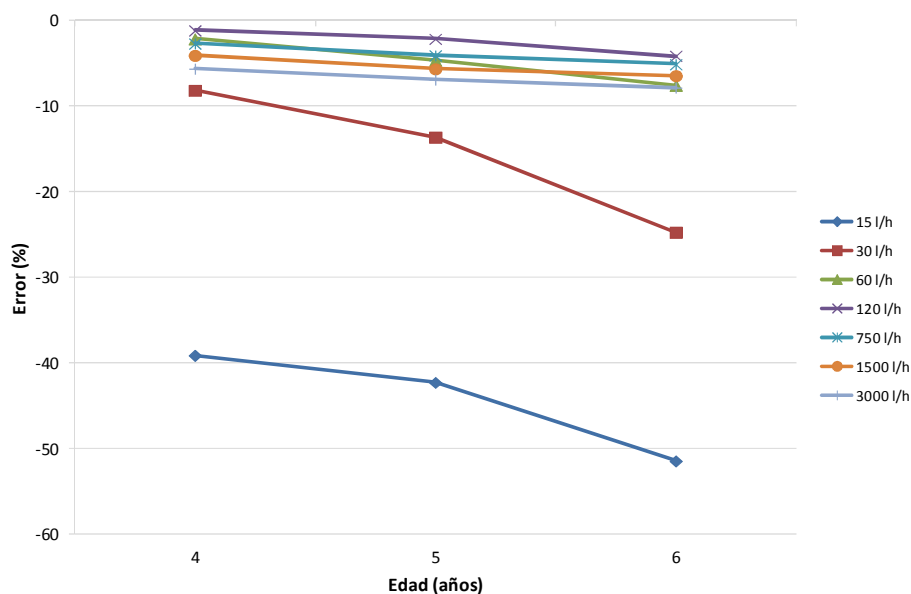


FIGURA 5.39 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DE LA EDAD (MODELO M4)

De la observación de las anteriores gráficas así como del análisis de los resultados, se aprecia que ya con 4 años de antigüedad, el modelo ha perdido la gran precisión que tenía en origen a caudales bajos. Precisión que muchas veces es la que condiciona y motiva la elección de este tipo de contador, aun suponiendo un sobrecoste importante frente a otras alternativas. Se verá si en el análisis en función del volumen acumulado puede determinarse hasta que volumen mantiene sus excelentes condiciones iniciales.

Una vez analizados los diferentes errores a cada caudal, resta por estudiar la evolución del error medio ponderado. Puede observarse como la evolución del error medio ponderado en función de la edad sigue una tendencia lineal decayendo desde un error inicial de estudio (4 años) próximo al -8% para llegar a errores próximos al -10%. Por lo tanto, la degradación anual del modelo M4 resulta aproximadamente del -1,56%, como puede verse en la Figura 5.40.

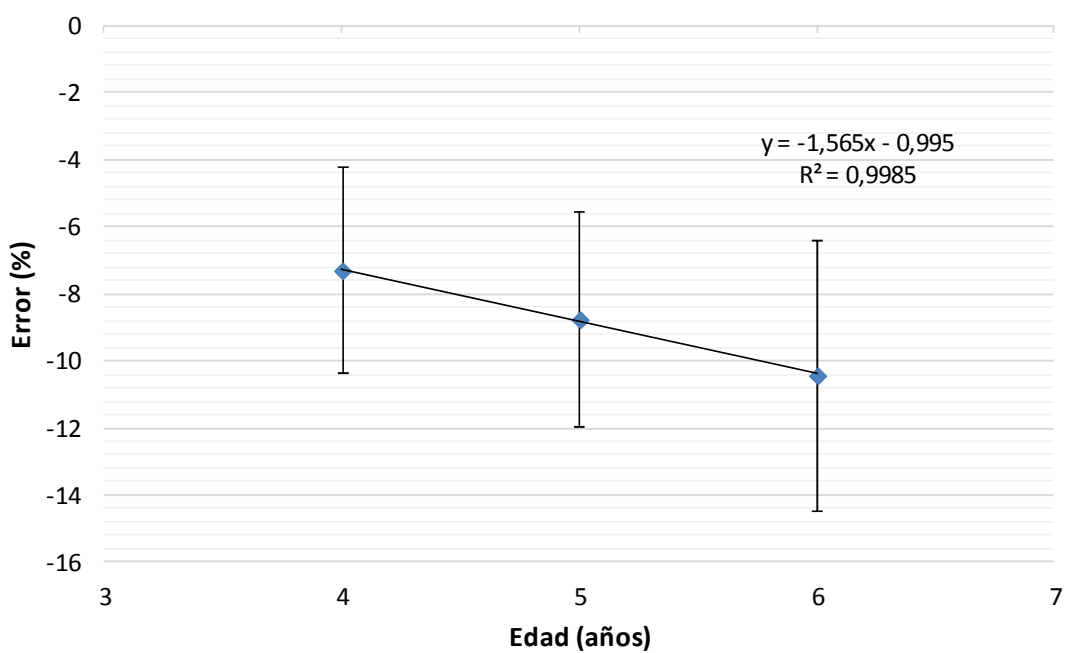


FIGURA 5.40 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M4 EN FUNCIÓN DE LA EDAD

TABLA 5.26 ERROR MEDIO PONDERADO POR EDAD DEL MODELO M4

Edad (años)	EMP	Desviación
4	-7,29	3,07
5	-8,75	3,21
6	-10,42	4,05

De igual forma que se ha realizado en función de la edad, se ha distribuido la muestra de contadores en función del volumen acumulado, identificando las unidades defectuosas.

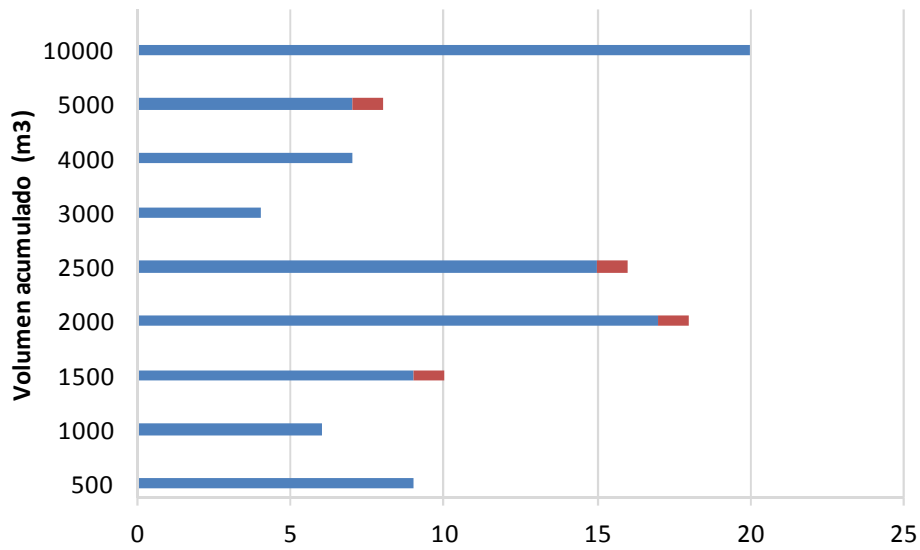


FIGURA 5.41 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES DEL MODELO M4 POR VOLUMEN ACUMULADO

Así como en el análisis por edad se podía establecer una relación entre las unidades defectuosas y esta, en el análisis en base al volumen acumulado, puede observarse como se detectan en diferentes rangos de volumen, eso sí, siempre a partir de volúmenes superiores a 1.000 m<sup>3</sup>.

TABLA 5.27 CONTADORES ENSAYADOS DEL MODELO M4 POR VOLUMEN

Volumen	Muestra	Defectuosos	% Defectuosos
500	9	0	0%
1000	6	0	0%
1500	10	1	10%
2000	18	1	6%
2500	16	1	6%
3000	4	0	0%
4000	7	0	0%
5000	8	1	13%
10000	20	0	0%
	<b>98</b>	<b>4</b>	<b>4%</b>



Las curvas de error de los contadores también se han obtenido mediante la clasificación de los contadores en función de su volumen acumulado. Se muestra el error promedio para cada grupo de volumen acumulado en la Tabla 5.28. Destaca como ya a partir de los 500 m<sup>3</sup>, los errores a caudales bajos presentan una degradación acusada.

TABLA 5.28 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DEGRADACIÓN POR VOLUMEN DEL MODELO M4

Volumen	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	EMP	
500	MEDIA	6,98	-15,72	-7,51	-2,19	-0,57	-2,07	-2,96	-4,18	-6,08
	DESV EST	6,58	31,35	17,26	7,68	4,27	3,27	3,13	3,07	4,45
1000	MEDIA	8,05	-26,32	-4,21	-1,39	-0,55	-2,72	-4,60	-6,38	-6,86
	DESV EST	5,63	35,93	1,42	1,69	1,53	1,03	1,61	1,66	0,43
1500	MEDIA	13,46	-31,67	-26,29	-4,65	-2,51	-4,23	-5,88	-7,42	-8,94
	DESV EST	15,10	38,38	41,01	6,63	4,14	2,81	2,82	2,83	4,29
2000	MEDIA	11,70	-42,02	-12,68	-2,90	-1,64	-3,85	-5,35	-6,82	-8,41
	DESV EST	9,06	38,25	22,70	2,81	2,20	1,97	2,07	2,31	1,92
2500	MEDIA	12,37	-43,85	-16,36	-4,57	-2,21	-4,04	-5,93	-7,08	-8,84
	DESV EST	9,69	40,33	24,02	4,55	3,12	2,44	2,82	2,92	3,30
3000	MEDIA	13,94	-60,65	-16,04	-7,39	-3,94	-5,79	-7,33	-9,20	-10,82
	DESV EST	7,42	43,25	7,05	3,99	2,40	2,42	2,28	2,24	3,12
4000	MEDIA	16,82	-53,44	-31,34	-11,83	-5,85	-6,12	-7,26	-8,58	-11,81
	DESV EST	14,00	42,46	35,97	12,28	6,65	4,33	4,43	4,67	6,26
5000	MEDIA	11,59	-45,88	-16,37	-7,11	-2,82	-4,91	-6,47	-8,18	-9,68
	DESV EST	6,76	37,12	10,70	4,96	2,49	1,90	2,10	2,62	2,75
10000	MEDIA	19,78	-77,59	-32,94	-11,51	-6,76	-6,57	-7,62	-8,67	-12,91
	DESV EST	9,44	28,29	26,68	3,64	2,11	1,14	1,01	0,92	1,89

Del estudio de las curvas de error en función del volumen acumulado (Figura 5.42) puede observarse como para la muestra de contadores con 1.000 m<sup>3</sup> acumulados el comportamiento está bastante deteriorado, aumentado la degradación progresivamente con el volumen.

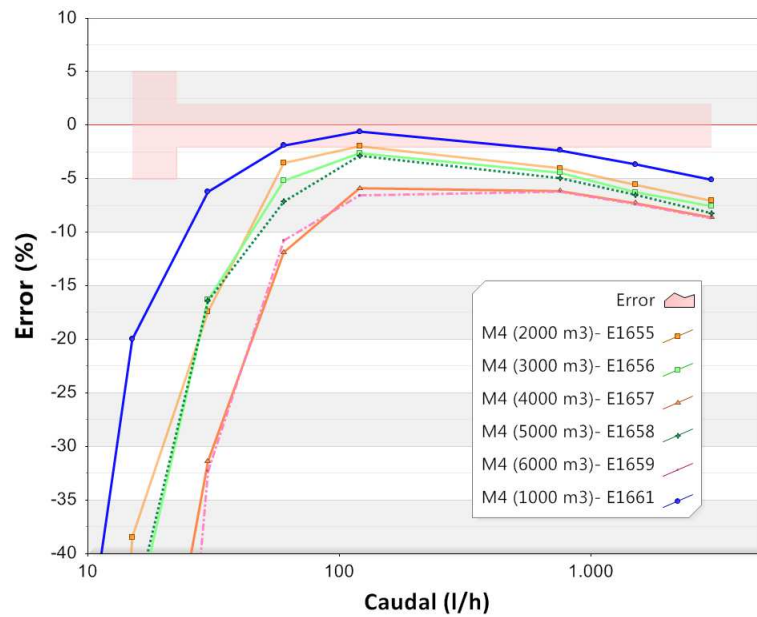


FIGURA 5.42 CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M4)

Este comportamiento también se observa en la representación de la evolución de los errores a cada caudal donde se evidencia un mayor deterioro en los caudales bajos a partir de los 500 m<sup>3</sup>. Curioso resulta el hecho de que a 30 l/h el error del rango de 1.000 m<sup>3</sup> de volumen acumulado sea mejor que el de 500 m<sup>3</sup>. Circunstancias como esta deben de analizarse con detalle para descartar cualquier error en el procedimiento de ensayo. En este caso se comprobó de la existencia de una unidad cuyo error era muy bajo provocando que la media de los resultados de la muestra fuera la grafiada.

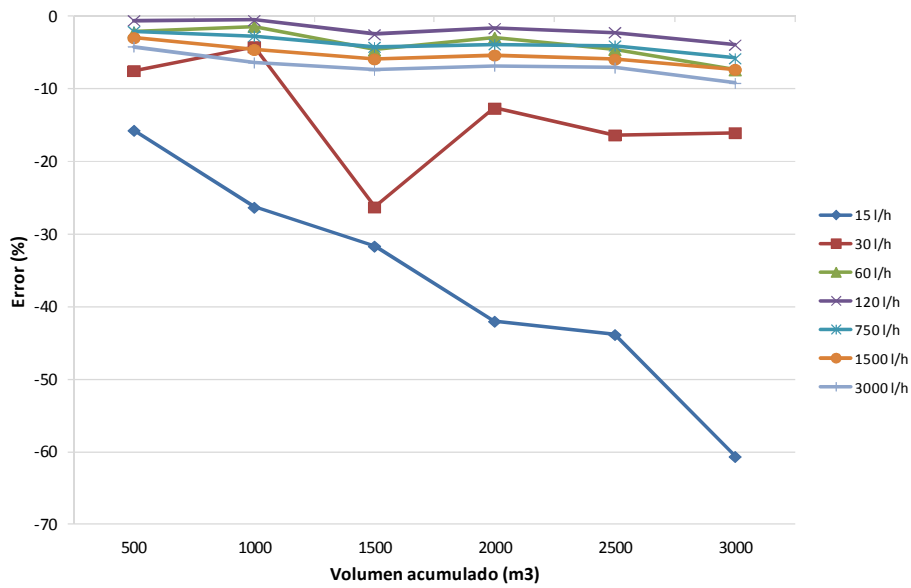


FIGURA 5.43 EVOLUCIÓN DEL ERROR A CADA CAUDAL EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO (MODELO M4)

De la misma forma que se ha realizado con la edad, se ha analizado la influencia que tiene el volumen acumulado con el error medio ponderado. Se ha obtenido el siguiente resultado:

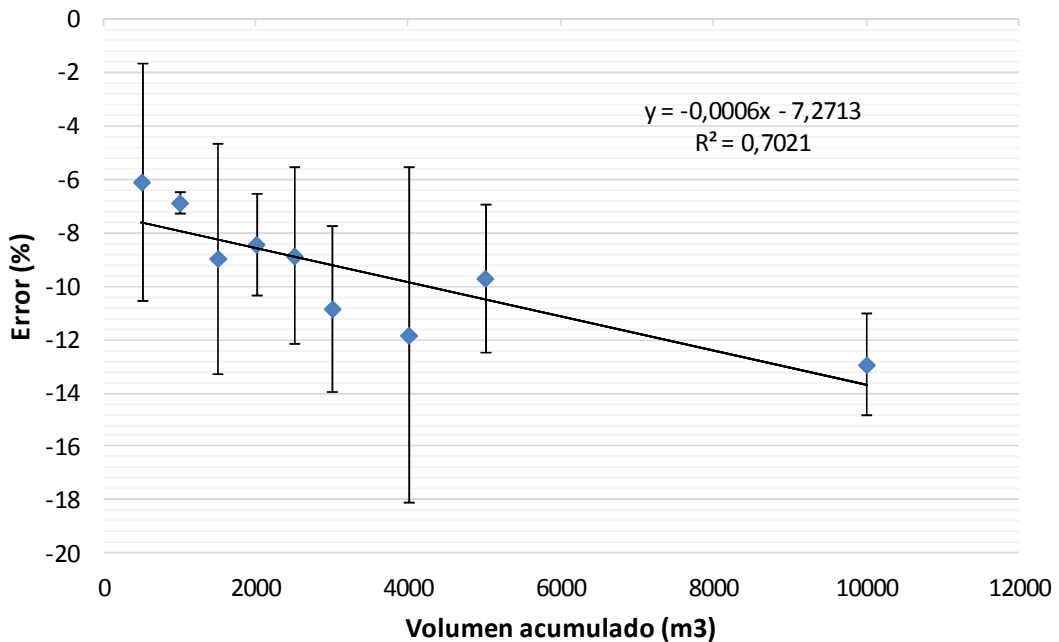


FIGURA 5.44 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M4 EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

La evolución del error medio ponderado en función del volumen acumulado para el modelo M4 sigue una tendencia lineal, decayendo desde un error a los 500 m<sup>3</sup> acumulados próximo al -6% para llegar a errores próximos al -13%. Por lo tanto, la degradación del modelo M4 resulta aproximadamente del -0,68% cada 1.000 m<sup>3</sup>.

TABLA 5.29 ERROR MEDIO PONDERADO POR VOLUMEN DEL MODELO M4

Volumen	EMP	Desviación
500	-6,08	4,45
1000	-6,86	0,43
1500	-8,94	4,29
2000	-8,41	1,92
2500	-8,84	3,30
3000	-10,82	3,12
4000	-11,81	6,26
5000	-9,68	2,75
10000	-12,91	1,89

Una vez obtenidos de manera individual los modelos que mejor se ajustan a la degradación de los contadores en función de la edad y del volumen acumulado, se va a tratar de obtener un único modelo que englobe ambas variables y trate de explicar el comportamiento general del modelo de contador estudiado.

En la Figura 5.45 muestra la evolución del error medio ponderado en función tanto de la edad como del volumen acumulado. Esta representación permite comprender mejor el comportamiento del modelo analizado en base a los dos parámetros. Puede observarse que en términos generales y siempre teniendo en cuenta el tamaño de la muestra para cada rango seleccionado, la dispersión de los errores disminuye con la edad, contrariamente a lo observado en los modelos anteriores. En términos generales, para contadores de una misma edad su error aumenta con el volumen acumulado. Resulta destacable que, al contrario de lo que ocurría con el anterior modelo analizado también volumétrico, en el que aquellos contadores que acumulaban un mismo volumen acumulado progresivamente, es decir, con más tiempo, se encontraban en mejores condiciones, en algunos de los rangos estudiados para este modelo ocurre lo contrario. Es decir, se detecta que para un mismo volumen acumulado (excepto para 1.000 m<sup>3</sup> y 5.000 m<sup>3</sup>), se encuentran en mejores condiciones aquellos contadores que lo han acumulado con menos tiempo, es decir, tienen menos edad.

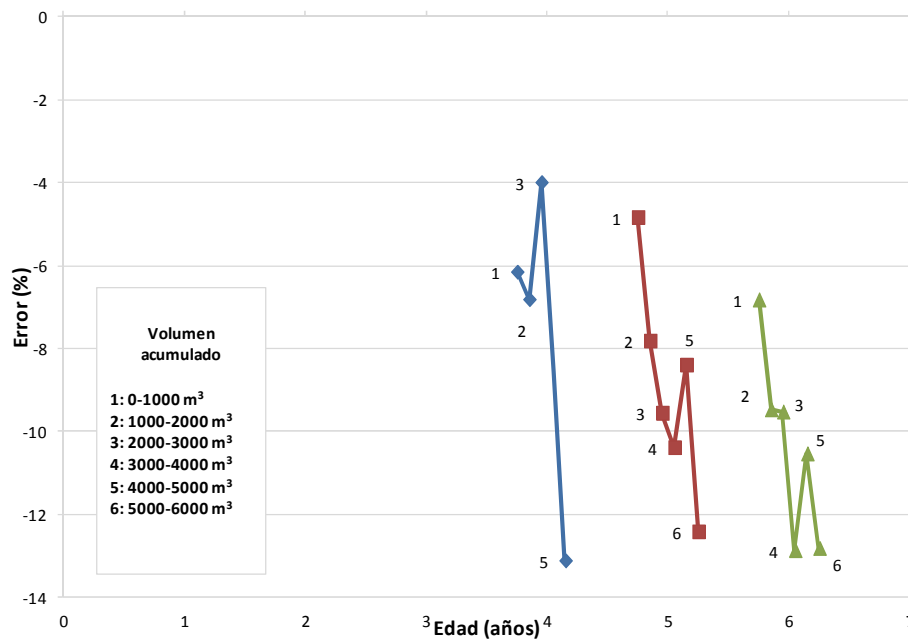


FIGURA 5.45 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M4 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO

Para obtener el modelo combinado, se han realizado diferentes regresiones múltiples tratando de buscar los parámetros más óptimos que mejor se adapten a los valores obtenidos. De esta forma, después de diversas iteraciones, el modelo que mejor se adapta a los resultados obtenidos es el siguiente:

$$\varepsilon_{global} = (-1,13 \cdot Edad) + (-0,00084 \cdot Vol) - 0,85$$

Obviamente, los coeficientes necesarios en la ecuación deben determinarse para cada modelo de contador. Esta regresión únicamente pretende ofrecer un orden de magnitud de la evolución del error global en función de ambas variables, pero resulta evidente que la muestra analizada no es lo suficientemente representativa para conseguir que el modelo aproxime con detalle la evolución.

En la Figura 5.46 se representa tridimensionalmente la regresión obtenida para los dos parámetros de estudio, donde se puede observar la mayor influencia en el error global del volumen acumulado frente a la edad.

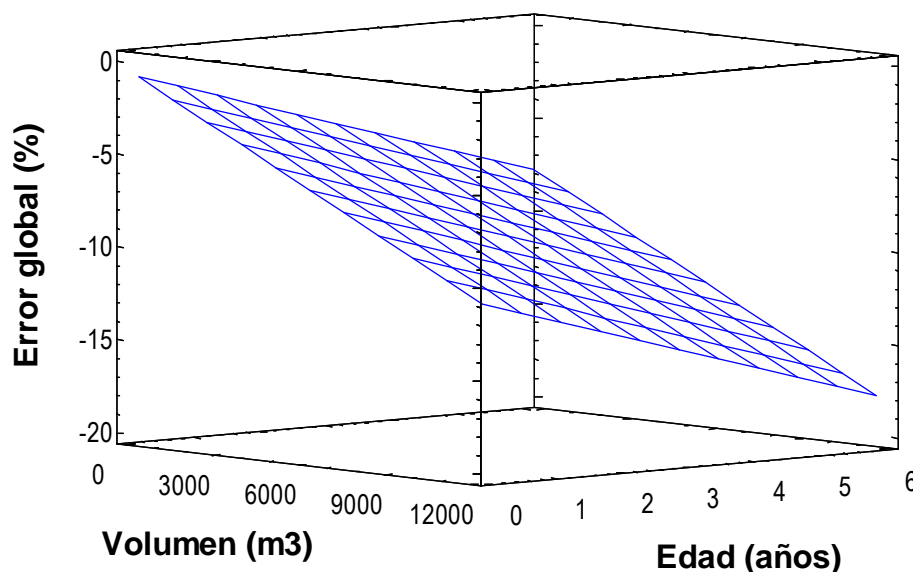


FIGURA 5.46 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DEL MODELO M4 EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO. MODELO COMBINADO

### 5.4.3 Discusión de los resultados de degradación en contadores domésticos

Se han analizado un total de 1.413 contadores correspondientes a dos tecnologías de medición y a cuatro modelos diferentes. En la Tabla 5.30 se muestran algunos de los datos generales obtenidos del análisis. El error medio ponderado total por modelo se ha calculado teniendo en cuenta la proporción y errores, tanto de los contadores válidos como de aquellos considerados defectuosos, según la siguiente expresión:

$$\varepsilon_{\text{total}} = \varepsilon_{\text{válidos}} \cdot \%_{\text{válidos}} + \varepsilon_{\text{defectuosos}} \cdot \%_{\text{defectuosos}}$$

TABLA 5.30 RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO DE DEGRADACIÓN

	M1	M2	M3	M4
<b>Muestra</b>	817	406	92	98
<b>% Válidos</b>	98,3	99,5	94,6	95,9
<b>% Defectuosos</b>	1,7	0,5	5,4	4,1
<b>EMP válidos</b>	-7,77	-4,66	-5,59	-9,62
<b>EMP defectuosos</b>	-77,06	-76,34	-100	-23,31
<b>EMP total</b>	-8,96	-5,01	-10,72	-10,18

	M1	M2	M3	M4
Degradación estimada	-5,66	-1,71	-9,64	-9,10

Uno de los primeros datos obtenidos ha sido el porcentaje de contadores defectuosos. Como puede observarse, la presencia de unidades defectuosas es más acusada en los modelos volumétricos, llegando a valores del 5,4% en el modelo M3. En cambio, en los contadores de velocidad este porcentaje es más reducido, destacando el modelo M2, ya que las unidades defectuosas únicamente representan el 0,5%.

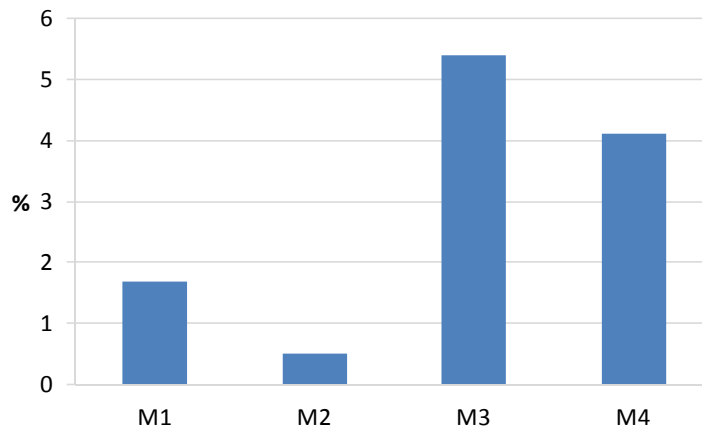


FIGURA 5.47 PORCENTAJE DE CONTADORES DEFECTUOSOS

De los resultados obtenidos, el más sorprendente es el de los errores medios ponderados por tecnología de medición. Si se recuerdan los valores de los errores globales obtenidos para contadores nuevos, para los contadores volumétricos se obtenían valores próximos al -1%, mientras que para los contadores de velocidad chorro único, los valores se encontraban en torno al -3,3%.

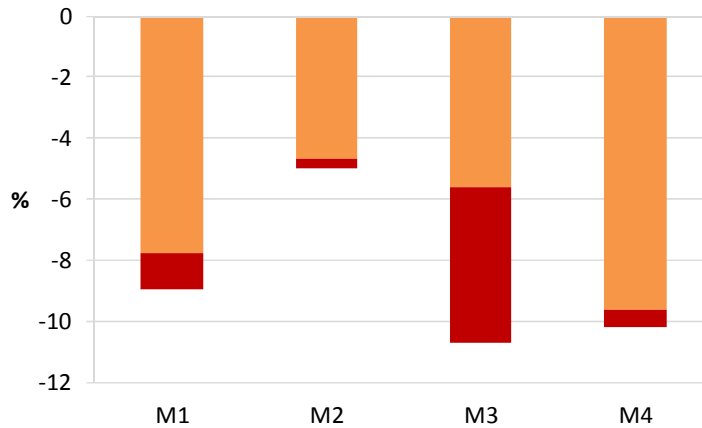


FIGURA 5.48 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES EN USO

Si se observan los valores de estos errores obtenidos para contadores domésticos en uso (Figura 5.48), el resultado es evidente. Los contadores volumétricos se degradan rápidamente llegando a alcanzar valores superiores al -10%. Por lo tanto su degradación media podría asumirse en un -9,37%. En cambio, los contadores de velocidad chorro único, demuestran que son más robustos. Su degradación es mucho menor y esta depende fuertemente del modelo analizado. Así como el modelo M1 alcanza un error global próximo al -9%, el modelo M2 obtiene un error muy destacable del -5%. Por lo tanto para estos modelos la degradación sufrida ha sido del -5,7% y del -1,7%, respectivamente (Figura 5.49). En la Figura 5.48 se muestra el error global total diferenciando por modelo, así como la proporción del error que tanto los contadores válidos como defectuosos provocan en el resultado total.

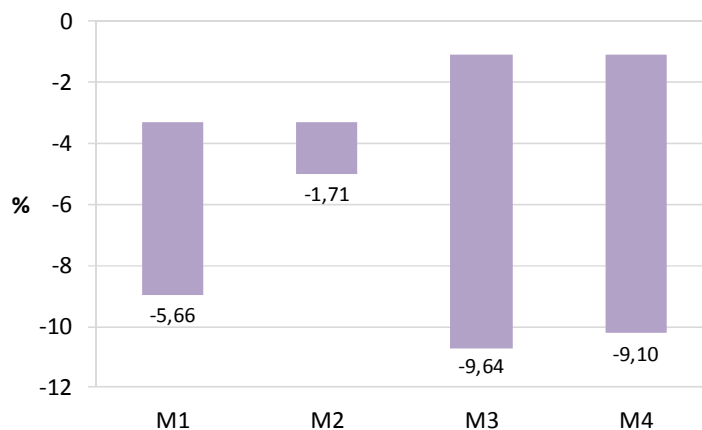


FIGURA 5.49 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO



Los errores globales anteriores, y por lo tanto también el cálculo de su degradación, corresponden al resultado medio de toda la muestra analizada. Visto que en función del modelo, las muestras analizadas poseen diferentes rangos tanto de edad como de volumen, si se pretende realizar una comparación entre modelos o entre tecnologías de medición en condiciones similares, debe de realizarse esta para una misma edad o volumen acumulado. A la vista de que los volúmenes acumulados por modelo son relativamente del mismo orden, se obtendrán los errores globales y sus degradaciones en función de la edad. Los datos anteriores son el resultado del análisis de cada modelo en función de los rangos de edad estudiados. Las edades máximas de cada modelo analizado son las que se muestran en la Tabla 5.31. Por lo tanto queda claro que los errores globales de los modelos M1 y M3, correspondientes a edades de 9 y 10 años respectivamente, aparentemente deben de ser peores que los de los modelos M2 y M4 ya que su edad máxima analizada corresponde a los 6 años.

TABLA 5.31 EDAD MÁXIMA ANALIZADA POR MODELO

	M1	M2	M3	M4
Edad máxima (años)	9	6	10	6

Así, la comparativa en función de la edad debería realizarse comparando los errores medios ponderados que cada modelo ha obtenido para la edad máxima común, es decir, 6 años.

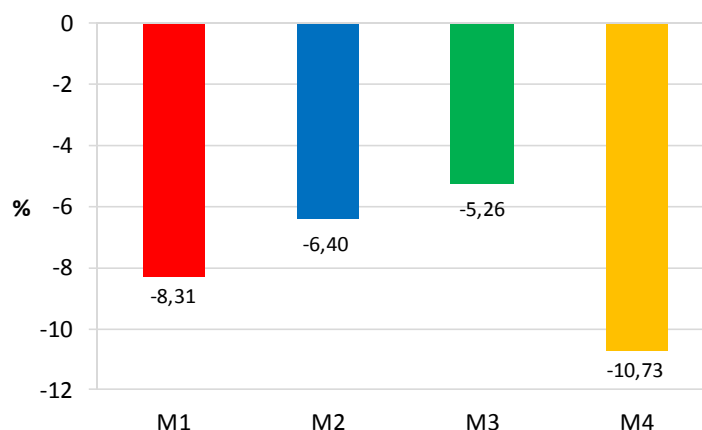


FIGURA 5.50 ERRORES MEDIOS PONDERADOS DE CONTADORES EN USO CON UNA EDAD DE 6 AÑOS

Con los resultados comparables mostrados en la Figura 5.50, puede concluirse que el modelo que presenta mejor error global a la edad de 6 años es el modelo M3 (volumétrico clase C). Evidentemente este resultado era esperable, asumiendo la mejor calidad tanto en componentes como en el proceso de fabricación que poseen estos contadores. A continuación destaca el error global del modelo M2, ya que este obtiene un valor próximo al anterior, más tratándose de un contador de velocidad chorro único clase B. Con un error de -8,31% se encuentra en tercer lugar el modelo M1, que aunque el valor de su error es alto, resulta lógico por tratarse de un contador de su clasificación. Por último, destaca negativamente el resultado del modelo M4, ya que tratándose de un contador volumétrico y clase C, no es aceptable que con un error de -10,73%, contadores con una tecnología y clasificación inferior obtengan resultados bastante mejores.

Dejando por un momento el análisis en detalle de la degradación, los resultados mostrados en la Figura 5.50 ofrecen un escenario muy importante a tener presente en la gestión del parque de contadores en particular y del abastecimiento en general. Los valores mostrados indican que, aproximadamente a los 6 años, el parque de contadores doméstico puede tener un error global próximo al -7,73% (obtenido en base a la muestra y al error de cada modelo a la edad de 6 años). Este error global se convierte en -8,02% si se tiene en cuenta toda la muestra analizada. Estos valores, aisladamente, ofrecen orden de magnitud de los errores de medición a los que se encuentra un parque de contadores relativamente joven. Con ellos ya se dispone de un valor a considerar dentro de los componentes de las pérdidas comerciales. Aparte aún quedaría por determinar los demás componentes, tanto los correspondientes a los errores en el tratamiento de los datos, como a los consumos no autorizados (conexiones ilegales, manipulaciones de los contadores, reconexiones no autorizadas, mal uso de los hidrantes,...).

Pero si se compara con las condiciones iniciales, en las que de la misma forma que se ha calculado el error a los 6 años, se obtiene que en el inicio el error de medición es del -3%, indica que en 6 años la precisión en la medición se ha degradado un 4,73%. Por lo tanto, la tasa de degradación anual es del orden del 0,79%. Si se considera toda la muestra, la degradación resulta de un -5,02% por lo que la tasa de degradación anual será del -0,84%.

Continuando con el análisis por modelo, si se compara la degradación a esta misma edad, se obtienen los resultados mostrados en la Figura 5.51.

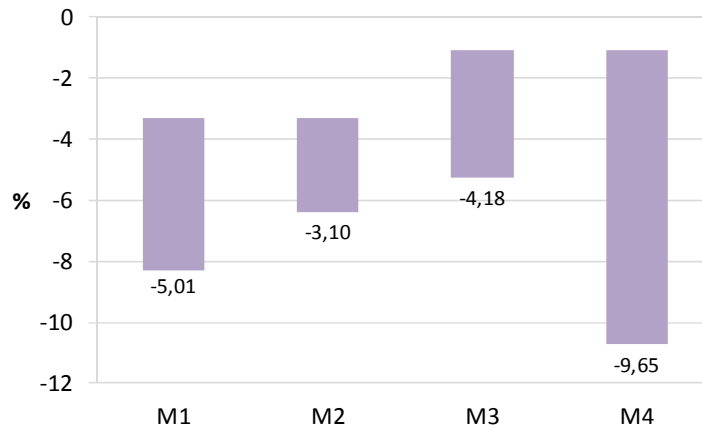


FIGURA 5.51 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO DE CONTADORES CON UNA EDAD DE 6 AÑOS

Una vez más destaca el modelo M2 por su buen resultado ya que presenta la menor degradación de los modelos analizados, mejorando en este aspecto a los contadores volumétricos. Asimismo pero en sentido contrario, destaca el modelo M4 por presentar la mayor degradación, siendo un contador volumétrico y clase C.

Aunque se ha visto que la degradación depende fuertemente del modelo analizado, los valores medios de esta en función de la tecnología de medición pueden ofrecer una idea general del comportamiento de ambas tecnologías. Los contadores volumétricos presentan una degradación media del -6,92% mientras que la media para los contadores de velocidad chorro único es del -4,06%.

Este resultado evidencia la gran dificultad que supone conseguir contadores que sean capaces de registrar caudales bajos con mucha precisión y al mismo tiempo tengan la capacidad de mantener estas condiciones. Resulta evidente que conseguir contadores precisos a caudales bajos y al mismo tiempo, que estos sean robustos, es uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan los fabricantes de contadores. Actualmente la precisión se consigue con tolerancias muy estrechas que están sujetas a grandes y prematuros desgastes (Burns, 2011). Así, los contadores volumétricos poseen unas condiciones iniciales excepcionales en el registro a caudales bajos, pero esta precisión se degrada rápidamente. En el análisis se ha demostrado que en las unidades volumétricas más jóvenes ensayadas (4 años), la precisión a caudales bajos ya se encontraba gravemente deteriorada. En función del volumen acumulado, el modelo M4 presentaba errores muy elevados con tan sólo 500 m<sup>3</sup>, mientras que para el modelo M3 el volumen acumulado en el que ya se denotaba gran deterioro era a partir de 1500 m<sup>3</sup>.

En función de la tecnología de medición se han detectado unidades que presentaban sobrecontaje a alguno de los caudales ensayados. Para los contadores de velocidad y chorro único, destaca que a caudal máximo, es decir a 3.000 l/h, presentaban sobrecontaje un total de 84 unidades para el modelo M1 y 15 unidades el modelo M2. En la Figura 5.52 pueden observarse los porcentajes que representan en función de la muestra analizada.

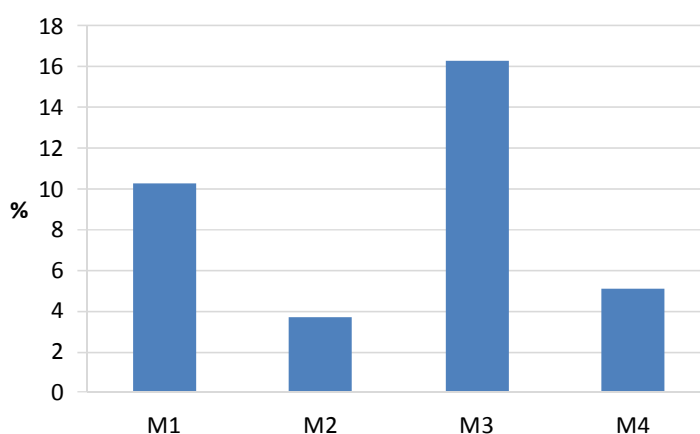


FIGURA 5.52 PORCENTAJE DE CONTADORES CON SOBRECANTAJE

Evidentemente el modelo M1 con un 10,3% de contadores destaca en relación al modelo M2 con sólo un 3,7%. Para el caso de los contadores volumétricos de pistón rotativo, el caudal para el que se han detectado más unidades con sobrecontaje ha sido el de 120 l/h. Del modelo M3 se han detectado 15 unidades, lo que representa el 16,3%, mientras que el modelo M4 presenta únicamente 5 unidades con sobrecontaje, lo que supone el 5,1%. El hecho de que para los contadores volumétricos el sobrecontaje se detecte a caudal 120 l/h tiene su explicación en la forma de la curva que estos presentan. La curva de error de estos contadores es similar a una parábola invertida con un máximo cercano a los 100 l/h, por lo que es esperable que si presentan sobrecontaje, este ocurra a caudales cercanos a los 100 l/h.

En términos generales, del total de los 1.413 contadores analizados, se ha detectado sobrecontaje en 119 unidades, lo que representa un 8,4% del total de la muestra.

Destacable resulta que para los contadores de velocidad los valores máximos del error al caudal analizado alcance valores superiores al 15%, mientras que en los volumétricos los errores por sobrecontaje no superen el 3,5%.

Otro de los aspectos importantes a analizar es como ha sido la evolución del error global, es decir, de qué forma ha ido degradándose éste. La degradación del error en función de la edad, excepto para el modelo M1, ha sido lineal, conforme también han obtenido la mayoría de los estudios realizados hasta el momento. La regresión que más aproximaba la degradación del modelo M1 en función de la edad ha sido la logarítmica. Esta destacaba por ser muy acusada inicialmente y estabilizarse, tendiendo el error a evolucionar a un ritmo mucho más lento.

En cambio, la degradación del error en función del volumen acumulado depende directamente del modelo analizado. De entre los cuatro modelos estudiados, tres han sido las diferentes regresiones que se han obtenido (cuadrática, logarítmica y lineal). En este caso también destaca la degradación del modelo M1, ya que esta evoluciona exponencialmente hacia valores de error muy negativos.

TABLA 5.32 TIPO DE REGRESIÓN EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN POR MODELO

	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
<b>Edad</b>	Logarítmica	Lineal	Lineal	Lineal
<b>Volumen</b>	Cuadrática	Logarítmica	Logarítmica	Lineal

La comparativa de la evolución del error global entre modelos de la misma tecnología de medición, resulta interesante e ilustrativa. En la Figura 5.53 se puede ver la gran diferencia en la evolución del error global en función de la edad entre los modelos de velocidad chorro único.

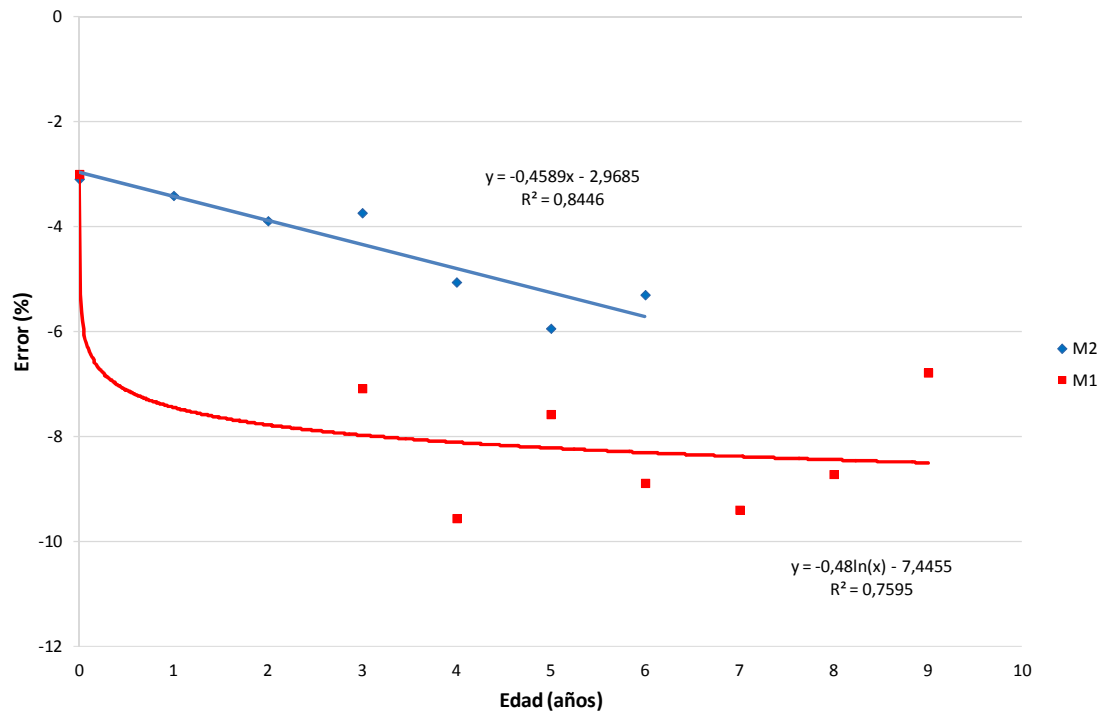


FIGURA 5.53 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN CONTADORES DE VELOCIDAD CHORRO ÚNICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD

De la misma forma pero en base al volumen acumulado, se representa en la Figura 5.54 la degradación del error de ambos modelos. Claramente entre ellos, destaca el M2 por tener un mejor comportamiento tanto en función de la edad como del volumen acumulado.

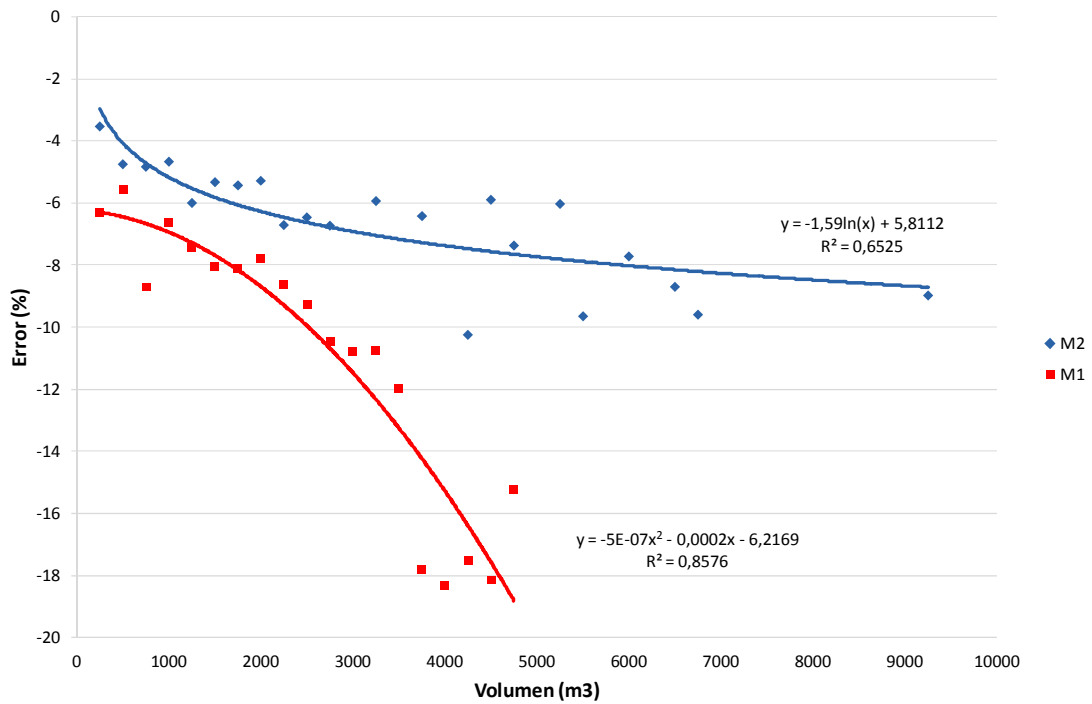


FIGURA 5.54 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN CONTADORES DE VELOCIDAD CHORRO ÚNICO EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

La comparativa entre modelos volumétricos, tampoco deja ninguna duda. En función de la edad (Figura 5.55) resulta claramente ventajosa la evolución del modelo M3.

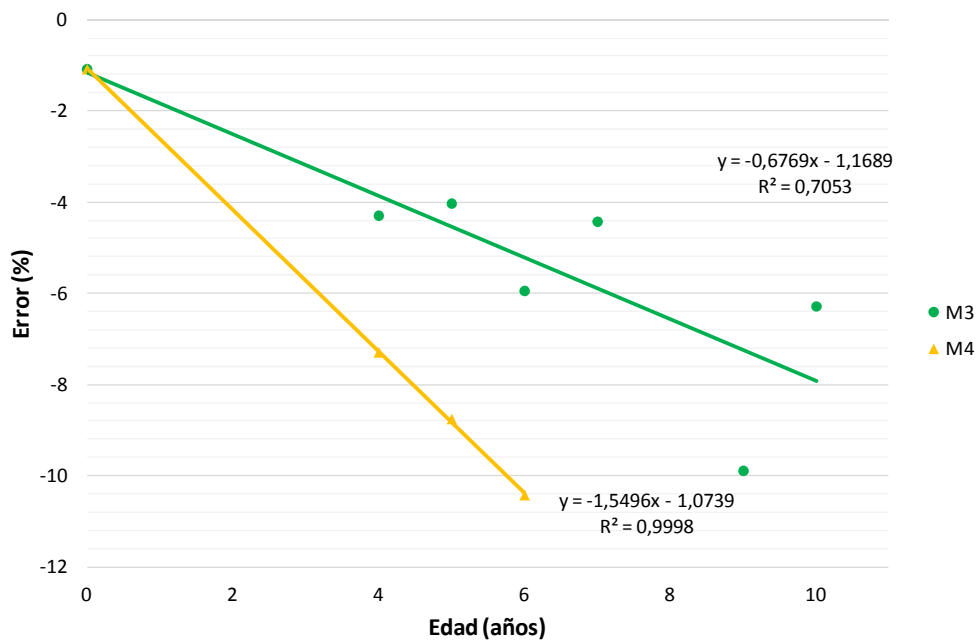


FIGURA 5.55 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN CONTADORES VOLUMÉTRICOS EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Si la comparativa se realiza en función del volumen acumulado, las diferencias entre ambos modelos no dejan de ser importantes (Figura 5.56), manteniendo siempre el modelo M3 un mejor comportamiento.

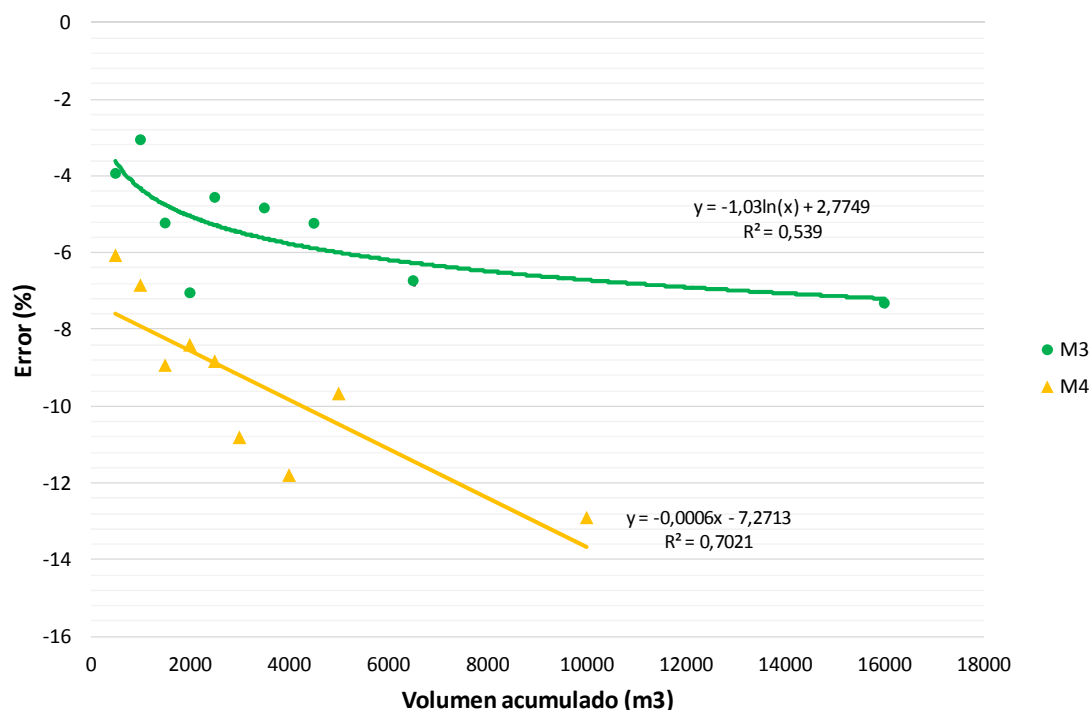


FIGURA 5.56 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN CONTADORES VOLUMÉTRICOS EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

Resta por realizar la comparativa general entre todos los modelos, siendo conscientes de las diferencias que por tecnología de medición puedan presentar. En primer lugar, en la Figura 5.57, se muestra la evolución del error global de todos los modelos estudiados en función de la edad. Entre las muchas conclusiones que se pueden adoptar del análisis de los resultados representados, destaca que a partir de los dos años, el modelo volumétrico y Clase C M4, presenta mayor error que el modelo de velocidad y Clase B M2. Asimismo, grave resulta que el error del modelo M1 decaiga tan bruscamente, alcanzando en el inicio de su vida útil, valores del error próximos a su máximo. El modelo volumétrico M3, aún teniendo una degradación considerable, al menos comparativamente, siempre ofrece los mejores resultados. Aunque al compararlo con el modelo de velocidad M2, resulta difícil obviar cual de los dos modelos puede ser la mejor opción, especialmente teniendo en cuenta la diferencia de coste que entre ambos modelos existe.



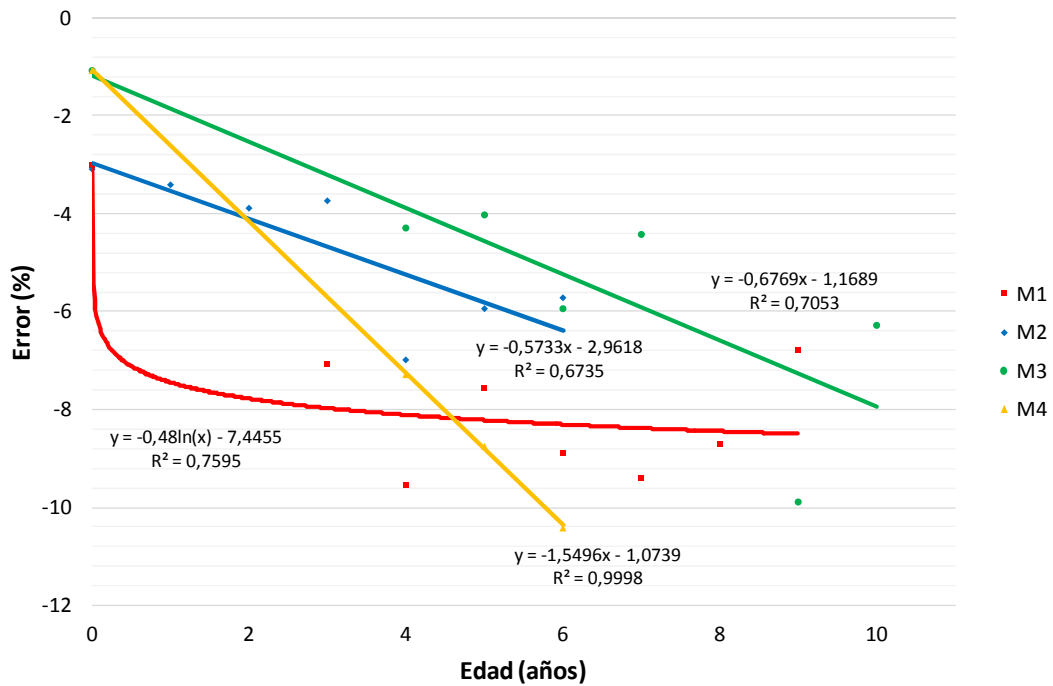


FIGURA 5.57 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN CONTADORES DOMÉSTICOS EN FUNCIÓN DE LA EDAD

Por último, analizando la situación de cada contador a los 6 años, resulta evidente que el modelo volumétrico M4 presenta un estado muy deteriorado (-10,73%), lo que debe de analizarse detalladamente por la empresa gestora con el fin de determinar las acciones más convenientes a adoptar. El modelo M3 presenta el mejor estado con un error según la regresión resultante del -5,26%, mejorando únicamente en un 1,14% al modelo M2 (velocidad chorro único).

Del análisis de la evolución del error medio ponderado en función del volumen acumulado (Figura 5.58) destaca igualmente la fuerte degradación sufrida por el modelo M1. Comparándolo únicamente con el modelo M2 de su misma tecnología de medición, se observa que para un volumen acumulado de 1.000 m<sup>3</sup>, la diferencia en sus errores globales es del 1,75%. Pero si la comparativa se realiza para 4.000 m<sup>3</sup> la diferencia se convierte en el 7,64%. Evidentemente cuanto más volumen acumulado, mayor es la progresión en la diferencia entre sus errores.

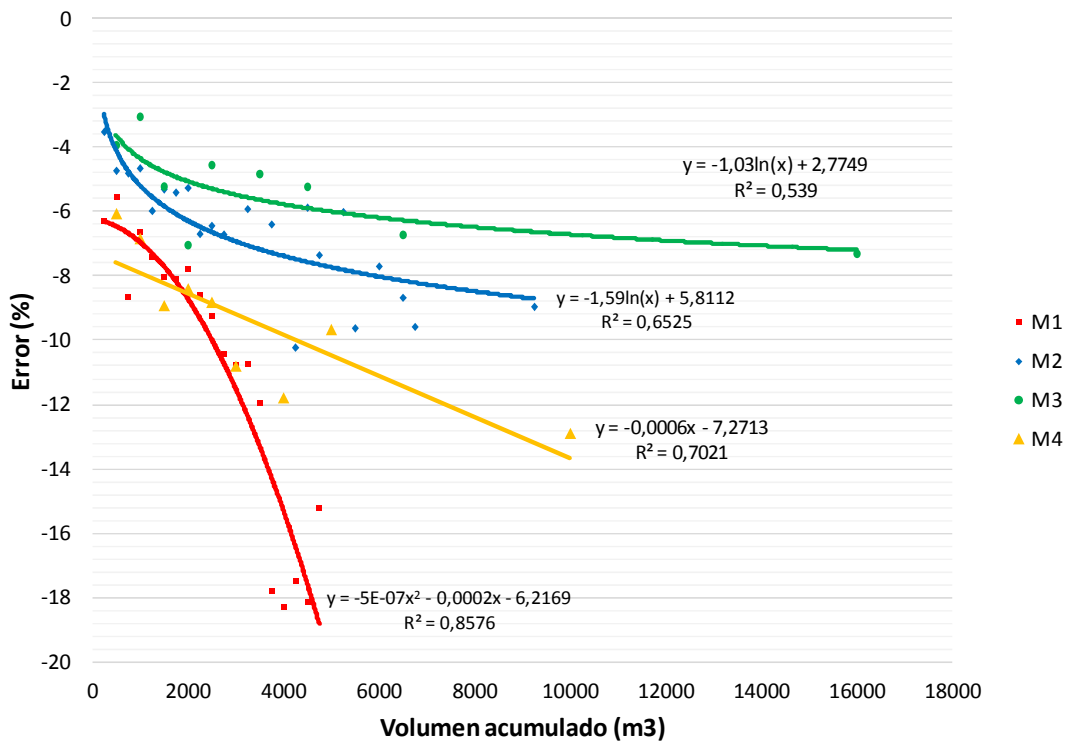


FIGURA 5.58 DEGRADACIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN CONTADORES DOMÉSTICOS EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO

Asimismo destaca que incluso con poco volumen acumulado, el modelo volumétrico M4 presenta el peor resultado, únicamente superado por el modelo M1 a partir de los 2.000 m<sup>3</sup>. Tanto el modelo M3 como el M2, presentan una degradación suave en función del volumen acumulado, degradándose más intensamente hasta los 2.000 m<sup>3</sup> para posteriormente mantener la degradación de una forma estable.

Con los resultados analizados hasta el momento, queda claro el comportamiento de cada modelo en función de la edad y del volumen acumulado. Resta mostrar la comparativa de las curvas de error de cada uno de ellos para, de una forma final, ratificar lo que en un principio ya se intuía. Se ha reiterado en muchas ocasiones la necesidad de obtener el patrón de consumo para obtener el error global de medición. Y realmente es necesario e importante. Pero del análisis preliminar de las curvas de error, ya se puede obtener, al menos, una primera aproximación de lo que puede ser el comportamiento del contador. Así, en la Figura 5.59, pueden verse conjuntamente las curvas de error de los cuatro modelos analizados.

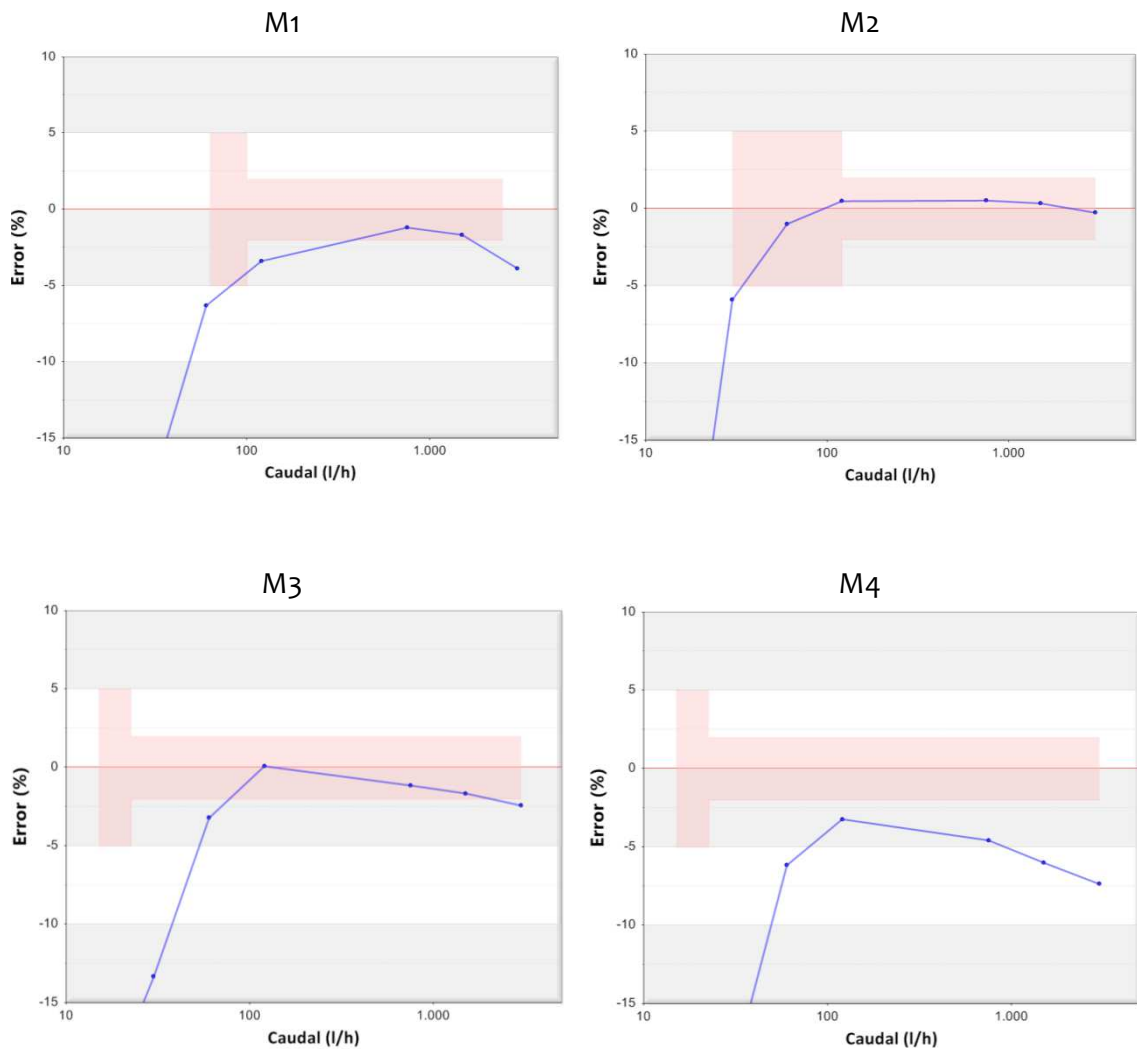


FIGURA 5.59 COMPARATIVA DE LAS CURVAS DE ERROR DE CONTADORES DOMÉSTICOS EN USO

Claramente se puede observar el buen comportamiento del modelo M2 ya que los errores obtenidos a prácticamente todos los caudales ensayados, se encuentran dentro del rango permitido por la normativa vigente para contadores nuevos. Asimismo se observan los comportamientos “aceptables” de los modelos M3 y M1, con deterioros importantes a caudales bajos e incluso a caudal máximo. Por último, y como ya se ha comentado anteriormente, destaca el modelo M4 justamente por todo lo contrario al modelo M2. Todos los errores de los caudales ensayados quedan fuera de los rangos establecidos para contadores nuevos, obteniendo valores bastante negativos.

Si a su vez, se realiza una comparativa entre las evoluciones de cada modelo en función tanto de la edad como del volumen acumulado (Figura 5.60), se obtiene orden de magnitud de los errores globales de cada modelo.

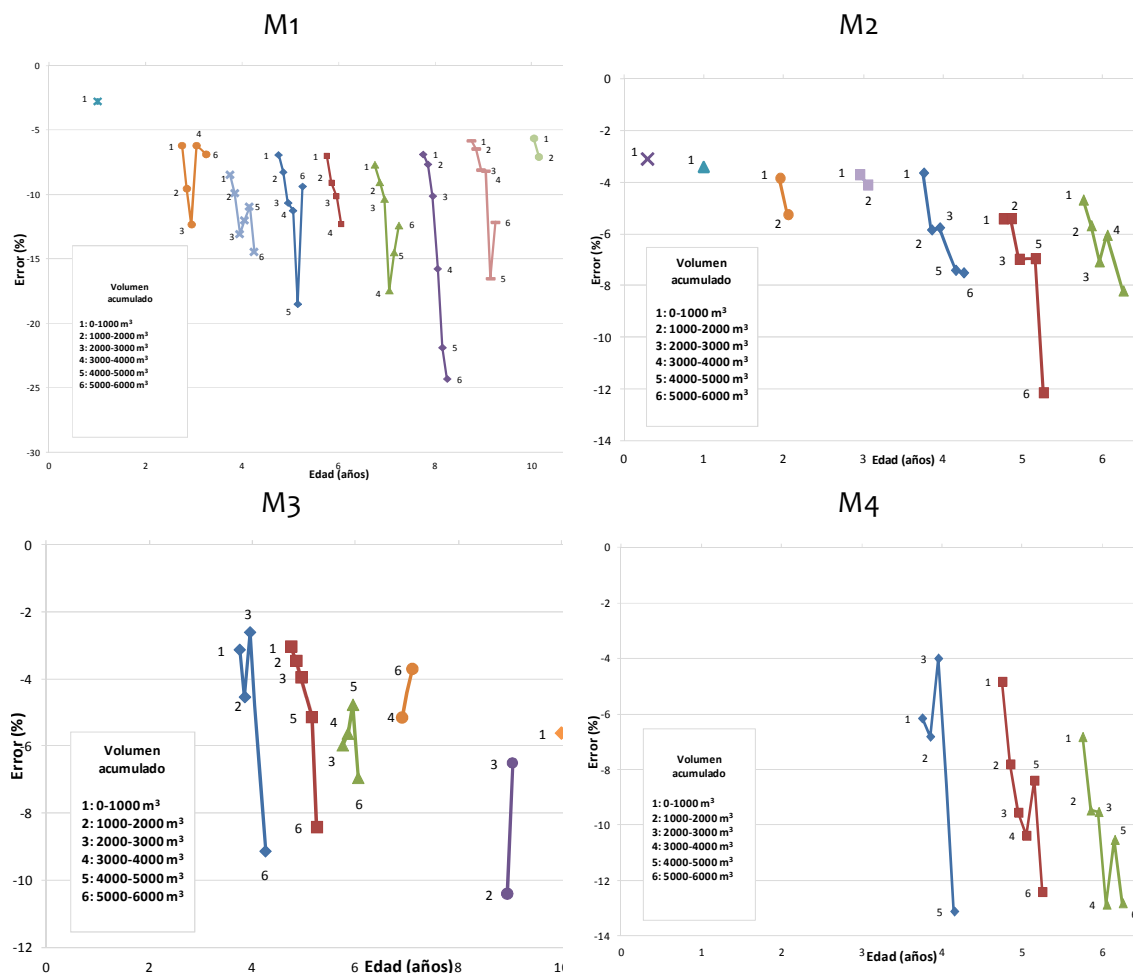


FIGURA 5.60 COMPARATIVA DE LA EVOLUCIÓN DEL ERROR GLOBAL DE CONTADORES DOMÉSTICOS EN USO EN FUNCIÓN DE LA EDAD Y DEL VOLUMEN ACUMULADO

Asimismo se han obtenido las regresiones que mejor aproximan la evolución del error global en función de las dos variables conjuntamente. Estas regresiones únicamente pretenden ofrecer un orden de magnitud, resultando evidente que las muestras analizadas no son lo suficientemente representativas para conseguir que los modelos aproximen con detalle la evolución. Además, no hay que olvidar que los errores globales continúan viéndose afectados por el patrón de consumo, que como también se ha visto, presenta su propia incertidumbre.

## 5.5 Análisis de la degradación en contadores no domésticos

En el apartado anterior se ha analizado la degradación en contadores domésticos. Para ello se han estudiado cuatro modelos, todos ellos de calibre 15mm, correspondientes a dos tecnologías de medición: velocidad chorro único y volumétricos de pistón rotativo. Todos ellos se encontraban instalados en usuarios domésticos, por lo que se han podido seleccionar muestras representativas en función de la edad y del volumen acumulado que presentaban. Claras son las conclusiones a las que se ha llegado con el análisis realizado.

Teniendo presente que el sistema de medición de un abastecimiento urbano es una de las partes fundamentales en la instrumentación de una empresa de agua, analizado el envejecimiento en contadores domésticos, resta por analizar cómo se degradan los contadores cuando el usuario no es doméstico. Como se ha comentado anteriormente, dentro de la totalidad del sistema, los grandes consumidores, aunque pocos en número, representan un elevado porcentaje de la facturación, y para los que además, existe un elevado potencial de mejora respecto al aprovechamiento de los recursos. Es por ello que optimizar la gestión de estos instrumentos debe considerarse un objetivo primordial.

Optimizar la gestión de estos instrumentos de medida significa, desde el punto de vista del consumidor, contabilizar correctamente el agua que consume, y desde el de la empresa, maximizar los ingresos obtenidos de los usuarios y reducir los costes que supone mantener el sistema de medición funcionando.

Con el objetivo de completar el análisis de la degradación de contadores, en este apartado se analizarán una serie de contadores desde calibre 15mm a 40mm cuyo destino de suministro no ha sido el doméstico. Por este motivo, la muestra a analizar no será de la magnitud anterior, sino que se utilizarán aquellos contadores que, retirados del estudio cuyo análisis se ha realizado en el epígrafe 3.3, donde se obtenía el patrón de consumo de grandes consumidores, se han podido ensayar y obtener su curva de error.

Así, del total de 106 estudios realizados para la obtención del patrón de consumo en grandes consumidores, únicamente 68 contadores han podido ensayarse en banco. El resto no han podido ensayarse, entre otros motivos por rotura del contador, imposibilidad de su desinstalación o por ser su calibre superior a la capacidad del banco

de ensayo de FACSA (40mm). En la Figura 5.61 se muestra la distribución por calibres de los contadores ensayados.

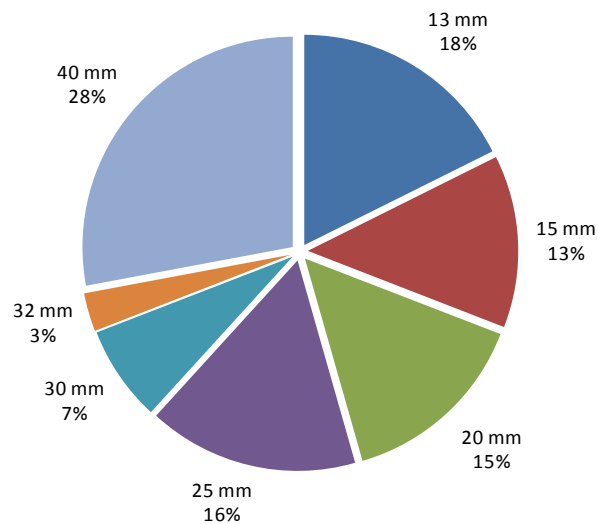


FIGURA 5.61 DISTRIBUCIÓN DE CONTADORES ENSAYADOS (GRANDES CONSUMIDORES)

De los 68 contadores ensayados, únicamente 7 de ellos mantienen su curva de error dentro de los límites de error establecidos por normativa para contadores nuevos, lo que evidencia el deterioro que los contadores sufren en uso. Las exigencias de precisión impuestas en la normativa vigente sólo rigen para contadores nuevos. Cuando el contador se encuentra en servicio un periodo de tiempo largo, esta precisión mengua provocando errores importantes en el registro de agua. Actualmente, no existe ninguna legislación clara al respecto sobre cuál es el error máximo admisible de los contadores en uso.

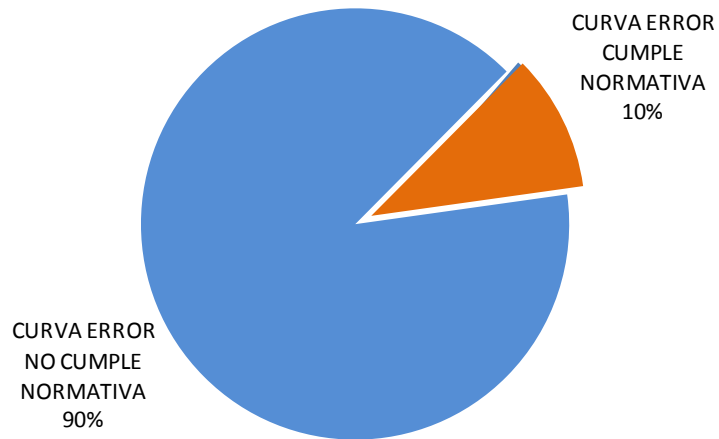


FIGURA 5.62 COMPARATIVA DE LAS CURVAS DE ERROR EN FUNCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Las curvas características de cada contador ensayado así como el valor de los errores a cada caudal, se pueden consultar en cada informe individualizado adjunto al presente documento.

Otro de los análisis realizados ha sido el estudio de la evolución del error medio ponderado en aquellos casos en los que se disponía de este error a origen. Como era esperable, en la gran mayoría de los casos (93%), la evolución del error ha resultado desfavorable, es decir, el error del contador ha ido empeorando a medida que el contador ha estado funcionando.

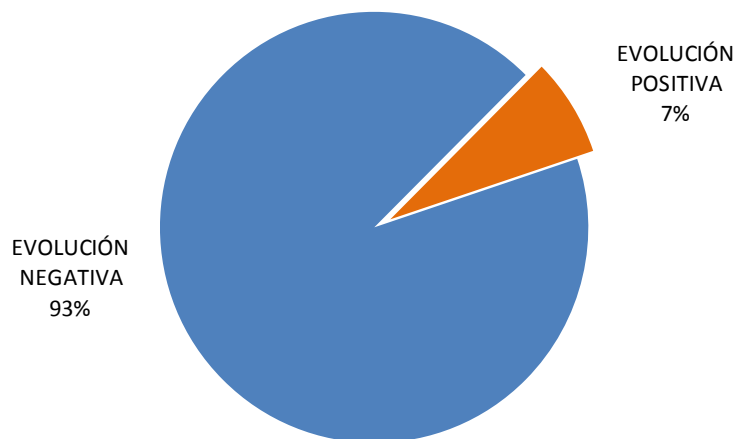


FIGURA 5.63 EVOLUCIÓN DEL ERROR MEDIO PONDERADO EN GRANDES CONSUMIDORES

Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, los grandes consumidores requieren de estudios individualizados por lo que la comparativa de sus errores globales carece de sentido ya que sus patrones de consumo son independientes. Por lo tanto, en el análisis que se realizará a continuación, no se mostrará el error global absoluto obtenido, sino que se analizará la variación que este ha sufrido para el usuario estudiado. Únicamente se analizarán en detalle aquellos modelos cuya representatividad ofrezca la posibilidad de poder llegar a conclusiones evidentes. Aún así y como también ocurría en el análisis de los errores iniciales, con el tamaño de la muestra analizada difícilmente se podrán sacar conclusiones firmes del funcionamiento o comportamiento del modelo analizado. Pero del análisis se obtendrá orden de magnitud de la degradación que presenta un contador no doméstico en uso.

Se han analizado un total de 43 contadores distribuidos de la siguiente forma:

TABLA 5.33 CONTADORES NO DOMÉSTICOS EN USO ENSAYADOS

Calibre (mm)	Chorro único	Chorro múltiple	Modelos
15	9	-	M1
20	5	-	M1
25	3	7	M1/M3
30	-	3	M3
32	2	-	M1
40	4	10	M2/M3
	<b>23</b>	<b>20</b>	

Por motivos de confidencialidad y de la misma forma que se ha hecho en el apartado anterior, se van a identificar los modelos ensayados como M1, M2, y M3, correspondientes a tres modelos comercializados actualmente de dos tecnologías de medición: Velocidad Chorro Único (M1 y M2) y Velocidad Chorro Múltiple (M3).

### 5.5.1 Análisis de la degradación en contadores no domésticos de 15mm

De diámetro nominal 15mm se han ensayado 9 contadores todos ellos correspondientes al modelo M1 cuya tecnología de medición es velocidad chorro único, clase metrológica C y caudal nominal de 1,5 m<sup>3</sup>/h. El resto de sus caudales característicos son los siguientes:



- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 15$  l/h
- Caudal de transición:  $Q_t = 22,5$  l/h
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 3.000$  l/h

Del ensayo de cada unidad se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.34, donde quedan ordenadas las unidades en función del volumen acumulado creciente.

TABLA 5.34 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M1 (15MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	$\Delta$ EMP
<b>M1 (a)</b>	6	3711	5,29	-8,61	0,25	1,11	1,20	-0,10	-0,26	-1,20	-0,97
<b>M1 (b)</b>	6	6346	6,22	-14,77	-4,46	1,71	20,50	0,10	1,29	-0,67	-0,57
<b>M1 (c)</b>	6	6372	26,06	-100	-59,56	-3,80	0,20	1,92	1,90	0,82	-12,74
<b>M1 (d)</b>	0	6932	6,31	-15,42	-7,86	-2,79	-0,90	-0,10	-0,41	-0,70	1,30
<b>M1 (e)</b>	5	8325	5,61	-10,75	-3,56	-0,65	0,90	-0,89	-0,28	-0,27	0,84
<b>M1 (f)</b>	6	9502	8,72	-31,48	-7,36	0,15	1,10	2,11	2,57	1,15	1,39
<b>M1 (g)</b>	7	12680	10,40	-42,50	-10,08	-3,00	3,06	-0,08	3,65	-0,20	1,11
<b>M1 (h)</b>	0	27934	38,96	-100	-100	-0,49	0,90	-0,10	-0,34	-0,20	-12,42
<b>M1 (i)</b>	6	31318	50,00	-100	-100	-78,37	-40,64	2,02	-99,44	-97,84	-63,27
		<b>MEDIA</b>	<b>17,51</b>	<b>-47,06</b>	<b>-32,51</b>	<b>-9,57</b>	<b>-1,52</b>	<b>0,54</b>	<b>-10,15</b>	<b>-11,01</b>	<b>-9,48</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>16,81</b>	<b>41,10</b>	<b>42,25</b>	<b>25,87</b>	<b>16,07</b>	<b>1,14</b>	<b>33,52</b>	<b>32,57</b>	<b>20,97</b>

Del análisis de los resultados destaca la presencia de una unidad (i) con errores elevados y con una variación en el error medio ponderado del -63,27%. Por este motivo se considera defectuosa. Corresponde a la unidad con más volumen acumulado y a su vez con el caudal de arranque más elevado.

En términos generales se evidencia que a mayor volumen acumulado, mayor es la degradación especialmente a caudales bajos.

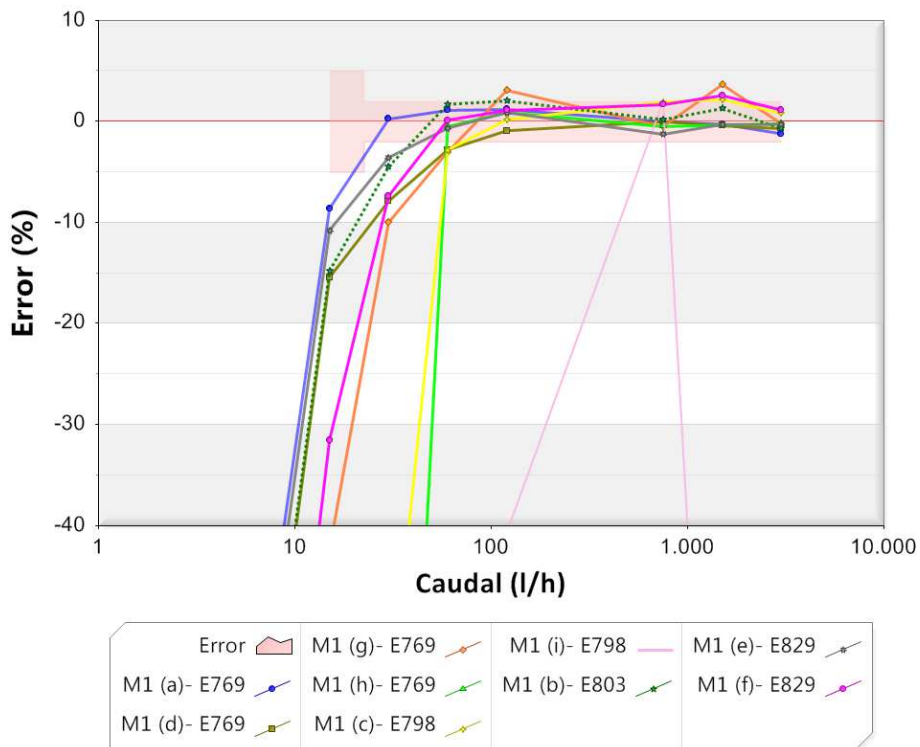


FIGURA 5.64 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (15MM)

De las curvas de error representadas puede observarse como la degradación más acusada se produce a caudales bajos. Existen dos unidades (h) y (c) cuya degradación es más acusada. Especial es el caso de la unidad (h) ya que con menos de 1 año de vida presenta un volumen acumulado elevado (27.934 m<sup>3</sup>) lo que puede justificar el gran deterioro. Ambas unidades presentan una variación de su error global del orden del 12%

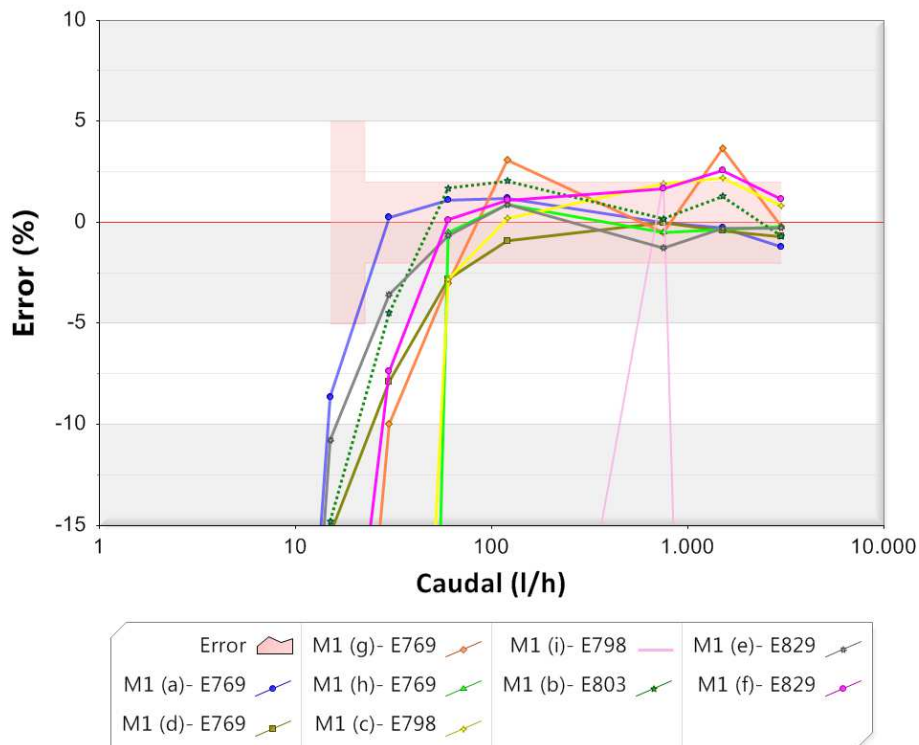


FIGURA 5.65 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (15MM). DETALLE

Asimismo destacable resulta el hecho de que las unidades (d), (e), (f) y (g) presenten variaciones positivas de su error global, lo que indica que la curva de error se ha desplazado positivamente en alguno de sus puntos respecto de su estado inicial.

En términos generales y eliminando la unidad defectuosa, se observa como la degradación es siempre más acusada a caudales bajos y que también se produce esta, aunque de una forma menos intensa, a caudales próximos al máximo. La variación del error medio ponderado es negativa.

TABLA 5.35 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M1 (15MM). RESUMEN

M1	Qarr (l/h)	15	30	60	120	750	1500	3000	Δ EMP
MEDIA	13,45	-40,44	-24,08	-0,97	3,37	0,36	1,02	-0,16	-2,76
DESV EST	12,38	38,47	36,17	2,02	7,01	1,07	1,58	0,79	6,12

## 5.5.2 Análisis de la degradación en contadores no domésticos de 20mm

De diámetro nominal 20mm se han ensayado 5 contadores todos ellos correspondientes al modelo M1 cuya tecnología de medición es velocidad chorro único, clase metrológica C y caudal nominal de 2,5 m<sup>3</sup>/h. El resto de sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 25$  l/h
- Caudal de transición:  $Q_t = 37,5$  l/h
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 5.000$  l/h

Del ensayo de cada unidad se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.36, donde quedan ordenadas las unidades en función del volumen acumulado creciente.

TABLA 5.36 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M1 (20MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	15	25	37,5	50	200	750	1500	2500	5000	Δ EMP
M1 (a)	1	3711	6,40	-16,02	-2,60	0,70	3,35	0,32	0,70	2,03	1,22	1,96	0,49
M1 (b)	2	6346	8,86	-32,39	-8,19	-0,20	0,84	-0,46	0,99	1,12	1,17	1,67	-0,24
M1 (c)	8	6372	7,12	-20,78	-5,76	-0,61	0,67	-1,60	-2,35	-2,37	0,08	-2,34	-2,12
M1 (d)	5	6932	18,41	-100	-15,96	-11,96	-4,95	-3,10	-1,30	-0,85	-0,60	-0,20	-1,85
M1 (e)	9	8325	7,37	-22,48	-8,16	-3,51	-1,23	-2,83	-1,85	-0,66	0,08	-0,71	-1,94
		<b>MEDIA</b>	<b>9,63</b>	<b>-38,33</b>	<b>-8,13</b>	<b>-3,12</b>	<b>-0,26</b>	<b>-1,53</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,15</b>	<b>0,39</b>	<b>0,08</b>	<b>-1,13</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>4,99</b>	<b>34,98</b>	<b>4,94</b>	<b>5,19</b>	<b>3,08</b>	<b>1,48</b>	<b>1,52</b>	<b>1,74</b>	<b>0,79</b>	<b>1,78</b>	<b>1,18</b>

Destacable resulta el buen comportamiento general de la muestra analizada. Aún presentando degradación a caudales bajos, esta está bastante acotada a excepción de únicamente una unidad (d) encontrándose parada a 15 l/h.

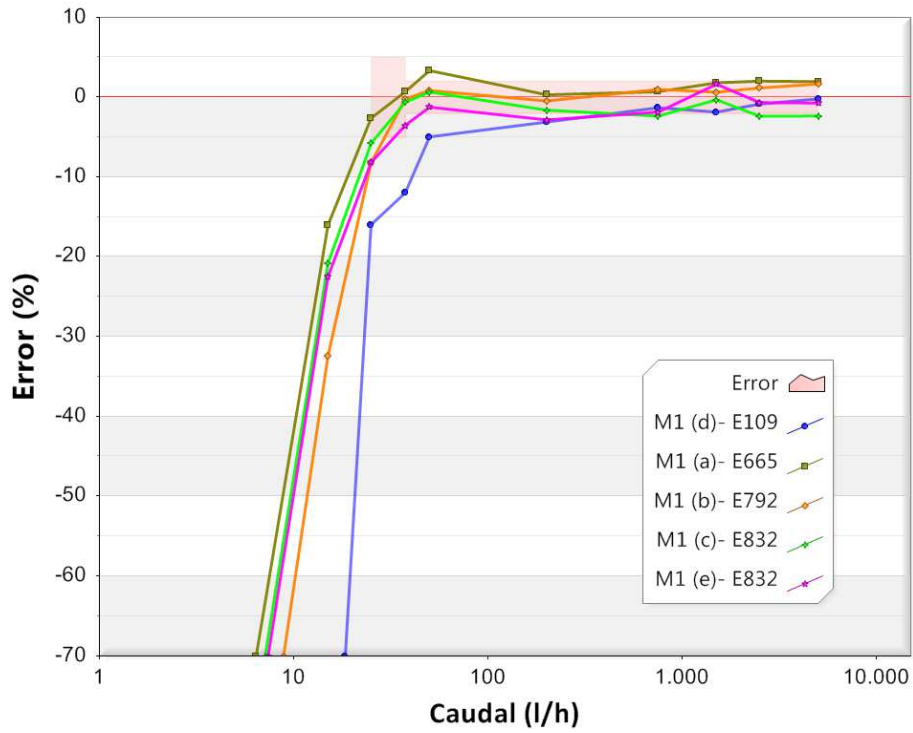


FIGURA 5.66 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (20MM)

De las curvas de error se confirma el comportamiento aceptable de la muestra destacando, como también ocurría con la variante anterior de 15mm, errores positivos en el caudal nominal para algunas unidades.

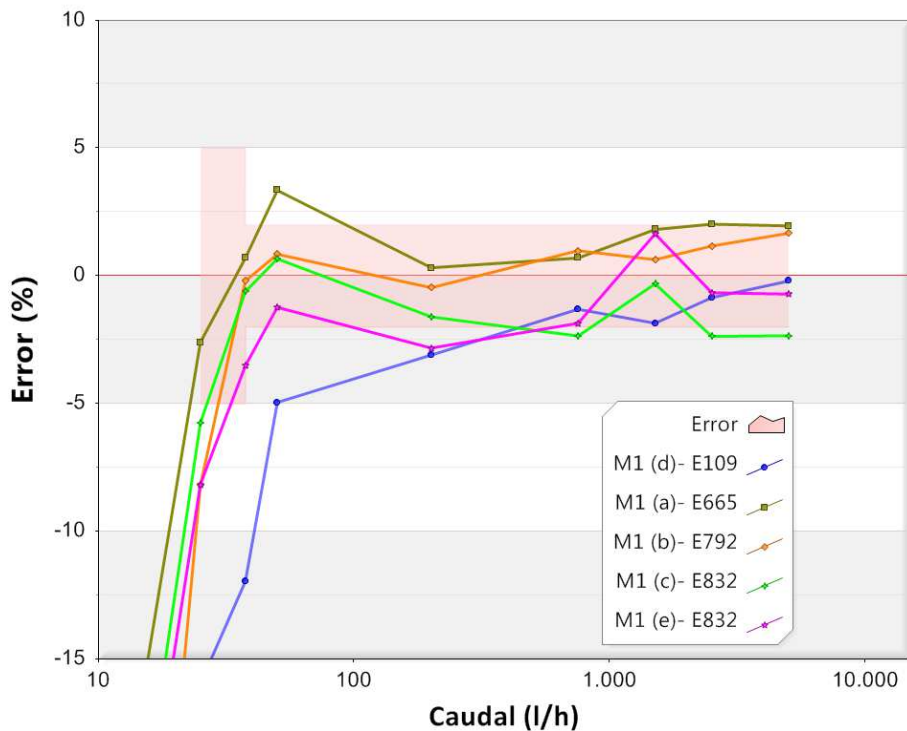


FIGURA 5.67 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (20MM). DETALLE

### 5.5.3 Análisis de la degradación en contadores no domésticos de 25mm

De diámetro nominal 25mm se han ensayado un total de 10 contadores, 3 pertenecientes al modelo M1 cuya tecnología de medición es velocidad chorro único, clase metrológica C y caudal nominal de 3,5 m<sup>3</sup>/h, y 7 correspondientes al modelo M3 de velocidad chorro múltiple, clase B y con el mismo caudal nominal.

En primer lugar se analiza el modelo M1. El resto de sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 35 \text{ l/h}$
- Caudal de transición:  $Q_t = 52,5 \text{ l/h}$
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 7.000 \text{ l/h}$

Del ensayo de cada unidad se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.37, donde quedan ordenadas las unidades en función del volumen acumulado creciente.

TABLA 5.37 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M1 (25MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	Δ EMP
M1 (a)	3	16242	8,93	-9,05	-3,02	0,99	0,95	0,75	-0,01	-0,70	-0,4	-0,05	-0,44
M1 (b)	9	19889	40,00	-100	-100	-100	-5,21	-1,17	0,47	-5,45	-4,24	-94,95	-5,14
M1 (c)	9	71429	15,60	-35,72	-13,17	-4,36	-2,21	-1,49	0,52	-0,57	-0,7	-3,34	-1,17
		<b>MEDIA</b>	<b>21,51</b>	<b>-48,26</b>	<b>-38,73</b>	<b>-34,46</b>	<b>-2,16</b>	<b>-0,64</b>	<b>0,33</b>	<b>-2,24</b>	<b>-1,78</b>	<b>-32,78</b>	<b>-2,25</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>16,36</b>	<b>46,75</b>	<b>53,30</b>	<b>56,83</b>	<b>3,08</b>	<b>1,21</b>	<b>0,29</b>	<b>2,78</b>	<b>2,14</b>	<b>53,87</b>	<b>2,53</b>

Como ocurría con las variantes anteriores de menor diámetro nominal, el modelo se comporta de una forma aceptable. En este caso, de las tres unidades analizadas, una (a) presenta un comportamiento excelente ya que todos los errores obtenidos a los caudales ensayados están dentro del rango establecido para contadores nuevos. Asimismo esta misma unidad presenta un caudal de arranque propio de una unidad a estrenar. Por el contrario, existe otra unidad (b) cuyos errores, excepto a caudales medios, presentan valores muy negativos.

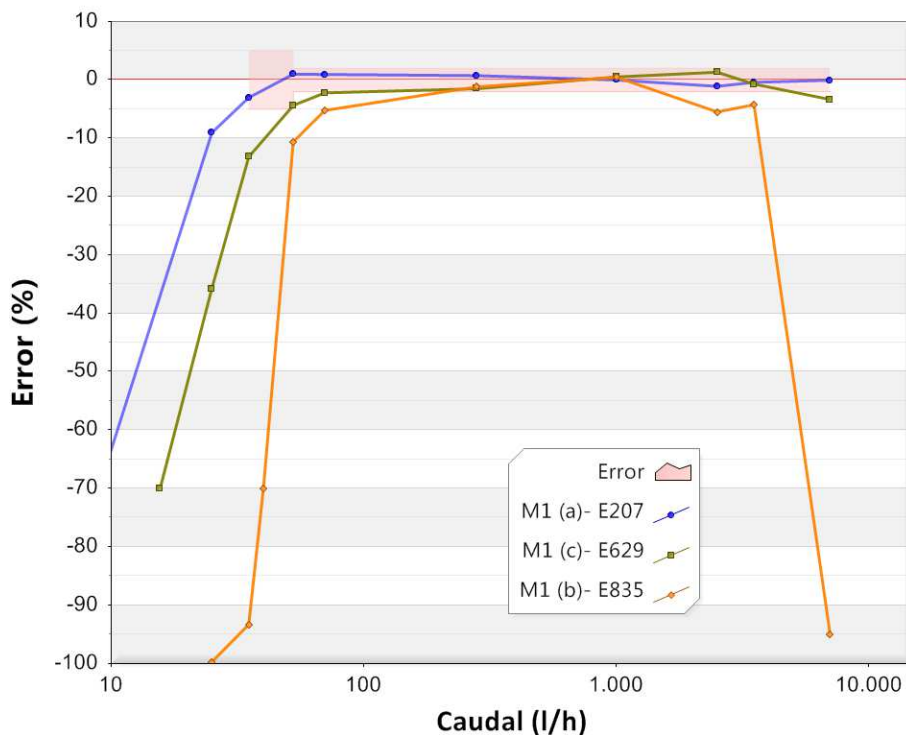


FIGURA 5.68 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (25MM)

Resulta interesante como dos unidades con la misma edad, (b) y (c), presenten comportamientos tan diferentes, más cuando la que más volumen acumulado tiene

(c), presenta un mejor comportamiento que la de menor volumen acumulado (b). A su vez, esta unidad (b) con menor volumen, se encuentra parada a su caudal de transición y a caudal máximo presenta un error próximo al -100%. Claramente este resultado muestra como los contadores, aparte de poder presentar defectos individuales, su comportamiento y degradación está fuertemente influenciada por el usuario al que suministran, es decir, por su patrón de consumo. Posiblemente esta sea la causa de la gran diferencia entre una unidad y la otra.

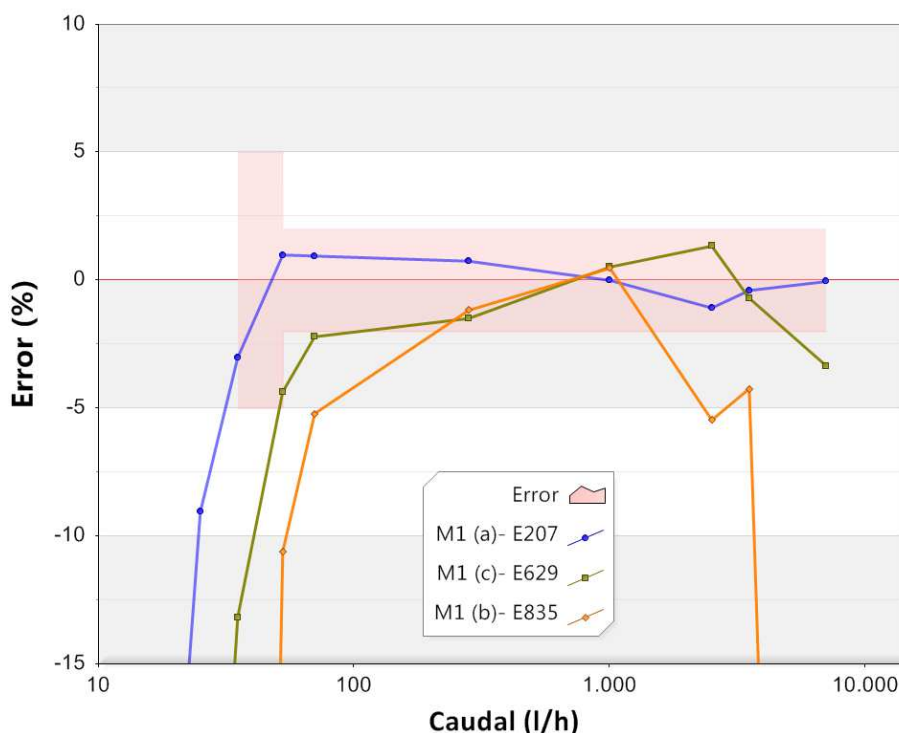


FIGURA 5.69 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (25MM). DETALLE

A continuación se analizará el modelo M3. Sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 70 \text{ l/h}$
- Caudal de transición:  $Q_t = 280 \text{ l/h}$
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 7.000 \text{ l/h}$

De los resultados obtenidos del modelo M3, se deducen rápidamente las diferencias con el modelo M1. Aparte de los diferentes caudales característicos que comporta una clase metrológica u otra, los resultados muestran cuan diferentes pueden ser los registros en función del modelo de contador elegido.



TABLA 5.38 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M3 (25MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	Δ EMP
M3 (a)	3	10472	175	-100	-100	-100	-100	-4,22	0,05	1,27	1,67	-92,72	-4,65
M3 (b)	3	11954	85	-100	-100	-100	-100	-7,23	-1,50	0,15	-7,21	-95,46	-7,65
M3 (c)	2	15359	41	-100	-100	-19	-10	-0,25	-1,00	-1,65	-1,77	-1,61	-0,05
M3 (d)	2	17369	68	-100	-100	-100	-94	-5,24	-1,70	-0,40	-1,27	-99,05	-2,27
M3 (e)	5	24628	90	-100	-100	-100	-100	-55,14	-1,75	1,25	-14,69	-99,3	-23,24
M3 (f)	2	33567	60	-100	-100	-100	-40	-2,23	0,35	1,22	-1,57	-96,61	-48,37
M3 (g)	2	39935	172	-100	-100	-100	-100	-38,14	-4,85	-4,17	-47,74	-56,22	-44,72
		<b>MEDIA</b>	<b>98,68</b>	<b>-100</b>	<b>-100</b>	<b>-88,43</b>	<b>-77,72</b>	<b>-16,06</b>	<b>-1,49</b>	<b>-0,33</b>	<b>-10,37</b>	<b>-77,28</b>	<b>-18,71</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>53,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>30,61</b>	<b>37,10</b>	<b>21,57</b>	<b>1,70</b>	<b>2,01</b>	<b>17,34</b>	<b>36,68</b>	<b>20,47</b>

De la Tabla 5.38 se desprende la gran dificultad del modelo para mantener su caudal mínimo, ya que 5 de las 7 unidades analizadas, estaban paradas a este caudal. No menos preocupante es el comportamiento a caudales altos, ya que prácticamente todas las unidades presentan errores muy elevados lo que denota problemas de desacoplamiento magnético entre el tren y el totalizador. Todo ello en unidades cuya edad no es elevada.

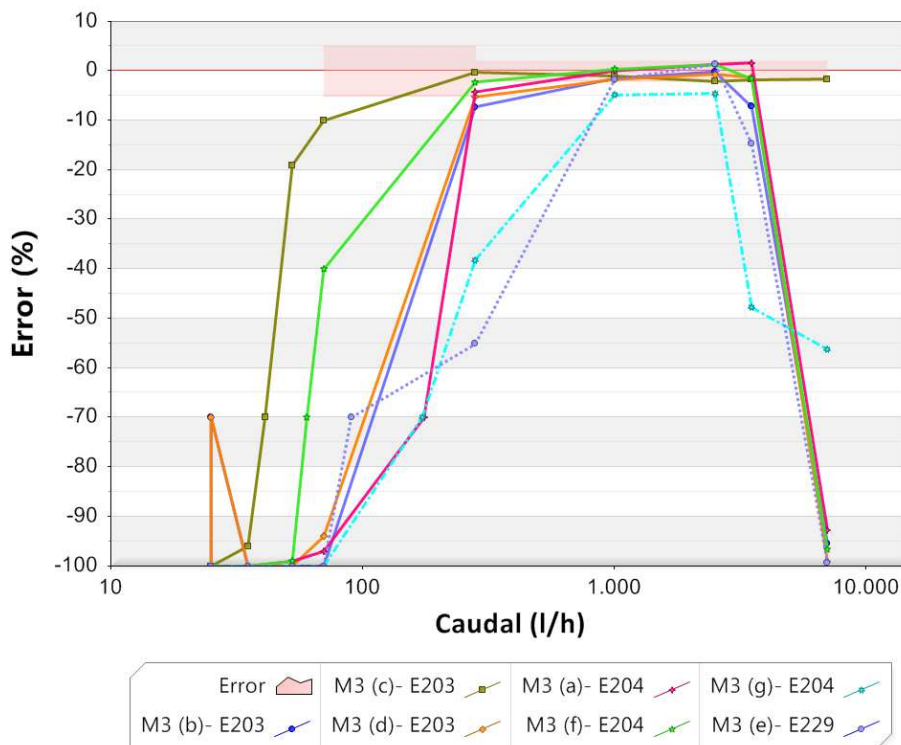


FIGURA 5.70 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M3 (25MM)

Como puede observarse en la Figura 5.70 y Figura 5.71, las curvas de error muestran el gran deterioro que muestra el modelo presentando unos errores medios únicamente aceptables para los caudales 1.000 y 2.500 l/h.

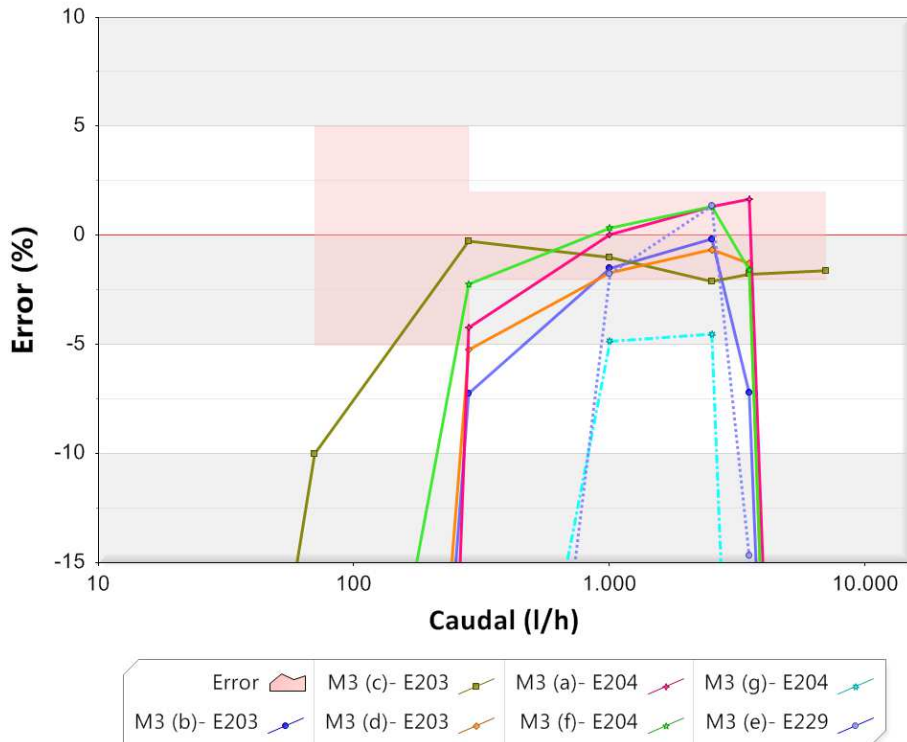


FIGURA 5.71 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M3 (25MM). DETALLE

#### 5.5.4 Análisis de la degradación en contadores no domésticos de 30mm

De diámetro nominal 30mm se han ensayado 3 contadores todos ellos correspondientes al modelo M3 cuya tecnología de medición es velocidad chorro múltiple, clase metrológica B y caudal nominal de 5 m<sup>3</sup>/h. El resto de sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 100$  l/h
- Caudal de transición:  $Q_t = 400$  l/h
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 10.000$  l/h

Del ensayo de cada unidad se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.39, donde quedan ordenadas las unidades en función del volumen acumulado creciente.

TABLA 5.39 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M3 (30MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	25	35	52,5	70	280	1000	2500	3500	7000	Δ EMP
<b>M3 (a)</b>	4	18578	10000	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-70	-101,03
<b>M3 (b)</b>	4	22930	25,00	-100	-20,00	-4,95	0,00	2,98	2,98	3,24	4,68	-99,45	2,80
<b>M3 (c)</b>	3	29884	35,00	-100	-99,40	-99,00	-99,00	-7,37	-1,51	-1,12	-81,31	-97,66	-15,81
		<b>MEDIA</b>	<b>3353,33</b>	<b>-100</b>	<b>-73,13</b>	<b>-67,98</b>	<b>-66,33</b>	<b>-34,80</b>	<b>-32,84</b>	<b>-32,63</b>	<b>-58,88</b>	<b>-89,04</b>	<b>-38,01</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>5756,18</b>	<b>0,00</b>	<b>46,02</b>	<b>54,59</b>	<b>57,45</b>	<b>56,70</b>	<b>58,20</b>	<b>58,39</b>	<b>55,83</b>	<b>16,51</b>	<b>55,36</b>

Cada una de las 3 unidades analizadas muestra un comportamiento completamente diferente. La unidad (b) presenta un estado excelente únicamente obteniendo un error negativo a caudal máximo. Todos los demás errores se encuentran en valores propios de un contador nuevo, aunque realmente a caudales medios presenta errores demasiado positivos. Este comportamiento provoca que la evolución de su error medio ponderado sea positiva.

Por el contrario la unidad (a), con unos valores en cuanto a edad y a volumen acumulado se refiere, muy similares a la unidad analizad anteriormente (b), se encuentra prácticamente parada a todos los caudales.

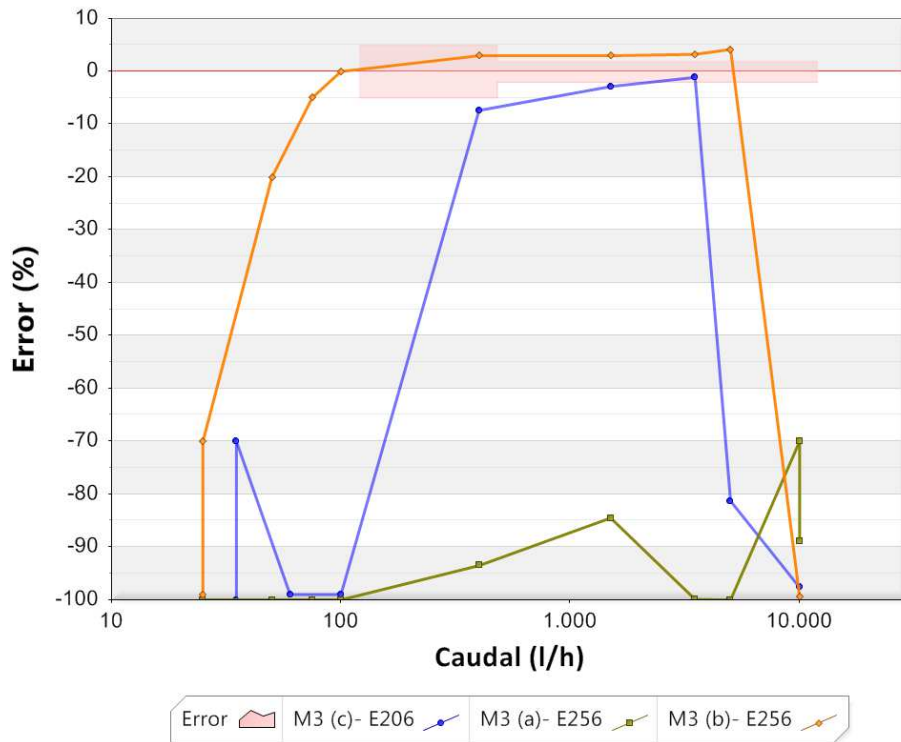


FIGURA 5.72 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M3 (30MM)

Por último la unidad (c) presenta un comportamiento bastante similar al encontrado en la variante de calibre 25mm. Presenta grandes errores a caudales bajos y altos, presentando un comportamiento mínimamente aceptable a caudales medios.

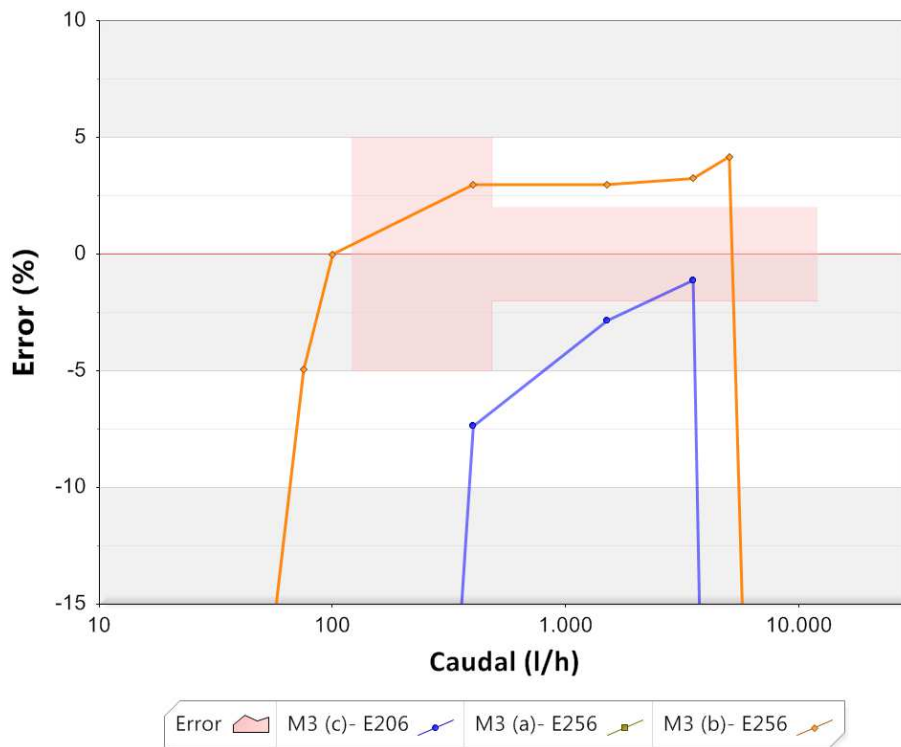


FIGURA 5.73 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M3 (30MM). DETALLE

### 5.5.5 Análisis de la degradación en contadores no domésticos de 32mm

De diámetro nominal 32mm se han ensayado 2 contadores, ambos correspondientes al modelo M1 cuya tecnología de medición es velocidad chorro único, clase metrológica C y caudal nominal de 6 m<sup>3</sup>/h. El resto de sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 60 \text{ l/h}$
- Caudal de transición:  $Q_t = 90 \text{ l/h}$
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 12.000 \text{ l/h}$

Del ensayo de cada unidad se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.40, donde quedan ordenadas las unidades en función del volumen acumulado creciente.

TABLA 5.40 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M1 (32MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	25	50	75	100	400	1500	3500	5000	10000	Δ EMP
<b>M1 (a)</b>	10	6428	10,44	-15,07	-4,30	-0,30	2,05	-0,68	-1,19	-1,62	-0,9	-1,35	-1,82
<b>M1 (b)</b>	5	25306	11,42	-18,99	-6,00	-1,95	0,00	-0,82	-0,42	-0,75	-0,3	-0,17	-3,11
		<b>MEDIA</b>	<b>10,93</b>	<b>-17,03</b>	<b>-5,15</b>	<b>-1,13</b>	<b>1,03</b>	<b>-0,75</b>	<b>-0,81</b>	<b>-1,19</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,76</b>	<b>-2,46</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>0,69</b>	<b>2,77</b>	<b>1,20</b>	<b>1,17</b>	<b>1,45</b>	<b>0,10</b>	<b>0,54</b>	<b>0,62</b>	<b>0,42</b>	<b>0,83</b>	<b>0,91</b>

Una vez más se evidencian las grandes diferencias entre el modelo M1 y M3. En este calibre, las dos unidades analizadas muestran un comportamiento propio de un contador nuevo, obteniéndose todos los errores a los diferentes caudales ensayados en valores normativos. Aunque las diferencias entre ambas unidades son mínimas, se detecta que la unidad (b) con menos edad pero con más volumen acumulado, presenta un deterioro más acusado a caudales bajos, manteniendo errores menores a caudales medios y altos. En este caso resulta evidente como el mayor volumen acumulado en menos tiempo (b) ha provocado un deterioro a caudales bajos, mientras que la edad (a) deteriora paulatinamente los errores a caudales medios y altos.

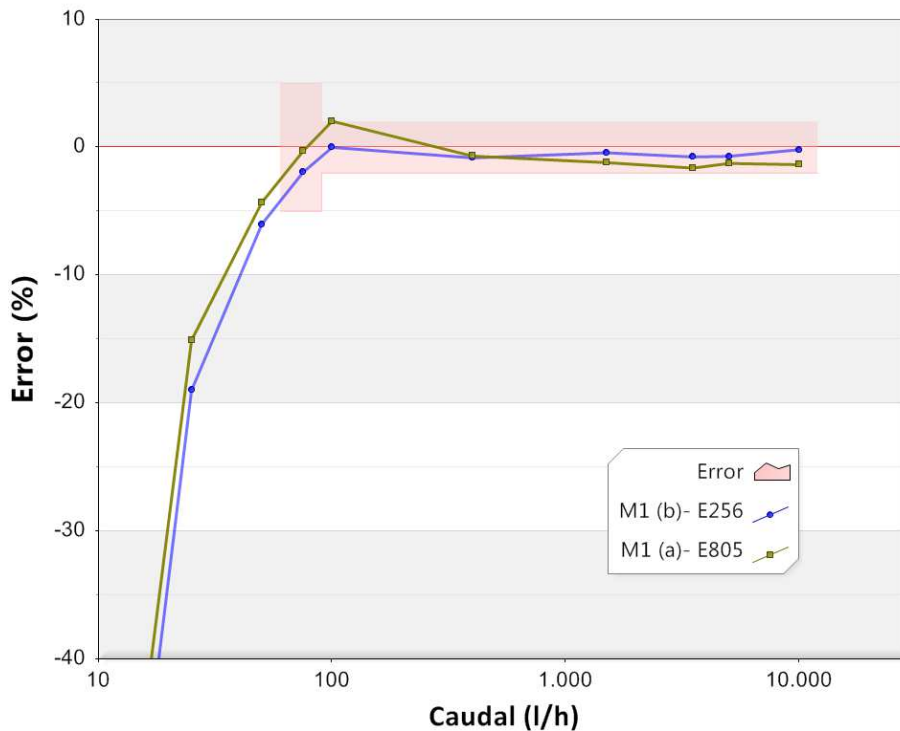


FIGURA 5.74 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (32MM)

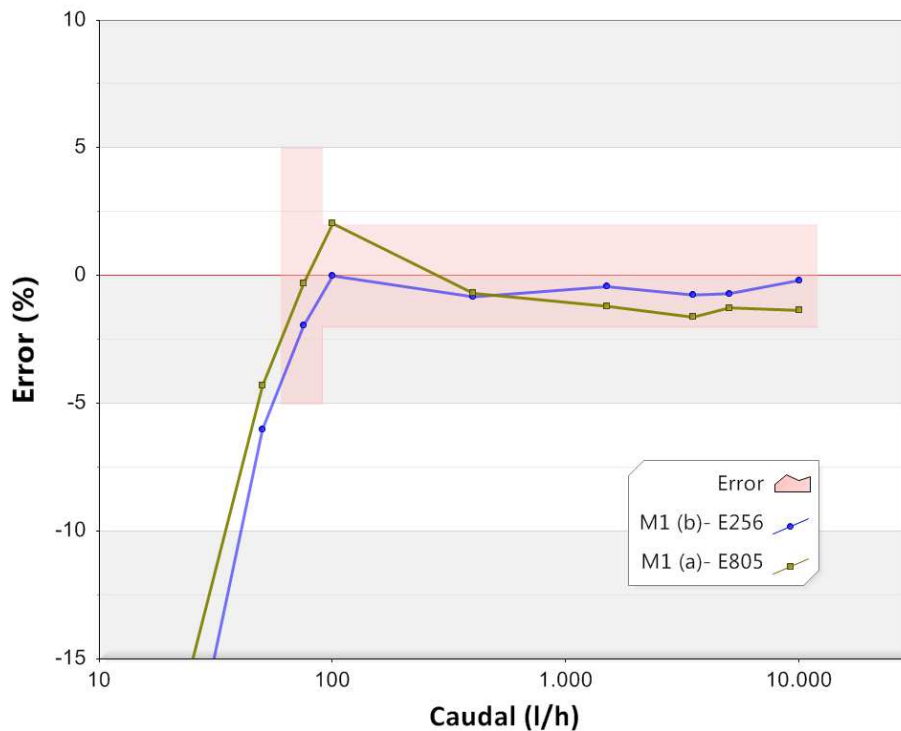


FIGURA 5.75 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M1 (32MM). DETALLE

### 5.5.6 Análisis de la degradación en contadores no domésticos de 40mm

De diámetro nominal 40mm se han ensayado un total de 14 contadores, 4 pertenecientes al modelo M2 cuya tecnología de medición es velocidad chorro único, clase metrológica C y caudal nominal de 10 m<sup>3</sup>/h, y 10 correspondientes al modelo M3 de velocidad chorro múltiple, clase B y con el mismo caudal nominal.

En primer lugar se analiza el modelo M2. El resto de sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 100$  l/h
- Caudal de transición:  $Q_t = 150$  l/h
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 20.000$  l/h

Del ensayo de cada unidad se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.41, donde quedan ordenadas las unidades en función del volumen acumulado creciente. Se observa el deterioro generalizado del caudal de arranque excepto de una unidad (d) cuyo comportamiento es muy positivo. Las otras tres unidades presentan también errores elevados prácticamente hasta su caudal de transición.

TABLA 5.41 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M2 (40MM)

	Edad (años)	Volumen (m3)	Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	Δ EMP
M2 (a)	12	11509	79,96	-100,00	-49,94	-14,18	-7,73	-1,00	-0,65	0,27	0,92	0,86	-13,62
M2 (b)	10	28226	63,07	-100,00	-7,86	-1,25	-4,81	-0,15	1,63	3,64	4,22	4,36	-0,28
M2 (c)	10	52983	65,43	-100,00	-5,02	-6,09	-5,19	-0,62	-0,05	-1,67	-1,2	-0,87	-3,86
M2 (d)	3	57714	27,80	-28,93	-4,91	3,05	2,82	2,47	1,47	1,70	2,04	1,17	0,43
		<b>MEDIA</b>	<b>59,07</b>	<b>-82,23</b>	<b>-16,93</b>	<b>-4,62</b>	<b>-3,73</b>	<b>0,18</b>	<b>0,60</b>	<b>0,99</b>	<b>1,50</b>	<b>1,38</b>	<b>-4,33</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>22,14</b>	<b>35,54</b>	<b>22,05</b>	<b>7,39</b>	<b>4,55</b>	<b>1,57</b>	<b>1,13</b>	<b>2,25</b>	<b>2,26</b>	<b>2,18</b>	<b>6,47</b>

En la Figura 5.77 pueden observarse las curvas de error del modelo M2. En primer lugar destaca que únicamente un contador (d) parece respetar los rangos establecidos para contadores nuevos, aunque a caudales medios presenta errores demasiado positivos. El resto de unidades presentan un comportamiento esperable a caudales medios pero destaca la unidad (b) con errores muy positivos a partir del caudal 5.000 l/h. Tanto la unidad (b) como la (d) presentan una mínima variación en su error medio ponderado, mientras que la (a) presenta una variación sustancial, debido principalmente al deterioro a caudales bajos.



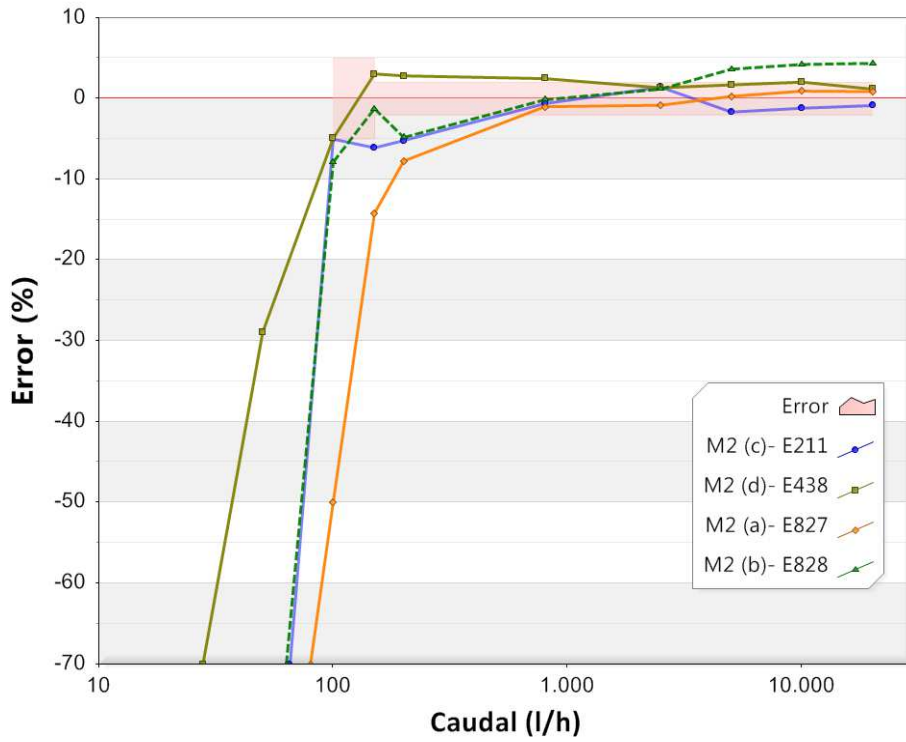


FIGURA 5.76 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M2 (40MM)

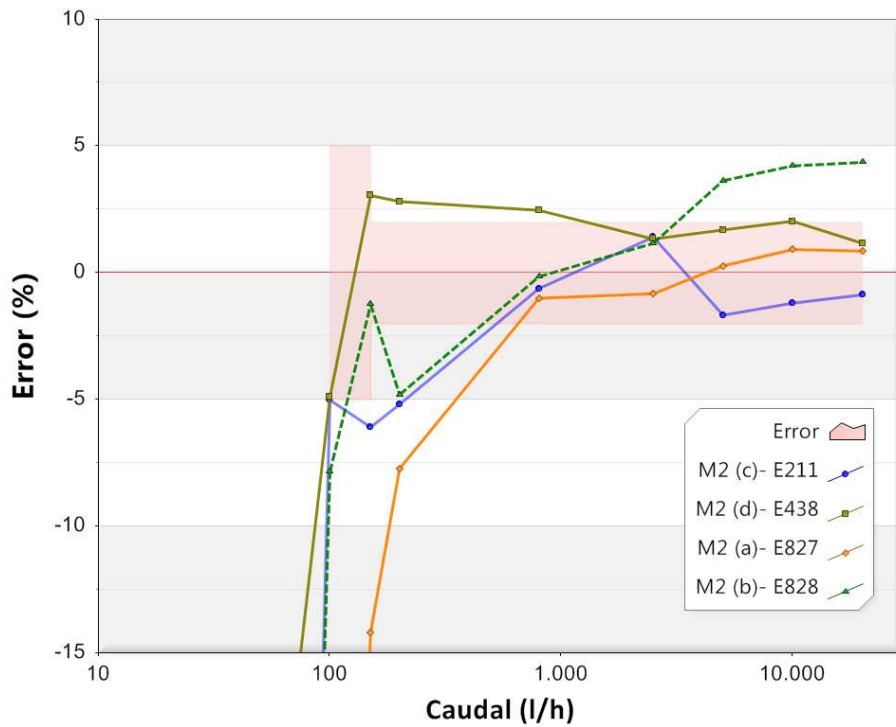


FIGURA 5.77 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M2 (40MM). DETALLE

A continuación se analizará el modelo M3. Sus caudales característicos son los siguientes:

- Caudal mínimo:  $Q_{\min} = 200$  l/h
- Caudal de transición:  $Q_t = 800$  l/h
- Caudal máximo:  $Q_{\max} = 20.000$  l/h

De los resultados obtenidos del modelo M3, se deducen rápidamente las diferencias con sus variantes de calibres inferiores. Si anteriormente el modelo destacaba por presentar grandes deterioros, en calibre 40mm muestra un comportamiento bien distinto. Aún presentando errores a caudales bajos claramente deteriorados, su magnitud no es comparable con los resultados anteriores. Algunas de las unidades destacan por comportamiento sensiblemente degradado como la (j), pero el comportamiento general es más que aceptable.

TABLA 5.42 ERROR MEDIO A CAUDAL ENSAYADO (L/H) DEL MODELO M3 (40MM)

	Edad (años)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Qarr (l/h)	50	100	150	200	800	2500	5000	10000	20000	Δ EMP
M3 (a)	8	19219	69,72	-100	-23,92	-10,18	-6,03	-0,21	-1,16	-1,00	-1,3	-1,47	-2,76
M3 (b)	6	27437	75,01	-100	-40,03	-25,08	-11,15	1,40	-0,20	-2,50	-2,12	-2,56	-5,11
M3 (c)	7	27823	65,43	-100	-5,05	-5,10	-2,17	-2,40	-0,20	-3,50	-3,27	-3,17	-1,8
M3 (d)	6	30081	58,70	-100	-13,00	-10,05	-3,15	0,70	-0,55	3,27	-1,69	-1,95	-1,23
M3 (e)	4	36741	69,81	-100	-21,92	-13,22	-6,41	1,29	1,22	0,37	0,87	1,11	-0,58
M3 (f)	7	44993	78,82	-100	-47,95	-18,13	-11,51	-0,90	-1,07	-0,70	0,45	-0,01	-5
M3 (g)	7	49115	65,00	-100	0,00	-0,99	-1,19	-10,14	0,40	-1,50	-0,2	-0,36	-5,52
M3 (h)	5	59807	68,52	-100	-19,00	-10,05	-4,14	-2,40	-7,44	-6,26	-5,13	-5,62	-6,05
M3 (i)	2	148176	43,34	-60	-10,05	-0,11	-0,09	-0,01	-2,20	-3,34	-2,84	-2,44	-3,84
		<b>MEDIA</b>	<b>76,94</b>	<b>-96,00</b>	<b>-28,09</b>	<b>-19,29</b>	<b>-8,60</b>	<b>-1,88</b>	<b>-1,32</b>	<b>-1,74</b>	<b>-1,67</b>	<b>-1,81</b>	<b>-3,61</b>
		<b>DESV EST</b>	<b>35,81</b>	<b>12,65</b>	<b>29,29</b>	<b>29,33</b>	<b>11,73</b>	<b>3,68</b>	<b>2,39</b>	<b>2,54</b>	<b>1,81</b>	<b>1,87</b>	<b>1,92</b>

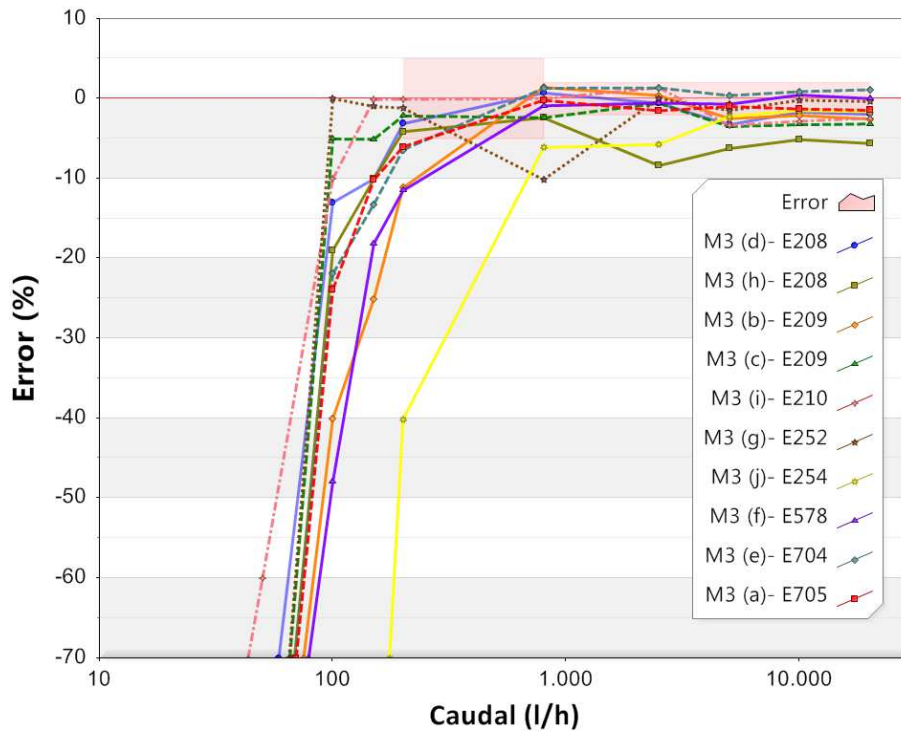


FIGURA 5.78 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M3 (40MM)

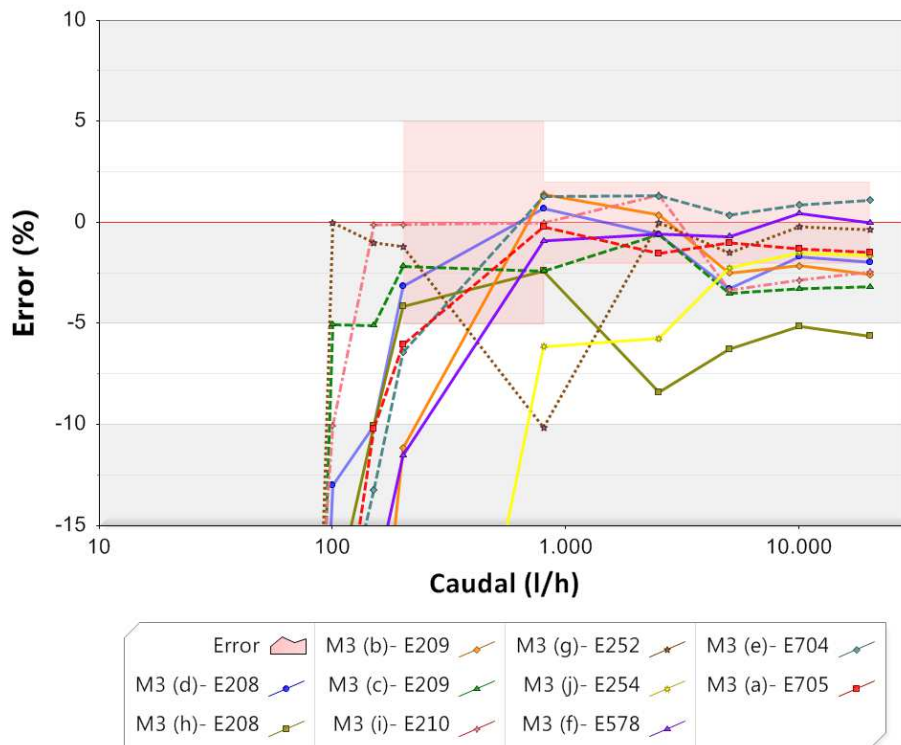
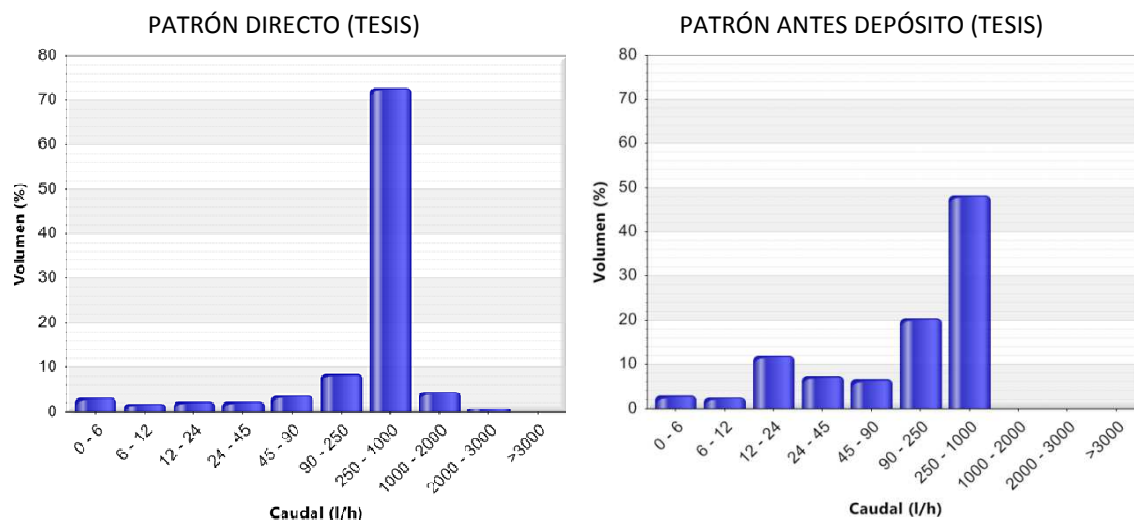


FIGURA 5.79 CURVAS DE ERROR DEL MODELO M3 (40MM). DETALLE

## 5.6 Influencia del patrón de consumo en el error medio ponderado

Se ha venido comentando en capítulos anteriores de la importancia del Patrón de Consumo a la hora de determinar el error global de un contador. Una vez determinados los diferentes patrones de consumo en el Capítulo 3 para diferentes tipologías de consumidores, puede resultar ilustrativo, obtener el error medio ponderado de cada uno de los modelos analizados en el presente capítulo, en función de cada uno de ellos. Del análisis de los errores obtenidos para diferentes patrones, se podrá determinar cuáles pueden llegar a ser las diferencias en el registro para un mismo contador, en función del consumidor al que esté suministrando.

Se muestran en la Figura 5.80 los patrones de consumo obtenidos en el Capítulo 3:



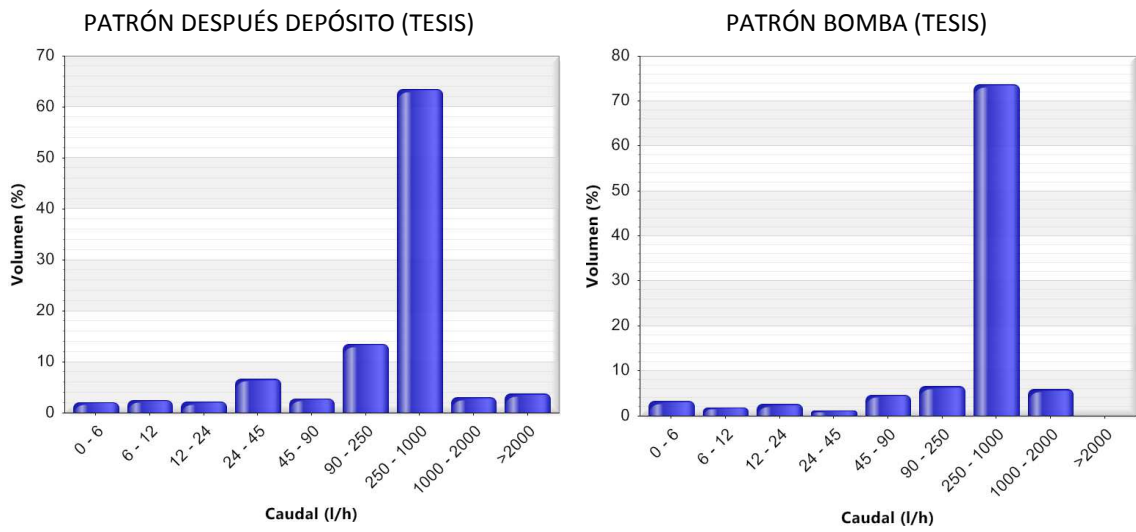
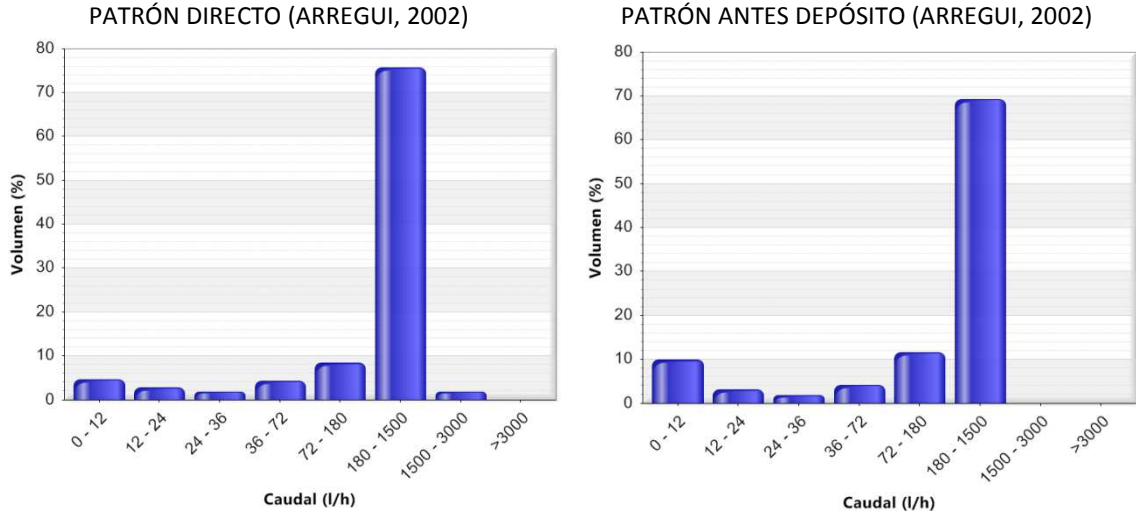


FIGURA 5.80 COMPARATIVA DE PATRONES DE CONSUMO OBTENIDOS EN LA TESIS

Asimismo puede resultar interesante, comparar también los errores globales de los contadores, en función de los patrones obtenidos por Arregui en 2002 (Figura 5.81).



PATRÓN UNIFAMILIAR CON JARDÍN (ARREGUI, 2002)

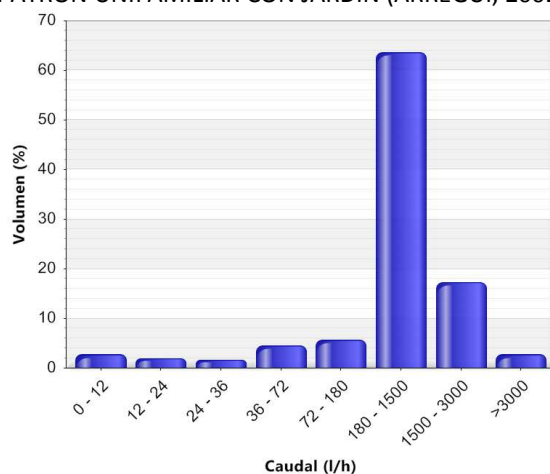


FIGURA 5.81 COMPARATIVA DE PATRONES OBTENIDOS POR ARREGUI, F. (2002)

Calculando el error global de cada modelo de contador analizado en el presente capítulo, en función de cada uno de los 7 patrones detallados anteriormente, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 5.43.

TABLA 5.43 ERRORES GLOBALES EN FUNCIÓN DEL PATRÓN DE CONSUMO

Modelo	Patrones obtenidos en la Tesis				Patrones Arregui, 2002		
	Directo	Bomba	Antes depósito	Después depósito	Directo	Antes depósito	Unifamiliar con jardín
M1	-7,77	-8,45	-14,70	-8,62	-8,28	-13,20	-6,14
M2	-4,66	-4,96	-8,12	-4,43	-4,53	-8,97	-2,68
M3	-5,75	-6,23	-10,81	-6,36	-6,24	-10,38	-4,52
M4	-10,17	-10,73	-15,66	-10,75	-10,83	-15,21	-9,14

En un primer análisis puede observarse la gran diferencia que existe en los errores para un mismo modelo en función de si el suministro es en directo (directo, bomba, después depósito o unifamiliar con jardín) o bien existe un depósito intermedio, entre el contador y la instalación suministrada. Así para el modelo M1, en función de si el patrón de consumo es “Antes depósito (Tesis)” o “Unifamiliar con jardín (Arregui)”, puede llegar a tener una diferencia en el error de hasta el 8,56%. Para el resto de modelos la diferencia también existe, siendo esta superior al 6%.

Asimismo se observa que las diferencias entre patrones similares obtenidos en la presente Tesis y los obtenidos por Arregui, no son sustanciales. Aún así, para el modelo M1 la diferencia en el error en función de los patrones “Antes depósito” llega a

ser del 1,5%. Para el resto de patrones y modelos las diferencias entre patrones semejantes no es considerable. Destaca el bajo error que supone el patrón de consumo “Unifamiliar con jardín”. Evidentemente este hecho está provocado por el consumo producido a caudales elevados, donde el error de los contadores es menor y se mantiene más constante.

Por lo tanto se puede concluir que el patrón de consumo es determinante en el error global de un contador y cobra especial importancia cuando el suministro se realiza indirectamente mediante el llenado de depósitos.

## 5.7 Conclusiones

Se han analizado un total de 1.456 contadores en uso, distribuidos entre los calibres 15mm y 40mm, correspondientes a 7 modelos y a 3 tecnologías de medición diferentes. Previamente a la obtención y análisis de los errores globales, se han estudiado las curvas de error de cada uno de ellos, destacando los aspectos más relevantes por modelo y tecnología de medición. Se ha hecho especial énfasis en los caudales característicos de cada calibre y tecnología, especialmente en lo que a caudales bajos y altos se refiere, observando el comportamiento individual de cada uno de ellos para detectar posibles comportamientos anómalos o no conformes.

En el análisis se ha distinguido entre contadores domésticos y no domésticos. La mayor muestra ha correspondido a los contadores domésticos, todos ellos de calibre 15mm, donde han sido un total de 1.413 los contadores analizados, correspondientes a dos tecnologías de medición y cuatro modelos diferentes. De contadores no domésticos se han analizado un total de 43 unidades de calibres entre 15mm y 40mm, correspondientes a dos tecnologías de medición y tres modelos.

El análisis de la degradación en contadores domésticos se ha realizado en función de dos parámetros, la edad y el volumen acumulado. Se han estratificado las muestras de cada modelo por rangos de edad y de volumen, obteniendo para cada rango el error medio ponderado (EMP), los errores para cada caudal ensayado y la desviación estándar de cada uno de ellos. De esta forma se han obtenido valores relativos comparables entre todos los modelos analizados.

Para el cálculo del error medio ponderado se ha utilizado un patrón (Tabla 4.12) que representa el consumo doméstico con suministro en directo (sin depósito de acumulación previo).

De los resultados obtenidos, una de las primeras conclusiones relevantes ha sido el porcentaje de contadores defectuosos detectados en función de la tecnología de medición. Los contadores de velocidad y chorro único presentaban de media un 1,3% de contadores defectuosos mientras que el porcentaje para los volumétricos de pistón rotativo ha sido del 4,7%.

De los valores de los errores globales obtenidos para contadores domésticos en uso, el resultado es evidente. Los contadores volumétricos se degradan rápidamente llegando a alcanzar valores superiores al -10% en 6 años de vida. Por lo tanto su degradación media podría asumirse en un -9,37%. En cambio, los contadores de velocidad chorro único, demuestran que son más robustos. Su degradación es mucho menor y esta depende fuertemente del modelo analizado. Así como el modelo M1 alcanza un error global próximo al -9%, el modelo M2 obtiene un error muy destacable del -5%. Por lo tanto para estos modelos la degradación sufrida ha sido del -5,7% y del -1,7%, respectivamente.

Por lo tanto la degradación media anual para contadores domésticos de velocidad y chorro único ha resultado del -0,72%, mientras que para los contadores volumétricos de pistón rotativo ha sido del -1,56%. Como se comentaba, la degradación de los contadores volumétricos es mucho más acusada que para los de velocidad.

Si se considera toda la muestra analizada sin diferenciar por tecnologías de medición, la degradación media anual resulta del -0,84%. La proporción de cada tecnología de medición de la muestra analizada es del 86,5% de contadores de velocidad y del 13,5% de contadores volumétricos, por lo que la degradación media puede representar la distribución de un abastecimiento con una proporción de contadores en función de su tecnología de medición similar a la muestra.

Debe de mencionarse que el cálculo de las degradaciones mostradas anteriormente incluyen los contadores defectuosos. Si se eliminan las unidades defectuosas, la degradación media es del -0,64%. Los contadores de velocidad se degradan a un ritmo del -0,57%/año y los volumétricos presentan una degradación anual del -1,10%.

Los valores obtenidos indican que, aproximadamente a los 6 años, el parque de contadores doméstico puede tener un error global próximo al -7,73% (obtenido en base a la muestra y al error de cada modelo a la edad de 6 años). Este error global se convierte en -8,02% si se tiene en cuenta toda la muestra analizada. Estos valores ofrecen orden de magnitud de los errores de medición a los que se encuentra un parque de contadores relativamente joven.



De los resultados obtenidos diferenciados por tecnologías de medición, se evidencia la gran dificultad que supone conseguir contadores que sean capaces de registrar caudales bajos con mucha precisión y al mismo tiempo tengan la capacidad de mantener estas condiciones. Resulta evidente que conseguir contadores precisos a caudales bajos y al mismo tiempo, que estos sean robustos, es uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan los fabricantes de contadores. Así, los contadores volumétricos poseen unas condiciones iniciales excepcionales en el registro a caudales bajos, pero esta precisión se degrada rápidamente. En el análisis se ha demostrado que en las unidades volumétricas más jóvenes ensayadas (4 años), la precisión a caudales bajos ya se encontraba gravemente deteriorada. En función del volumen acumulado, el modelo M4 presentaba errores muy elevados con tan sólo 500 m<sup>3</sup>, mientras que para el modelo M3 el volumen acumulado en el que ya se denotaba gran deterioro era a partir de 1.500 m<sup>3</sup>.

Aunque aparentemente no resulte esperable que en contadores en uso se pueda dar la circunstancia de que exista sobrecontaje, sí que se han detectado unidades. En función del modelo, los porcentajes obtenidos son considerables. En los contadores de velocidad se da el sobrecontaje a caudales altos (3.000 l/h), mientras que en los volumétricos a caudales próximos al caudal 120 l/h. En función del modelo, los porcentajes varían desde el 3,7% del modelo M2 hasta el 16,3% del modelo M3, por lo que no existe relación entre la probabilidad de ocurrencia y la tecnología de medición. Los errores máximos obtenidos para los contadores de velocidad están del orden del 15% y en torno al 3% en contadores volumétricos, lo que denota una mayor problemática por sobrecontaje en contadores de velocidad.

Otro de los aspectos importantes obtenidos ha sido la evolución del error global, es decir, de qué forma ha ido degradándose éste. La degradación del error en función de la edad, excepto para el modelo M1, ha sido lineal, conforme también han obtenido la mayoría de los estudios realizados hasta el momento. La regresión que más aproximaba la degradación del modelo M1 en función de la edad ha sido la logarítmica. Esta destacaba por ser muy acusada inicialmente y estabilizarse, tendiendo el error a evolucionar a un ritmo mucho más lento.

En cambio, la degradación del error en función del volumen acumulado depende directamente del modelo analizado. De entre los cuatro modelos estudiados, tres han sido las diferentes regresiones que se han obtenido (cuadrática, logarítmica y lineal). En este caso también destaca la degradación del modelo M1, ya que esta evoluciona exponencialmente hacia valores de error muy negativos.

Se ha visto como influye cada parámetro en la evolución del error para cada modelo, incluso cómo afectan conjuntamente ambos parámetros, obteniendo finalmente un modelo combinado para estimar el error medio ponderado no sólo en función de la edad, sino también del volumen acumulado. El tamaño de las muestras no ha resultado suficiente para obtener unos modelos combinados que aproximen con detalle la evolución. De todas formas todas las regresiones deben de analizarse con suma precaución ya que no hay que olvidar que el cálculo del error global de un contador también está influenciado a su vez, por la propia incertidumbre asociada al patrón de consumo obtenido.

En referencia al análisis de contadores no domésticos, cabe destacar que únicamente el 10% de ellos mantienen su curva de error dentro de los límites de error establecidos por normativa, lo que evidencia el deterioro que los contadores sufren en uso. Visto que en la actualidad no existe ninguna legislación clara al respecto sobre cuál es el error máximo admisible de los contadores en uso, este debe de ser uno de los campos a investigar y determinar en función de diferentes parámetros.

Los errores medios ponderados obtenidos, calculados a partir de la ponderación de la curva de error característica y del patrón de consumo, demuestran que la gran mayoría de contadores presentan errores medios negativos.

Igual comportamiento se ha obtenido del estudio de la evolución del error medio ponderado. Como era esperable, en la gran mayoría de los casos (93 %) la evolución del error ha resultado desfavorable, es decir, el error del contador ha ido empeorando a medida que el contador ha estado funcionando.

Una vez más se han evidenciado las grandes diferencias en el comportamiento entre contadores de tecnologías de medición diferentes (en este caso velocidad chorro único o chorro múltiple). En general los contadores de velocidad chorro único presentaban un mejor comportamiento y una menor degradación, mientras que los contadores de velocidad chorro múltiple presentaban degradaciones más acusadas y comportamientos erráticos.

De las comparativas de registros de los contadores instalados, se desprende un resultado en primera instancia sorprendente, y es que en muchos de los casos (54%), el registro o consumo medio trimestral del nuevo contador instalado es inferior al del contador original, no porque este nuevo contador registre peor que el anterior, sino simplemente porque se ha reducido el consumo real de la instalación, motivado por la reparación de las fugas interiores detectadas.

Por último, se ha realizado un análisis comparativo de los errores globales de los cuatro modelos de contadores domésticos analizados, en función de siete patrones de consumo diferentes. Se ha llegado a la conclusión de que el patrón de consumo es determinante en el error global de un contador, cobrando especial importancia cuando el suministro se realiza indirectamente mediante el llenado de depósitos. La diferencia del error para un mismo modelo de contador en función de patrones de consumo diferentes, puede llegar a ser del 8,56%.



## **CAPÍTULO 6**

# **ESTUDIO ECONÓMICO**

---

Como ha quedado detallado en diferentes apartados de la Tesis, las pérdidas generadas por el agua consumida pero no registrada, es decir, las pérdidas comerciales, son directamente proporcionales al precio de venta del agua. Por este motivo su coste unitario es muy superior al de las pérdidas reales ya que estas son valoradas en base al coste marginal de producción que supone su tratamiento y distribución. De esta forma, se requiere un volumen de pérdidas reales muy superior al de las comerciales para igualar su coste. Por lo tanto, las pérdidas comerciales tienen un gran impacto en el resultado económico del sistema y hasta que no se cuantifiquen estas, no se tendrá la visión de lo que realmente suponen.

Resulta evidente que el precio de venta del agua tendrá una influencia clave en su valoración, y en la determinación de los ingresos que genera un contador. El análisis económico en abastecimientos con tarifas elevadas implicará una gestión más eficiente del parque de contadores. En estos casos, las degradaciones sufridas por los contadores serán más influyentes que aquellos abastecimientos cuyos precios sean bajos, lo que condicionará periodos de renovación de contadores más ajustados. Especialmente importante resulta el análisis de aquellos abastecimientos cuyas tarifas están estructuradas por bloques de consumo, diferenciando el precio de venta en función del rango consumido. En estos casos los costes provocados por el agua no registrada deberán valorarse en función del precio del último metro cúbico registrado ya que todo metro cúbico que se ha dejado de registrar supondría un incremento en el último bloque facturado.

Por todo ello, vista la importancia en la valoración económica de las pérdidas comerciales y obtenidas las degradaciones en el Capítulo 5 para los cuatro modelos de contador analizados, en el presente capítulo se realizará un estudio económico con el objetivo de cuantificarlas y obtener orden de magnitud de lo que estas pueden suponer para un abastecimiento. Asimismo se obtendrá la vida útil de los contadores analizados en función de las características de un abastecimiento.

## **6.1 Estimación de la vida útil del contador en función de su degradación**

Obtenidas las degradaciones de los contadores en función de la edad y del volumen acumulado, resulta de gran interés realizar un análisis que sea capaz de representar en unidades monetarias esta degradación sufrida por el contador. Realmente, la principal

dificultad de este tipo de análisis reside en el conocimiento de la evolución del error global de los contadores, ya que es la que permite obtener los ingresos generados en función de su edad. Generalmente, el problema radica en que no se dispone de esta información, por lo que hay que estimarla en función de la experiencia del técnico.

Sin embargo, a través del análisis realizado en el Capítulo 5, se ha podido generar un modelo que representa la evolución del error a partir de dos de sus variables fundamentales, como son la edad y el volumen acumulado. A partir de ellas se podrá obtener una frecuencia de renovación óptima para dichos contadores.

La cuestión principal que habrá que resolver será el tiempo que cada contador debe permanecer en servicio para minimizar los costes o maximizar los ingresos. El análisis se realizará en primer lugar asumiendo una degradación lineal con la edad. Posteriormente se realizará el análisis económico considerando la degradación en base a las dos variables, obteniendo esta mediante el modelo combinado obtenido. Vistas las muestras analizadas de cada contador, el análisis se realizará sobre el modelo M1, ya que constituye la muestra más representativa. El objetivo es mostrar el orden de magnitud de las pérdidas comerciales y de la vida útil de un contador en función de diferentes parámetros. El cálculo para cualquier otro modelo resultará sencillo y automático, una vez conocido el procedimiento.

TABLA 6.1 DATOS DEL CONTADOR DEL ESTUDIO ECONÓMICO

<b>Modelo</b>	<b>M1</b>
Tecnología medición	Velocidad Chorro único
Clase metrológica	R40
Precio de compra (€)	16
Coste de instalación (€)	12
Gastos administrativos (€)	2
Error inicial (%)	-3,3%

En base a los parámetros mostrados en la Tabla 6.1 se procederá a la realización de ambos análisis.

### 6.1.1 Estimación de la vida útil en función de la edad

Siguiendo la metodología propuesta por (Arregui et al., 2006) se procederá al cálculo del VANC como aproximación del VAN de la cadena de renovaciones, para así obtener el contador más económico o que más ingresos genere, para un determinado período de tiempo, estableciéndose la vida útil del mismo.

TABLA 6.2 PARÁMETROS DEL ABASTECIMIENTO

Ritmo de degradación (%/año)	-0,8%
Consumo medio anual por usuario (m <sup>3</sup> )	120
Tasa de actualización nominal (r)	4%
Inflación (s)	2%
Tasa de actualización real (r')	2,0%
Precio del agua (€/m <sup>3</sup> )	0,58

Con los valores necesarios definidos se muestran los valores del VANC para obtener el beneficio de la inversión en función de la edad del contador.

TABLA 6.3 VANC DE LA INVERSIÓN PARA DIFERENTES FRECUENCIAS DE RENOVACIÓN (DEGRADACIÓN LINEAL)

Año	Costes iniciales (€)	Volumen registrado (m3)	Valor actual de los ingresos por agua registrada (€)	Valor de los ingresos acumulados por agua registrada (€)	VAN total de los ingresos (€)	VANC de los ingresos (€)
1	-30	116,04	67,30	67,30	37,3032	1939,77
2		115,04	65,44	132,74	102,74	2697,23
3		114,04	63,62	196,36	166,36	2939,81
4		113,03	61,85	258,21	228,21	3053,74
5		112,03	60,12	318,34	288,34	3116,27
6		111,03	58,44	376,77	346,77	3153,14
7		110,03	56,80	433,57	403,57	3175,40
8		109,03	55,20	488,77	458,77	3188,57
9		108,02	53,64	542,41	512,41	3195,70
10		107,02	52,12	594,53	564,53	<b>3198,63</b>
11		106,02	50,64	645,17	615,17	3198,54



Año	Costes iniciales (€)	Volumen registrado (m3)	Valor actual de los ingresos por agua registrada (€)	Valor de los ingresos acumulados por agua registrada (€)	VAN total de los ingresos (€)	VANC de los ingresos (€)
12		105,02	49,20	694,36	664,36	3196,21
13		104,02	47,79	742,15	712,15	3192,18
14		103,01	46,42	788,57	758,57	3186,83
15		102,01	45,08	833,66	803,66	3180,44
16		101,01	43,78	877,44	847,44	3173,23
17		100,01	42,51	919,95	889,95	3165,36
18		99,01	41,28	961,23	931,23	3156,95
19		98,00	40,08	1001,31	971,31	3148,11
20		97,00	38,90	1040,21	1010,21	3138,92
21		96,00	37,76	1077,97	1047,97	3129,43
22		95,00	36,65	1114,62	1084,62	3119,71
23		94,00	35,56	1150,18	1120,18	3109,79
24		92,99	34,51	1184,69	1154,69	3099,72
25		91,99	33,48	1218,17	1188,17	3089,51
26		90,99	32,48	1250,65	1220,65	3079,20
27		89,99	31,50	1282,15	1252,15	3068,82
28		88,99	30,55	1312,70	1282,70	3058,37
29		87,98	29,63	1342,33	1312,33	3047,87
30		86,98	28,73	1371,06	1341,06	3037,34

La Tabla 6.3 muestra que para el modelo M1, la frecuencia de renovación óptima es de 10 años y el VANC asociado a esta vida útil sería de 3.198,63 €. Los resultados finales para los cuatro modelos, asumiendo los costes iniciales y la degradación anual correspondiente, se muestran en la Tabla 6.4.

TABLA 6.4 VANC Y VIDA ÚTIL PARA CUATRO MODELOS DE CONTADOR (DEGRADACIÓN LINEAL)

	M1	M2	M3	M4
VANC (€)	3.198,63	3.258,11	3.250,54	3.095,81
Vida útil (años)	10	13	14	9

Desde un punto de vista exclusivamente económico, el modelo M2 es el que más beneficios podría generar al abastecimiento para una vida útil de 13 años.

## 6.1.2 Estimación de la vida útil en función de la edad y del volumen

De la misma forma que se ha procedido en el apartado anterior, pero utilizando el modelo combinado que considera tanto la edad como el volumen acumulado para la obtención del error global, se ha procedido con los cuatro modelos analizados. Los resultados para el modelo M1 son los mostrados en la Tabla 6.5.

TABLA 6.5 VANC DE LA INVERSIÓN PARA DIFERENTES FRECUENCIAS DE RENOVACIÓN (DEGRADACIÓN COMBINADA)

Año	Costes iniciales (€)	Volumen registrado (m3)	Valor actual de los ingresos por agua registrada (€)	Valor de los ingresos acumulados por agua registrada (€)	VAN total de los ingresos (€)	VANC de los ingresos (€)
1	-30	116,04	67,30	67,30	37,3032	1939,77
2		113,93	64,81	132,11	102,11	2680,66
3		113,58	63,37	195,48	165,48	2924,13
4		113,25	61,97	257,45	227,45	3043,46
5		112,95	60,61	318,06	288,06	3113,27
6		112,65	59,29	377,35	347,35	3158,38
7		112,37	58,01	435,36	405,36	3189,44
8		112,09	56,75	492,11	462,11	3211,77
9		111,83	55,53	547,64	517,64	3228,30
10		111,57	54,34	601,97	571,97	3240,81
11		111,32	53,17	655,15	625,15	3250,42
12		111,08	52,04	707,18	677,18	3257,87
13		110,85	50,93	758,11	728,11	3263,69
14		110,62	49,85	807,95	777,95	3268,25
15		110,40	48,79	856,74	826,74	3271,80
16		110,18	47,76	904,50	874,50	3274,56
17		109,97	46,75	951,25	921,25	3276,68
18		109,77	45,77	997,02	967,02	3278,27
19		109,58	44,81	1041,82	1011,82	3279,44
20		109,39	43,87	1085,69	1055,69	3280,25
21		109,20	42,95	1128,65	1098,65	3280,78
22		109,03	42,06	1170,71	1140,71	3281,05
23		108,86	41,19	1211,90	1181,90	<b>3281,12</b>
24		108,69	40,33	1252,23	1222,23	3281,03

Año	Costes iniciales (€)	Volumen registrado (m3)	Valor actual de los ingresos por agua registrada (€)	Valor de los ingresos acumulados por agua registrada (€)	VAN total de los ingresos (€)	VANC de los ingresos (€)
25		108,54	39,50	1291,73	1261,73	3280,79
26		108,38	38,69	1330,42	1300,42	3280,43
27		108,24	37,89	1368,31	1338,31	3279,98
28		108,10	37,12	1405,42	1375,42	3279,44
29		107,96	36,36	1441,78	1411,78	3278,84
30		107,84	35,62	1477,40	1447,40	3278,19

Según los resultados obtenidos para el modelo M1, la frecuencia de renovación óptima en este caso es de 23 años y el VANC asociado a esta vida útil sería de 3.281,12 €. Los resultados finales para los cuatro modelos, asumiendo los costes iniciales y la degradación combinada correspondiente, se muestran en la Tabla 6.4.

TABLA 6.6 VANC Y VIDA ÚTIL PARA CUATRO MODELOS DE CONTADOR (DEGRADACIÓN COMBINADA)

	M1	M2	M3	M4
VANC (€)	3.281,12	3.264,91	3.258,21	3.156,55
Vida útil (años)	23	15	12	10

Desde un punto de vista exclusivamente económico, el modelo M1 es el que más beneficios podría generar al abastecimiento para una vida útil de 23 años.

A la vista de los resultados, en general la vida útil de los contadores es superior asumiendo una degradación combinada en función de la edad y el volumen acumulado que para una degradación lineal con la edad.

Evidentemente estos resultados dependen directamente de los parámetros involucrados en el cálculo. Para mayores ritmos de deterioro, lógicamente el VANC disminuye y al mismo tiempo la vida útil del contador. El precio de venta del agua provoca el efecto contrario. A mayores precios de venta, mayores valores de VANC y valores inferiores de vida útil.

## 6.2 Análisis económico en función de la elección del tipo de contador

Vista la importancia comentada en diversas ocasiones a lo largo de la Tesis, en valorar las pérdidas comerciales no únicamente en volumen sino también en coste, junto a las importantes diferencias encontradas en función de la tecnología de medición y del modelo analizado, en el presente apartado se pretende realizar un sencillo cálculo del coste de las pérdidas comerciales en base a los modelos de degradación obtenidos para cada uno de los contadores analizados. Recordando los resultados obtenidos, para cada una de las tecnologías analizadas, se desprendía que en cada una de ellas, uno de los modelos presentaba una degradación mucho más intensa que el otro. Por lo tanto, se calculará cuales son los ingresos que generan cada uno de ellos anualmente teniendo en cuenta la degradación obtenida, con el simple objetivo de comprobar cuál hubiera sido la diferencia si se hubiera elegido el contador con mejor comportamiento, para una misma tecnología de medición. Una vez obtenida la diferencia unitaria en los ingresos generados, se podrá extrapolar a la situación de un abastecimiento real con el objetivo de representar la magnitud que puede suponer la correcta elección del contador o contadores a instalar.

En la Tabla 6.7 se muestran los errores de medición resultantes de la aplicación de los modelos de degradación obtenidos, para cada modelo de contador y en función de la edad. Únicamente se analiza hasta la edad de los 6 años, ya que es la edad máxima común analizada para todos los modelos.

TABLA 6.7 ERRORES DE MEDICIÓN EN FUNCIÓN DEL MODELO DE CONTADOR Y EDAD

Modelo	Edad (años)						
	0	1	2	3	4	5	6
<b>M1</b>	-3,30	-7,45	-7,78	-7,97	-8,11	-8,22	-8,31
<b>M2</b>	-2,96	-3,54	-4,11	-4,68	-5,26	-5,83	-6,40
<b>M3</b>	-1,34	-1,99	-2,65	-3,30	-3,96	-4,61	-5,26
<b>M4</b>	-1,34	-2,90	-4,47	-6,03	-7,60	-9,16	-10,73

En la siguiente tabla se muestran los parámetros más representativos de uno de los abastecimientos que FACSA gestiona en la actualidad.

TABLA 6.8 PARÁMETROS QUE DEFINEN EL ABASTECIMIENTO

<b>Total abonados</b>	<b>15764</b>
<b>Cont. Velocidad</b>	13629
<b>Cont. Volumétricos</b>	2065
<b>Consumo medio anual</b>	120 m <sup>3</sup>
<b>Precio medio</b>	0,58 €/m <sup>3</sup>

Por lo tanto, con los errores de medición establecidos por años, se puede fácilmente obtener cual será el registro unitario por contador y año, en base a un consumo medio anual de 120 m<sup>3</sup> por contador. Cabe hacer mención que el precio medio del metro cúbico utilizado, únicamente contempla el suministro de agua potable sin tener en cuenta el servicio de alcantarillado ni tampoco el de la gestión de las aguas residuales (depuración). Evidentemente si se contemplaran también estos ingresos directamente relacionados con el agua consumida, el resultado del coste final sería mucho mayor.

TABLA 6.9 REGISTRO UNITARIO ANUAL EN FUNCIÓN DEL MODELO DE CONTADOR Y EDAD

Modelo	Edad (años)							TOTAL
	0	1	2	3	4	5	6	
<b>M1</b>	116,04	111,07	110,67	110,43	110,27	110,14	110,03	779
<b>M2</b>	116,45	115,76	115,07	114,38	113,69	113,01	112,32	801
<b>M3</b>	118,39	117,61	116,82	116,04	115,25	114,47	113,68	812
<b>M4</b>	118,39	116,52	114,64	112,76	110,88	109,00	107,13	789

En la Tabla 6.9 puede observarse como el registro va disminuyendo paulatinamente en función de los años. El valor ideal o hipotético si no existiera ningún error de medición, que debería de registrar el contador a lo largo de los siete años contemplados, sería de 840 m<sup>3</sup>. Las diferencias entre modelos son evidentes. De la elección de un modelo u otro se puede llegar a tener una diferencia en el registro en el período analizado de hasta 33,6 m<sup>3</sup>, es decir una media de 4,8 m<sup>3</sup>/año. Si el análisis se realiza anualmente se encuentran diferencias del registro de hasta 6,6 m<sup>3</sup>/año lo que representa una diferencia del 6,1%, correspondiente a los dos modelos volumétricos. Comparando los modelos de velocidad, las diferencias anuales pueden llegar a suponer 4,7 m<sup>3</sup>/año, lo que representa un 4,2%.

Una vez con los registros unitarios, puede calcularse el registro que se obtendría para el abastecimiento de estudio, en función de la distribución de contadores que posee.

Sin modificar la distribución del parque de contadores en lo que a tecnología de medición se refiere, los registros que cada modelo hubiera obtenido así como las diferencias existentes entre modelos de la misma tecnología de medición, se muestran en la Tabla 6.16.

TABLA 6.10 REGISTRO ANUAL DEL ABASTECIMIENTO DE ESTUDIO EN FUNCIÓN DEL MODELO DE CONTADOR Y EDAD

Modelo	Edad (años)							TOTAL
	0	1	2	3	4	5	6	
<b>M1</b>	1581509	1513710	1508269	1505086	1502828	1501076	1499644	10612122
<b>M2</b>	1587040	1577664	1568288	1558912	1549536	1540159	1530783	10912382
<b>Diferencia</b>	<b>5531</b>	<b>63954</b>	<b>60019</b>	<b>53826</b>	<b>46708</b>	<b>39084</b>	<b>31139</b>	<b>300260</b>
<b>M3</b>	244483	242862	241241	239620	237999	236378	234757	1677341
<b>M4</b>	244483	240605	236727	232849	228971	225093	221215	1629945
<b>Diferencia</b>	<b>0</b>	<b>2257</b>	<b>4514</b>	<b>6771</b>	<b>9028</b>	<b>11285</b>	<b>13542</b>	<b>47396</b>
<b>Diferencia total</b>	<b>5531</b>	<b>66211</b>	<b>64533</b>	<b>60597</b>	<b>55736</b>	<b>50368</b>	<b>44680</b>	<b>347656</b>

Pueden observarse las diferencias en el registro en función del contador y de la tecnología de medición. La diferencia anual en el registro puede llegar a valores que superan los 66.000 m<sup>3</sup>. Para el abastecimiento de estudio, este volumen sería considerado como pérdidas comerciales motivadas por los diferentes errores de medición en función de la selección de un modelo de contador u otro. En los siete años mostrados, el volumen total dejado de registrar por errores de medición para este abastecimiento alcanza prácticamente los 350.000 m<sup>3</sup>, volumen nada despreciable recordando el elevado coste unitario que poseen las pérdidas comerciales. Este volumen representa unas pérdidas comerciales medias por contador de 3,2 m<sup>3</sup>/año.

Vistas las diferencias entre modelos de la misma tecnología de medición, también observadas y analizadas en el capítulo anterior, queda claro que la elección más ventajosa para el abastecimiento debería de ser aquella que combinase el modelo M2 como contador de velocidad y el M3 como contador volumétrico. En la Figura 6.1 se muestra la diferencia en el registro en función de las combinaciones posibles entre

modelos. Resulta evidente que la combinación M2/M3 resulta la más ventajosa para cada uno de los años analizados.

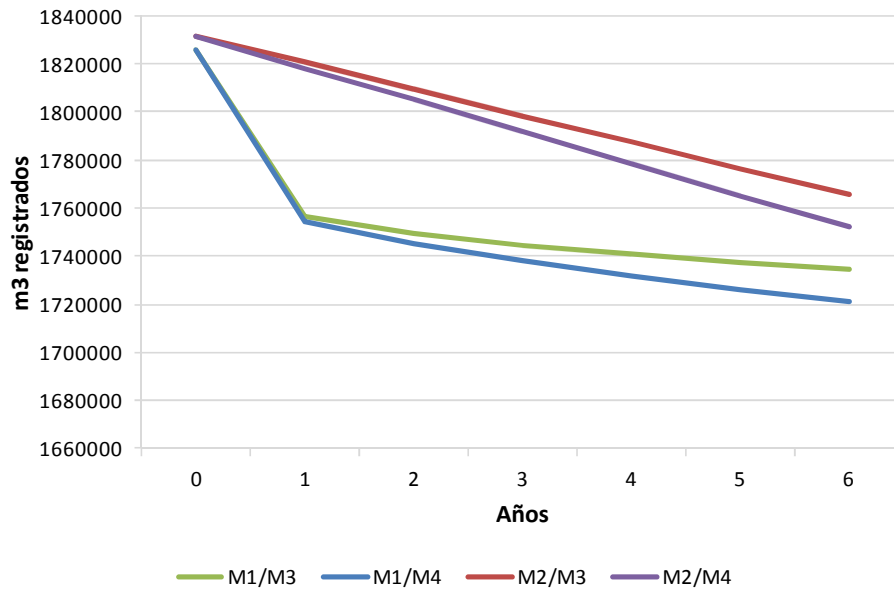


FIGURA 6.1 COMPARATIVA DEL REGISTRO SEGÚN LA SELECCIÓN DEL CONTADOR

Por último resta convertir este volumen dejado de registrar en valor económico. Para ello simplemente debe de asignarse a cada metro cúbico el valor medio de éste, propio del abastecimiento.

TABLA 6.11 INGRESO ANUAL DEL ABASTECIMIENTO DE ESTUDIO EN FUNCIÓN DEL MODELO DE CONTADOR Y EDAD

Modelo	Edad (años)							TOTAL
	0	1	2	3	4	5	6	
<b>M1</b>	917275	877952	874796	872950	871640	870624	869794	6155031
<b>M2</b>	920483	915045	909607	904169	898731	893292	887854	6329182
<b>Diferencia</b>	<b>3208</b>	<b>37093</b>	<b>34811</b>	<b>31219</b>	<b>27091</b>	<b>22668</b>	<b>18060</b>	<b>174151</b>
<b>M3</b>	141800	140860	139920	138980	138039	137099	136159	972858
<b>M4</b>	141800	139551	137302	135053	132803	130554	128305	945368
<b>Diferencia</b>	<b>0</b>	<b>1309</b>	<b>2618</b>	<b>3927</b>	<b>5236</b>	<b>6545</b>	<b>7854</b>	<b>27490</b>
<b>Diferencia total</b>	<b>3208</b>	<b>38402</b>	<b>37429</b>	<b>35146</b>	<b>32327</b>	<b>29214</b>	<b>25915</b>	<b>201641</b>

A la vista de los resultados, queda clara que la actual selección de modelos de contador le ha supuesto al abastecimiento del estudio, dejar de ingresar más de 200.000 € (28.806 €/año). Este resultado no está condicionado por ningún otro parámetro que pueda afectarlo. Simplemente se ha considerado la elección de un modelo de contador u otro dentro de la misma tecnología de medición y de los que actualmente se están utilizando, siendo los costes iniciales de los modelos analizados, similares. Así, si el gestor del abastecimiento hubiera sabido del comportamiento de cada uno de los modelos utilizados e instalados en origen, podría haber instalado aquellos que ofrecen un mejor comportamiento, mejorando así el registro total, por lo que hubiera mejorado el rendimiento del abastecimiento gracias a una reducción de las pérdidas comerciales y a su vez, hubiera obtenido muchos más recursos que podrían haberse destinado a la mejora del mismo (1,84 € por contador y año).

Si este pequeño análisis realizado para uno de los abastecimientos que gestiona actualmente FACSA con un total de abonados cercano a los 16.000, se realiza para la totalidad de abastecimientos gestionados, cuyo número de abonados está en torno a los 400.000, rápida es la reflexión a realizar. El volumen de pérdidas comerciales por la selección de un modelo de contador u otro, puede llegar a valores en torno a los 9.000.000 m<sup>3</sup>. Unitariamente los resultados supondrían unas pérdidas de 3,2 m<sup>3</sup>/año y 1,25 €/año de media por cada contador, e n base al valor medio general del metro cúbico (0,39 €/m<sup>3</sup>).



## 6.3 Valoración económica de las pérdidas comerciales

En el apartado anterior se han calculado las diferencias en el registro en función de la elección de un modelo de contador u otro, para posteriormente cuantificar estas en términos económicos. Si se pretende cuantificar el volumen total perdido por errores de medición del parque de contadores y asimismo valorar económicamente estas pérdidas, deberá establecerse esta cuantificación teniendo en cuenta la degradación total que sufre el parque de contadores. En base a los resultados obtenidos en capítulos anteriores, donde se concluía un error inicial medio del -3% y una degradación anual media del -0,84%, conseguir cuantificar estas pérdidas es sencillo, asumiendo que la degradación es lineal con la edad. Realizado el cálculo, considerando un consumo medio por abonado de 120 m<sup>3</sup>/año y un precio medio de venta del agua de 0,39 €/m<sup>3</sup>, se obtienen los resultados unitarios medios mostrados en la Tabla 6.12. Cada contador provoca unas pérdidas anuales de 9,14 m<sup>3</sup> que en términos económicos suponen 3,57 €.

TABLA 6.12 PÉRDIDAS COMERCIALES ANUALES UNITARIAS

	Pérdidas unitarias por contador y año
Pérdidas (m <sup>3</sup> )	9,14 m <sup>3</sup>
Pérdidas (€)	3,57 €

Claramente puede visualizarse la magnitud de las pérdidas comerciales, tanto en volumen de agua como en pérdidas económicas. Evidentemente los valores siempre dependerán del momento en el que se realice análisis, ya que como ha quedado claro el error de medición se degrada con el tiempo. Además este análisis se ha realizado sin considerar ningún tipo de variación en el sistema, asumiendo que no se realizan renovaciones en el parque de contadores ni tampoco se producen altas y bajas en el mismo, lo que sin duda alguna variaría las hipótesis asumidas. Con todo, el objetivo de obtener un orden de magnitud está completamente cubierto. Debe de ser cada gestor el que, conocidas las características propias del abastecimiento, analice en detalle cuales son los parámetros a considerar.

## 6.4 Análisis económico en base al correcto dimensionamiento del contador

Como ha quedado detallado a lo largo del presente estudio, uno de los objetivos principales del mismo es la obtención de una metodología que permita conseguir que el sistema de medición de un abastecimiento de agua sea lo más eficiente posible. De esta forma se alcanzará el nivel requerido de calidad en la medición, optimizando los costes necesarios para su obtención.

Pero, no hay que olvidar que, aunque como objetivo principal nunca se perderá de vista la eficiencia en la medición del caudal que permitirá la optimización de las pérdidas comerciales, se debe analizar detalladamente la repercusión económica que la selección de un determinado tipo de contador conlleva. Y esta repercusión no solamente afecta al coste inicial de instalación y mantenimiento posterior del contador seleccionado, sino también a los ingresos que este generará.

Los ingresos generados por un contador vienen directamente condicionados por la tarifa aplicada en cada caso. Habitualmente las tarifas aplicadas al consumo de agua están constituidas por diferentes cuotas como pueden ser la cuota de consumo, cuota de servicio, cuota de mantenimiento de contadores,... El análisis de la tarifa correspondiente junto con el coste de adquisición e instalación del contador, puede concluir la idoneidad de la instalación de un contador u otro en función del abastecimiento estudiado, ya que para una misma instalación existe diversidad de alternativas, cuyas diferencias de coste pueden ser importantes.

Se analiza en este apartado el impacto económico en las facturaciones que supone la elección de un determinado calibre de contador en función del abastecimiento estudiado, es decir, la repercusión económica que supone la variación (reducción o ampliación) del calibre contador. Por lo tanto se analizará la repercusión económica que implica un correcto dimensionado del contador. Posteriormente, con estas variaciones económicas, se analizará que mejora en la medición deberá de obtener un determinado calibre respecto de su inmediato superior para al menos igualar su recibo y que una reducción en el calibre del contador no suponga pérdida económica en su facturación.

Para ello se han analizado individualmente siete tarifas, correspondientes a servicios públicos de abastecimiento de agua potable, simulando recibos trimestrales de 0 m<sup>3</sup>, 50 m<sup>3</sup>, 100 m<sup>3</sup>, 500 m<sup>3</sup>, 1.000 m<sup>3</sup> y 2.000 m<sup>3</sup>, para los diferentes calibres de contadores

(13, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 65, 80 y 100 mm). Para la elección de las tarifas se han tenido presentes los siguientes conceptos.

- Variabilidad en la cuota fija, tanto a nivel absoluto (cuantía económica) como en variación respecto del diámetro nominal del contador: derechos de conexión, cuota de servicio, cuota de mantenimiento de contadores,... Existen tarifas con cuota fija muy reducida e invariable en función del diámetro nominal del contador (p. ej. Abastecimiento B: 3,77 €/trimestre) y tarifas cuya cuota fija es elevada y variable en función del diámetro nominal del contador (p. ej. Abastecimiento G: desde 13,81 €/trimestre para contador DN 13mm hasta 745,98 €/trimestre para contador DN 100mm).

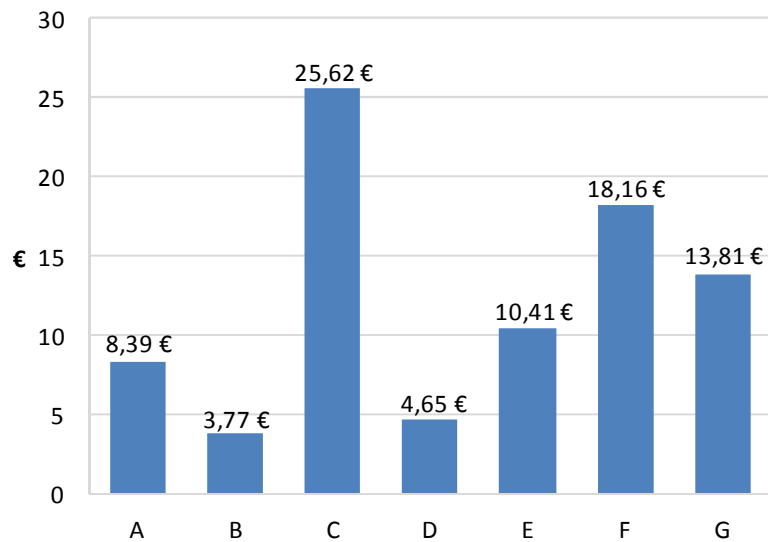


FIGURA 6.2 COMPARATIVA DEL VALOR MÍNIMO DE LA CUOTA FIJA EN DIFERENTES ABASTECIMIENTOS

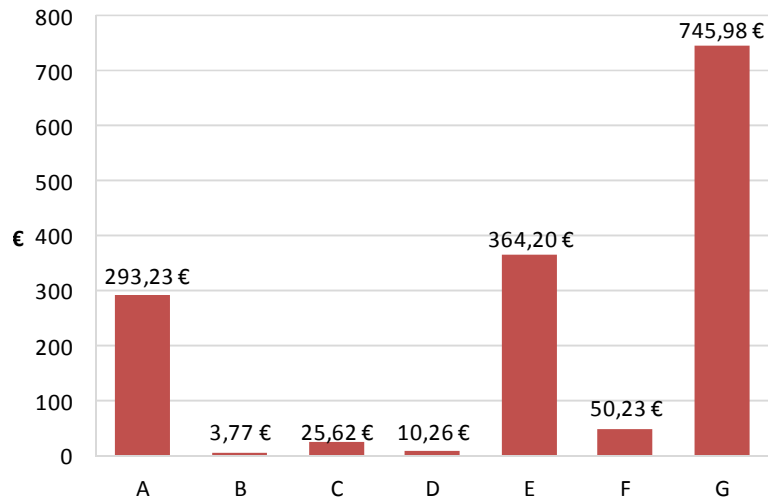


FIGURA 6.3 COMPARATIVA DEL VALOR MÁXIMO DE LA CUOTA FIJA EN DIFERENTES ABASTECIMIENTOS

- Variabilidad en la cuota variable o cuota de consumo: Habitualmente la mayoría de las tarifas presentan diferentes bloques de consumo, incrementando el precio unitario por metro cúbico según aumenta el consumo. Las diferencias entre tarifas radican especialmente en la evolución o incremento cuantitativo de los precios unitarios en función del bloque de consumo. Las variaciones estudiadas para precios mínimos (primer bloque de consumo) van desde 0,0387 €/m<sup>3</sup> (Abastecimiento A) hasta 0,4900 €/m<sup>3</sup> (Abastecimiento D) y para precios del bloque superior desde 0,2767 €/m<sup>3</sup> (Abastecimiento A) hasta 2,5500 €/m<sup>3</sup> (Abastecimiento D).

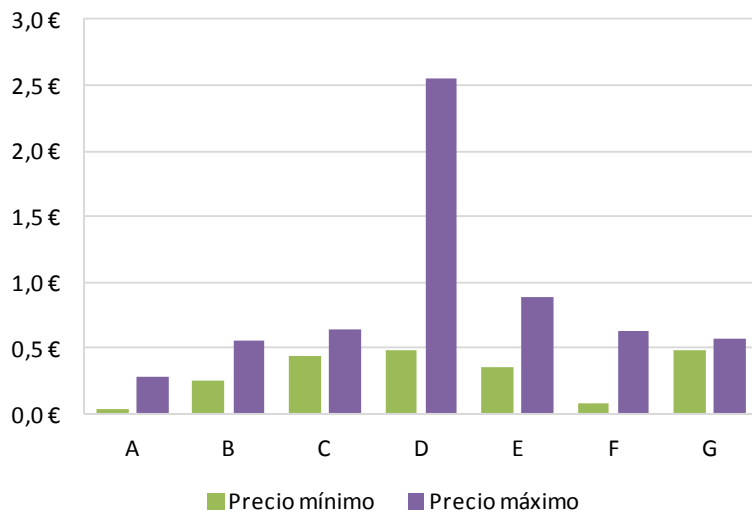


FIGURA 6.4 COMPARATIVA DEL VALOR DE LA CUOTA DE CONSUMO EN DIFERENTES ABASTECIMIENTOS

- Número de habitantes del abastecimiento: Se han estudiado tarifas cuyos abastecimientos suministran agua potable desde 426 habitantes (Abastecimiento A) hasta 809.267 habitantes (Abastecimiento G).

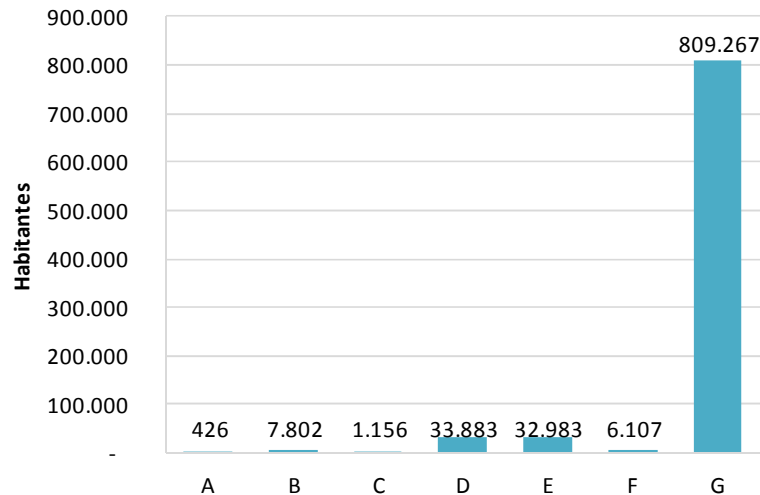


FIGURA 6.5 COMPARATIVA DE LOS HABITANTES SUMINISTRADOS EN DIFERENTES ABASTECIMIENTOS

Una vez generados los recibos trimestrales por abastecimiento, consumo y diámetro nominal del contador, se ha obtenido el incremento económico que supone la elección de un contador con un diámetro nominal respecto de su inmediato anterior.

Inicialmente en este cálculo se asume que los diferentes calibres de los contadores han registrado el consumo correspondiente al recibo, es decir, no se ha tenido en cuenta la hipotética mejora en el error de medición del consumo para menores diámetros nominales. El análisis de esta mejora, realmente se debería de realizar en base a la curva de error de cada modelo de contador, lo que conlleva un análisis tan exhaustivo que queda fuera del presente análisis.

De esta forma, suponiendo que los incrementos de consumo en los diferentes recibos estudiados ( $0 \text{ m}^3$ ,  $50 \text{ m}^3$ ,  $100 \text{ m}^3$ ,  $500 \text{ m}^3$ ,  $1.000 \text{ m}^3$  y  $2.000 \text{ m}^3$ ) son medidos con igual eficiencia por todos los calibres de contador, es evidente que las diferencias económicas en los recibos vendrán afectadas únicamente por el incremento en la cuota fija correspondiente a cada calibre.

Por lo tanto el análisis inicialmente se centra en el incremento económico que se obtiene en la cuota fija al aumentar un diámetro nominal en el contador. De esta

forma, los incrementos anuales por abastecimiento y calibre, son los mostrados en la Tabla 6.13.

TABLA 6.13 INCREMENTO ANUAL EN LA CUOTA FIJA RESPECTO AL CONTADOR DON CALIBRE INFERIOR

Calibre (mm)	A	B	C	D	E	F	G
<b>13</b>							
<b>15</b>	16,71 €	- €	- €	9,24 €	20,84 €	1,89 €	21,68 €
<b>20</b>	33,54 €	- €	- €	- €	41,64 €	3,77 €	52,15 €
<b>25</b>	16,75 €	- €	- €	1,32 €	39,20 €	3,77 €	52,24 €
<b>30</b>	67,03 €	- €	- €	11,88 €	64,83 €	5,66 €	193,27 €
<b>40</b>	167,60 €	- €	- €	- €	208,19 €	18,87 €	120,77 €
<b>50</b>	167,44 €	- €	- €	- €	208,00 €	18,86 €	248,53 €
<b>65</b>	167,61 €	- €	- €	- €	208,15 €	18,86 €	725,09 €
<b>80</b>	167,59 €	- €	- €	- €	208,04 €	18,86 €	732,59 €
<b>100</b>	335,10 €	- €	- €	- €	416,30 €	37,73 €	782,36 €

Con este incremento económico, se ha calculado cuál debe de ser el incremento en el registro de agua del contador con calibre inferior, para que su recibo se iguale con el de calibre superior, es decir, cuanto volumen de agua debe de registrar de más el contador con diámetro nominal inferior para que la reducción en el calibre no suponga una pérdida económica en las facturaciones, con respecto al contador de calibre superior.

A la vista de la tabla anterior, resulta evidente que en los abastecimientos en los que la cuota fija no depende del calibre del contador, es decir, la cuota fija es constante para todos los calibres (abastecimientos B y C), o bien si incluso dependiendo las diferencias son mínimas (abastecimiento D), no existirán o no serán significativas las diferencias económicas para recibos de un mismo consumo. Por lo tanto en estos abastecimientos (B, C y D) el dimensionado del contador cobra mucha importancia, ya que una mejor precisión en la medida llevará implícito un mayor ingreso directo.

De esta forma, si se analiza por ejemplo el abastecimiento E, se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 6.14 INCREMENTO DEL REGISTRO NECESARIO PARA IGUALAR INGRESOS CON RESPECTO AL CONTADOR DE CALIBRE SUPERIOR

Calibre (mm)	Consumos trimestrales (m <sup>3</sup> )					
	0	50	100	500	1000	2000
13		20%	11%	2%	1%	1%
15		33%	19%	4%	2%	1%
20		24%	15%	4%	2%	1%
25		32%	22%	6%	3%	2%
30		77%	58%	19%	11%	6%
40		43%	37%	16%	10%	5%
50		30%	27%	14%	9%	5%
65		23%	21%	12%	8%	5%
80		38%	35%	22%	15%	9%

La primera conclusión evidente que se puede obtener del análisis de la tabla anterior, es que la repercusión de la cuota fija se diluye cuanto mayor es el consumo facturado, ya que aumenta el porcentaje de la cuota variable o cuota de consumo.

Al mismo tiempo, y si se recuerda la definición inicial que se hizo de contadores infradimensionados en el Capítulo 3 (Tabla 3.14), existen consumos trimestrales que para ciertos calibres suponen un volumen elevado que les podría afectar en su deterioro prematuro. De esta forma, si se cruzan ambas tablas, se pueden descartar posibilidades (*indicadas en la tabla anterior*) que pudieran llevar a instalar calibres infradimensionados, únicamente analizando los ingresos.

Así, si por ejemplo se analiza la repercusión de la reducción del calibre de un contador de 40mm a 30mm en un consumo promedio trimestral de 500 m<sup>3</sup> (consumo habitual para un mediano o gran consumidor), el contador de 30mm debería de contabilizar un 19% de más respecto del contador de 40mm para igualar su facturación. En este caso supondría que si el contador de 40mm registra 500 m<sup>3</sup>, el contador de 30mm debería de registrar 595 m<sup>3</sup>.

A la vista de los incrementos porcentuales que un contador debe registrar para igualar en recaudación a su calibre inmediatamente superior, queda claro que la idea inicial y preconcebida de que la disminución en el calibre pueda presentar ventajas, debe estudiarse de una forma individualizada y detallada en función de diversas variables como se ha demostrado anteriormente.

En el caso analizado, queda patente que la reducción de calibre no es nada ventajosa, es más, económicamente resultaría contraproducente, tanto en las facturaciones periódicas como en los ingresos iniciales por su instalación. Aparte de las consideraciones económicas, no hay que olvidar que la reducción del calibre supondría

a la vez, un incremento en la velocidad de deterioro del contador en relación con su calibre inmediatamente superior.

Se ha comentado que los ingresos por el alta inicial de un contador disminuyen a medida que se reduce su calibre. Esto es evidente ya que a mayor calibre de contador, mayor es su coste y por lo tanto mayor su ingreso. Pero esta circunstancia únicamente se da en el momento de realizar el alta del contador. Si por el contrario, y como se está analizando en el presente estudio, el análisis se centra en optimizar el coste de mantenimiento del parque de contadores, el coste de la sustitución y/o cambio de un contador debe de considerarse. Por lo tanto, es necesario un análisis paralelo al realizado anteriormente en el que se detallan los costes en los que se incurrirá a la hora de cambiar un contador en función del calibre seleccionado.

Se muestra a continuación el coste de cambio de contador en función del calibre y del tipo de contador, en el que se ha incluido el coste de adquisición del propio contador, el coste de instalación y el gasto administrativo:

TABLA 6.15 COSTE DEL CAMBIO DE CONTADOR

Tipo	13	15	20	25	30
<b>Chorro único clase B</b>	29 €	30 €	40 €	67 €	82 €
<b>Chorro único clase C</b>	44 €	44 €	59 €	102 €	123 €
<b>Chorro múltiple clase B</b>		40 €	53 €	72 €	95 €
<b>Chorro múltiple clase C</b>			57 €	89 €	114 €
<b>Volumétrico</b>	42 €	42 €	60 €	115 €	139 €

Tipo	40	50	65	80	100
<b>Chorro único clase C</b>	200 €	312 €	385 €	629 €	808 €
<b>Chorro múltiple clase B</b>	136 €	228 €			
<b>Chorro múltiple clase C</b>	183 €				
<b>Volumétrico</b>	221 €		562 €		
<b>Woltmann eje horizontal</b>	249 €	247 €	291 €	378 €	464 €
<b>Woltmann eje vertical</b>		391 €	459 €	514 €	657 €

Puede observarse como el coste evidentemente aumenta en función del calibre y de la clase metrológica o precisión del contador.

Realmente para poder analizar la conveniencia o no a la hora de reducir o ampliar el diámetro nominal del contador a cambiar, resulta ilustrativo el definir el incremento entre la elección de un determinado contador y su equivalente de diámetro nominal inferior. Así, en la siguiente tabla se muestran estos incrementos para contadores del mismo tipo:



TABLA 6.16 INCREMENTO DEL COSTE DE CAMBIO DE CONTADOR CON RESPECTO AL DE CALIBRE INFERIOR

Tipo	13	15	20	25	30
Chorro único clase B		1 €	10 €	27 €	15 €
Chorro único clase C		0 €	15 €	43 €	21 €
Chorro múltiple clase B			13 €	19 €	23 €
Chorro múltiple clase C				32 €	25 €
Volumétrico		0 €	18 €	55 €	24 €

Tipo	40	50	65	80	100
Chorro único clase C	77 €	112 €	73 €	244 €	179 €
Chorro múltiple clase B	41 €	92 €			
Chorro múltiple clase C	69 €				
Volumétrico	82 €				
Woltmann eje horizontal		-2 €	44 €	87 €	86 €
Woltmann eje vertical			68 €	55 €	143 €

La primera conclusión inmediata que se obtiene del análisis de los datos mostrados en la tabla anterior, cruzados con los precios de las tarifas de los abastecimientos estudiados, es que si la diferencia de coste entre contadores con DN 13 mm y 15 mm es nula, en aquellas tarifas que exista incremento en la cuota fija en función del incremento del calibre de contador (abastecimientos A, D, E, F y G) resulta desventajosa la contratación de contadores con DN 13 mm, siempre que no esté motivada por cualquier otro motivo que no sea el estrictamente técnico.

Si se continúa con el análisis concreto iniciado anteriormente, se debería analizar la variación en el coste entre la instalación de un contador de 30 mm y otro de 40 mm. Visto que se centraba el análisis en un consumo trimestral de 500 m<sup>3</sup>, parece lógica la elección del tipo de contador de chorro múltiple clase B o C. Así, si se elige por ejemplo el tipo de contador chorro múltiple clase B, los costes del cambio serían:

- Coste cambio contador chorro múltiple clase B 30 mm: 95 €
- Coste cambio contador chorro múltiple clase B 40 mm: 136 €
- Diferencia absoluta de coste: 41 €
- Diferencia porcentual de coste: 43%

Por lo tanto, en la reducción del calibre de contador en el caso estudiado se deben contemplar dos aspectos:

- Supone que el contador de DN 30 mm deberá registrar un 19% más que el de DN 40 mm, a lo largo de toda su vida útil.

- La instalación del contador con DN 30 mm supone un 43% de coste inferior al de DN 40 mm. Este coste, o el decremento, se obtiene solamente una vez en el ciclo de vida del contador.

El siguiente análisis a realizar debería estudiar qué cantidad de metros cúbicos (del 19%) podría dejar de registrar el contador de DN 30 mm por el decremento inicial de coste de su instalación. Evidentemente este aspecto depende de la tarifa estudiada y del ciclo de vida que se le suponga al contador. Cabe recordar que el incremento del 19% en su registro es trimestral y para toda la vida útil del contador. Si continuamos con el estudio iniciado, se muestra a continuación el análisis realizado para los contadores comentados en el abastecimiento E:

TABLA 6.17 VOLUMEN (M<sup>3</sup>) QUE PODRÍA DEJAR DE REGISTRAR EL CONTADOR DE CALIBRE INFERIOR POR EL MAYOR COSTE DE INSTALACIÓN DEL CONTADOR DE CALIBRE SUPERIOR EN EL ABASTECIMIENTO E EN TODA SU VIDA ÚTIL

Tipo	13	15	20	25	30
Chorro único clase B		2	22	61	34
Chorro único clase C		0	34	97	47
Chorro múltiple clase B			29	43	52
Chorro múltiple clase C				72	56
Volumétrico		0	40	124	54

Tipo	40	50	65	80	100
Chorro único clase C	173	252	164	549	402
Chorro múltiple clase B	92	207			
Chorro múltiple clase C	155				
Volumétrico	184				
Woltmann eje horizontal		-4	99	196	193
Woltmann eje vertical			153	124	321

La tabla anterior muestra el volumen (metros cúbicos) que puede dejar de registrar el contador con DN inferior por su coste menor de instalación, pero para toda su vida útil. Para poder comparar este decremento con el incremento que debe registrar por ingresar una cuota fija menor, se deben hacer corresponder estos metros cúbicos totales a trimestrales. Para ello se debe establecer que vida útil tendrá el contador. La vida útil de un contador, depende de parámetros muy concretos y que como se está concluyendo en este análisis, requiere de un estudio detallado. Para el análisis presente, queda claro que cuanto menor sea esta, mayor importancia tendrán los 59 m<sup>3</sup> a reducir del 19% inicial y cuanto mayor sea esta, menor repercusión total tendrá en

el análisis. Por lo tanto si se asume una vida media corta, como por ejemplo 5 años (posiblemente el contador pueda incrementar significativamente esta edad), el resultado sería el siguiente:

TABLA 6.18 VOLUMEN (M<sup>3</sup>) QUE PODRÍA DEJAR DE REGISTRAR EL CONTADOR DE CALIBRE INFERIOR POR EL MAYOR COSTE DE INSTALACIÓN DEL CONTADOR DE CALIBRE SUPERIOR EN EL ABASTECIMIENTO E TRIMESTRALMENTE PARA UNA VIDA ESTIMADA DE 5 AÑOS

Tipo	13	15	20	25	30
Chorro único clase B		0	0	1	0
Chorro único clase C		0	0	1	0
Chorro múltiple clase B			0	0	1
Chorro múltiple clase C				1	1
Volumétrico		0	0	1	1

Tipo	40	50	65	80	100
Chorro único clase C	2	3	2	5	4
Chorro múltiple clase B	5	2			
Chorro múltiple clase C	2				
Volumétrico	2				
Woltmann eje horizontal		0	1	2	2
Woltmann eje vertical			2	1	3

Resultados que expresados en porcentaje respecto de un consumo trimestral de 500 m<sup>3</sup>, serían los siguientes:

TABLA 6.19 VOLUMEN (%) QUE PODRÍA DEJAR DE REGISTRAR EL CONTADOR DE CALIBRE INFERIOR POR EL MAYOR COSTE DE INSTALACIÓN DEL CONTADOR DE CALIBRE SUPERIOR EN EL ABASTECIMIENTO E TRIMESTRALMENTE PARA UNA VIDA ESTIMADA DE 5 AÑOS

Tipo	13	15	20	25	30
Chorro único clase B		0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
Chorro único clase C		0,0%	0,1%	0,2%	0,1%
Chorro múltiple clase B			0,1%	0,1%	0,1%
Chorro múltiple clase C				0,1%	0,1%
Volumétrico		0,0%	0,1%	0,2%	0,1%

Tipo	40	50	65	80	100
Chorro único clase C	0,3%	0,5%	0,3%	1,1%	0,8%
Chorro múltiple clase B	0,9%	0,4%			

Tipo	40	50	65	80	100
<b>Chorro múltiple clase C</b>	0,3%				
<b>Volumétrico</b>	0,4%				
<b>Woltmann eje horizontal</b>		0,0%	0,2%	0,4%	0,4%
<b>Woltmann eje vertical</b>			0,3%	0,2%	0,6%

Se puede concluir que ante la alternativa de la instalación de un contador DN 30 mm o bien uno de DN 40 mm del tipo Chorro múltiple clase B, en el abastecimiento E, para un consumo medio trimestral de 500 m<sup>3</sup>, analizando tanto la influencia de las variaciones de la cuota fija de la tarifa en función del calibre de contador así como los costes de instalación de los contadores, que para que el contador de DN 30 mm genere al menos los mismos ingresos que el de DN 40 mm, debe registrar un volumen que representa un (19% - 0,9%) 18,1% de más respecto del contador DN 40 mm.

Con este análisis queda evidenciada que la elección o decisión de la instalación de un determinado calibre de contador u otro, no es tan sencilla como aparentemente pueda parecer. En ella influyen directamente, como se ha visto a lo largo del análisis realizado, diferentes parámetros que van desde la tarifa aplicada en el abastecimiento, el tipo de contador elegido, el consumo promedio trimestral esperado y el coste, o más bien, las diferencias de coste entre contadores del mismo tipo en función de su calibre.

Otra de las conclusiones a las que se llega a través de este análisis, es que las tarifas deberían siempre referirse a la capacidad del contador y no a su diámetro nominal, como es habitual. El diámetro nominal, aunque posee relación con la capacidad metrológica del contador, es más una característica constructiva. De hecho existen diferentes modelos de contadores del mismo calibre, con caudales característicos bien diferentes.

## 6.5 Diferencias en el coste del agua en función del abastecimiento

Para concluir y evidenciar las grandes diferencias que supone el coste del recibo de agua en función del abastecimiento estudiado, se muestra a continuación en la Tabla 6.20, los costes anuales en función del abastecimiento y del calibre de contador para un consumo trimestral de 2.000 m<sup>3</sup>, consumo que puede registrar de media un gran consumidor (el consumo promedio de los 106 estudios analizados ha sido de 2.133 m<sup>3</sup>):

TABLA 6.20 COSTE ANUAL DEL CONSUMO DE 2.000 M<sup>3</sup>/TRIMESTRE EN FUNCIÓN DEL ABASTECIMIENTO Y DEL CALIBRE DEL CONTADOR

Calibre (mm)	A	B	C	D	E	F	G
13	2.215,69 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.397,50 €	3.573,35 €	5.099,00 €	4.575,66 €
15	2.232,40 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.406,74 €	3.594,19 €	5.100,88 €	4.597,34 €
20	2.265,93 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.406,74 €	3.635,83 €	5.104,66 €	4.655,06 €
25	2.282,68 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.408,06 €	3.675,03 €	5.108,43 €	4.707,30 €
30	2.349,71 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.419,94 €	3.739,86 €	5.114,09 €	4.900,57 €
40	2.517,31 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.419,94 €	3.948,05 €	5.132,95 €	5.021,34 €
50	2.684,74 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.419,94 €	4.156,04 €	5.151,81 €	5.269,87 €
65	2.852,36 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.419,94 €	4.364,19 €	5.170,68 €	5.994,96 €
80	3.019,95 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.419,94 €	4.572,23 €	5.189,54 €	6.727,54 €
100	3.355,05 €	4.470,96 €	5.262,17 €	10.419,94 €	4.988,52 €	5.227,27 €	7.509,91 €

Pueden observarse las grandes diferencias existentes especialmente en función del abastecimiento. Destacan las encontradas entre los abastecimientos A y D, que como se muestra a continuación pueden llegar a suponer incrementos para un mismo consumo y calibre de contador del 469%.

TABLA 6.21 COMPARATIVA DEL COSTE ANUAL DEL CONSUMO DE 2.000 M<sup>3</sup>/TRIMESTRE EN FUNCIÓN DEL CALIBRE DEL CONTADOR ENTRE LOS ABASTECIMIENTOS A Y D

	A	D	D - A	% D/A
13	2.215,69 €	10.397,50 €	8.181,81 €	469%
15	2.232,40 €	10.406,74 €	8.174,34 €	466%
20	2.265,93 €	10.406,74 €	8.140,80 €	459%
25	2.282,68 €	10.408,06 €	8.125,38 €	456%
30	2.349,71 €	10.419,94 €	8.070,23 €	443%
40	2.517,31 €	10.419,94 €	7.902,63 €	414%
50	2.684,74 €	10.419,94 €	7.735,19 €	388%
65	2.852,36 €	10.419,94 €	7.567,58 €	365%
80	3.019,95 €	10.419,94 €	7.399,99 €	345%
100	3.355,05 €	10.419,94 €	7.064,89 €	311%

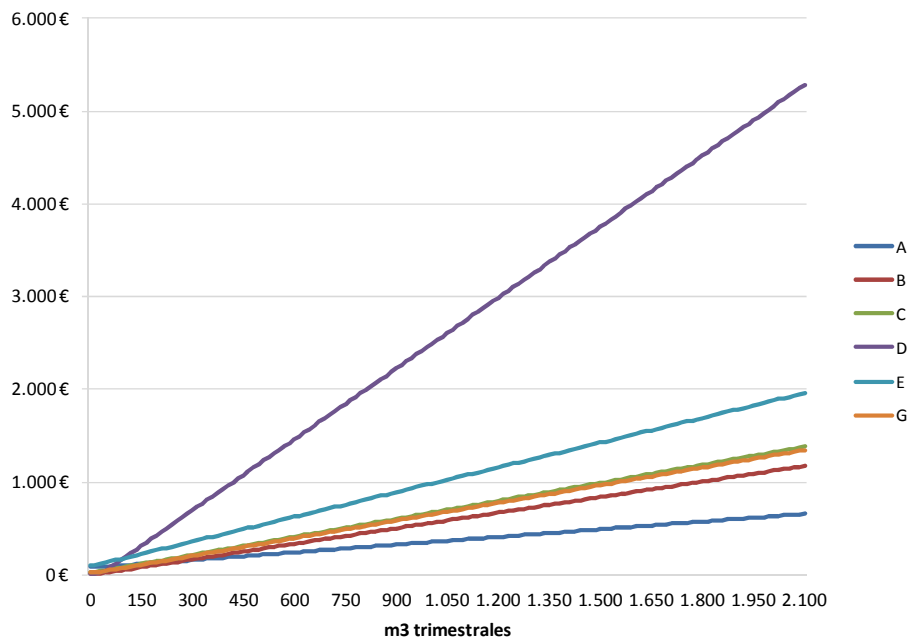


FIGURA 6.6 EVOLUCIÓN DEL COSTE DEL RECIBO DEL AGUA EN FUNCIÓN DEL ABASTECIMIENTO PARA UN CONTADOR DE 40MM

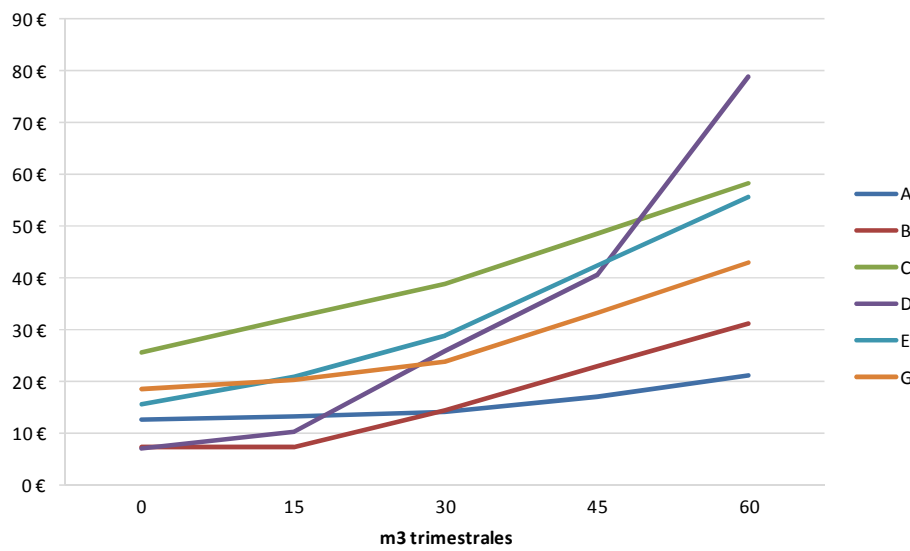


FIGURA 6.7 EVOLUCIÓN DEL COSTE DEL RECIBO DEL AGUA EN FUNCIÓN DEL ABASTECIMIENTO PARA UN CONTADOR DE 15MM

## 6.6 Conclusiones

Reiteradamente se ha enfatizado en la necesidad de cuantificar las pérdidas comerciales tanto en volumen como en términos económicos. Convertir los volúmenes de agua perdidos en valor monetario, es imprescindible para entender claramente el problema que pueden llegar a suponer estas pérdidas. Asimismo, permitirá estar en disposición de adoptar las decisiones oportunas. Esta necesidad se ve favorecida por la rápida recuperación de costes que supone la reducción del nivel de pérdidas comerciales en un abastecimiento. Y es que desde el punto de vista económico, el aumento de la rentabilidad, justifica la priorización en la reducción de estas pérdidas frente a las reales. Las pérdidas comerciales provocan un mayor impacto económico ya que su coste unitario es mucho mayor que el de las pérdidas reales. Las pérdidas comerciales se cuantifican en base a la tarifa establecida, mientras que las pérdidas reales se cuantifican en base al coste marginal de producción que supone su tratamiento y distribución. De esta forma, se requiere un volumen de pérdidas reales muy superior al de las comerciales para igualar su coste. Por lo tanto las pérdidas comerciales tienen un gran impacto económico en el resultado total del sistema.

Es por ello que una vez obtenidos los errores globales de contadores en uso, se está en disposición de cuantificar las pérdidas comerciales tanto en volumen como en términos económicos. Así, en este capítulo, con los errores globales obtenidos y con la tasa de degradación en función de la edad y del volumen acumulado, en primer lugar se ha calculado la vida útil de los contadores analizados para las condiciones de un abastecimiento en particular. Para ello se ha calculado el VANC como aproximación del VAN de la cadena de renovaciones, para así obtener el contador más económico o que más ingresos genere, para un determinado período de tiempo, estableciéndose la vida útil del mismo. En función de un modelo u otro de contador, la vida útil de estos puede variar entre los 9 y los 14 años para el análisis realizado únicamente suponiendo una degradación lineal con la edad. La máxima diferencia en el VANC calculado de esta forma ha resultado de 112,30 €. Realizado el análisis teniendo en consideración una degradación no lineal, es decir en función tanto de la edad como del volumen acumulado, las vidas útiles aumentan llegando a valores máximos de 23 años y diferencias en el VANC de hasta 124,57 €.

A la vista de los resultados, en general la vida útil de los contadores es superior asumiendo una degradación combinada en función de la edad y el volumen acumulado que para una degradación lineal con la edad. Evidentemente estos resultados dependen directamente de los parámetros involucrados en el cálculo. Para mayores

ritmos de deterioro, lógicamente el VANC disminuye y al mismo tiempo la vida útil del contador. El precio de venta del agua provoca el efecto contrario. A mayores precios de venta, mayores valores de VANC y valores inferiores de vida útil. Pero lo que resulta evidente es la necesidad de valorar la vida útil de los modelos más representativos para las condiciones particulares de cada abastecimiento y así poder determinar cuál es el momento óptimo de su renovación.

De los resultados obtenidos para la degradación de los contadores domésticos analizados en el Capítulo 5, se desprende que en cada una de las tecnologías de medición, uno de los modelos presentaba una degradación mucho más intensa que el otro. Con el objetivo de comprobar cuál hubiera sido la diferencia económica para un abastecimiento real, simplemente gracias a la correcta elección del contador con mejor comportamiento, se han calculado cuales son los ingresos que generan cada uno de ellos anualmente teniendo en cuenta la degradación obtenida.

Las diferencias entre modelos son evidentes. De la elección de un modelo u otro de contador, se puede llegar a tener una diferencia en el registro en el período analizado de hasta 33,6 m<sup>3</sup>, es decir una media de 4,8 m<sup>3</sup>/año. Si el análisis se realiza anualmente se encuentran diferencias del registro de hasta 6,6 m<sup>3</sup>/año lo que representa una diferencia del 6,1%, correspondiente a los dos modelos volumétricos. Comparando los modelos de velocidad, las diferencias anuales pueden llegar a suponer 4,7 m<sup>3</sup>/año, lo que representa un 4,2%.

Si estos valores se trasladan al abastecimiento de estudio la diferencia anual en el registro puede llegar a valores que superan los 66.000 m<sup>3</sup>, siendo la media anual cercana a los 50.000 m<sup>3</sup>, mientras que para la totalidad de abastecimientos gestionados por FACSA, las pérdidas comerciales por la selección de un modelo u otro de contador, se estiman en un valor medio superior a los 1.285.700 m<sup>3</sup>/año, volumen nada despreciable recordando el elevado coste unitario que poseen las pérdidas comerciales. Este volumen representa unas pérdidas comerciales medias por contador de 3,2 m<sup>3</sup>/año.

Con los resultados del volumen de agua dejada de registrar, se han calculado los ingresos perdidos. La actual selección de modelos de contador le ha supuesto al abastecimiento de estudio, dejar de ingresar 28.806 €/año, lo que supone 1,84 €/año por cada contador. En términos globales, y teniendo presente las variaciones que puede tener el precio unitario del agua facturada, se puede estimar que FACSA deja de ingresar al año más de 500.000 €, en base al valor medio general del metro cúbico (0,39 €/m<sup>3</sup>), lo que supone 1,25 €/año por cada contador.



Clara es la conclusión final: si se hubiera sabido el comportamiento de cada uno de los modelos utilizados, podrían haberse instalado aquellos que ofrecen un mejor comportamiento, mejorando así el registro total, por lo que hubiera mejorado el rendimiento del abastecimiento gracias a una reducción de las pérdidas comerciales y a su vez, se hubieran obtenido muchos más recursos que podrían haberse destinado a la mejora del mismo. No cabe duda de que el análisis exhaustivo y el perfecto conocimiento del comportamiento del parque de contadores de un abastecimiento son imprescindibles para su óptima gestión.

Si se cuantifican la totalidad de pérdidas comerciales, los resultados son más ilustrativos. Partiendo de los datos obtenidos en los capítulos anteriores, donde se concluía un error inicial medio del -3% y una degradación anual media del -0,84%, para un consumo anual de 120 m<sup>3</sup> y un precio medio de venta del agua de 0,39 €/m<sup>3</sup>, las pérdidas comerciales unitarias por contador y año son fáciles de obtener. Cada contador provoca unas pérdidas anuales de 9,14 m<sup>3</sup>, que en términos económicos suponen 3,57 €.

Los resultados obtenidos en el análisis tarifario realizado demuestran que la idea inicial y preconcebida de que la disminución en el calibre pueda presentar ventajas, debe estudiarse de una forma individualizada y detallada en función de diversas variables, no únicamente la metrológicas sino también económicas. Es imprescindible estudiar detallada e individualmente las características del abastecimiento, especialmente la tarifa aplicada, ya que incide directamente en la decisión del dimensionamiento del contador a instalar, tanto desde el prisma de aumentar ingresos (cuota de servicio vs cuota de consumo) como en el de disminuir costes de mantenimiento (cambio de contador). Aparte de las consideraciones económicas, no hay que olvidar que la reducción del calibre de un contador puede suponer un incremento en la velocidad de deterioro del mismo en relación con el de un calibre superior.

Con este análisis queda evidenciada que la elección o decisión de la instalación de un determinado calibre de contador u otro, no es tan sencilla como aparentemente pueda parecer. En ella influyen directamente, como se ha visto a lo largo del análisis realizado, diferentes parámetros que van desde la tarifa aplicada en el abastecimiento, el tipo de contador elegido, el consumo promedio trimestral esperado y el coste, o más bien, las diferencias de coste entre contadores del mismo tipo en función de su calibre.

Por último, de este análisis se desprende la problemática de que las tarifas estén vinculadas al diámetro nominal de los contadores. Estas deberían siempre referirse a la capacidad del contador y no a su calibre, como es habitual. El diámetro nominal, aunque posee relación con la capacidad metrológica del contador, es más una

característica constructiva. De hecho existen diferentes modelos de contadores del mismo calibre, con caudales característicos bien diferentes.

## **CAPÍTULO 7**

# **CONCLUSIONES Y APORTACIONES**

---

## 7.1 Conclusiones

Muchos son los avances que desde el inicio de los primeros abastecimientos de agua se han producido en la gestión de los mismos. Hoy en día se puede considerar un éxito que gran parte de la población tenga cubiertas sus necesidades de suministro de agua para la mejora de las condiciones de vida. Pero esta realidad no siempre es tan evidente. Más si se analiza desde un punto de vista global. Todavía son muchas las situaciones que deberían ser excepcionales por la falta de suministro o bien por la falta de este en condiciones higiénico-sanitarias adecuadas. Pero es que todavía aún, en aquellos lugares donde el servicio está completamente implantado, su gestión se realiza con muchas ineficiencias. Y este problema se agrava cuando la suficiencia de los recursos hídricos continúa en debate debido al aumento creciente de la población. Aceptada la condición del agua como recurso limitado, escaso y vulnerable, parece lógico que su control se realice de una forma exhaustiva. Es por ello que la gestión del ciclo integral del agua debe de contemplar estrategias y técnicas medioambientales, económicas e incluso sociales para poder alcanzar un control que permita asegurar la sostenibilidad del propio recurso y de su óptima distribución.

Ante este escenario, uno de los desafíos más importantes de cualquier abastecimiento, es el conocimiento, control y optimización de las pérdidas de agua que inevitablemente se producen continuamente en él. Visto el balance hídrico propuesto por la International Water Association (IWA), universalmente aceptado, donde se clasifican las pérdidas en reales y comerciales, deben de realizarse todos los esfuerzos posibles para mantener el nivel de éstas bajo unos niveles de control aceptables. Durante décadas se han implantado muchas estrategias y técnicas para el control y reducción de las pérdidas reales, pero en lo que a las pérdidas comerciales se refiere, aquellas que representan el volumen de agua realmente suministrado a los usuarios pero que por diferentes causas no es registrado, mucho es el camino aún por recorrer. En los países desarrollados, la componente más importante de las pérdidas comerciales es el error de medición de los contadores. Aunque el uso de contadores podría asumirse de extensivo, el control que se ejerce sobre ellos es preocupantemente reducido. Partiendo de la premisa de que para poder mejorar un sistema debe de conocerse exactamente su comportamiento y para ello es necesario medir las variables afectadas, resulta paradójico el escaso control que se ejerce sobre el parque de contadores de un abastecimiento. Evidentemente una de las respuestas a esta situación es la complejidad que representa la implantación de planes de actuación a largo plazo. Por todo ello resulta imprescindible establecer las medidas oportunas para alcanzar niveles óptimos de pérdidas. Asimismo resulta incuestionable aceptar que la reducción total

de las pérdidas comerciales es inalcanzable. Como se ha visto en el desarrollo de la Tesis, simplemente motivado por los errores iniciales que presentan los contadores de agua, ya resulta inevitable aceptar la presencia de un mínimo nivel de pérdidas comerciales desde el primer momento de la gestión. Por ello, deben de establecerse ratios de mejora realistas.

El objetivo principal de la Tesis ha sido el contribuir en la reducción de los niveles de las pérdidas comerciales mediante el estudio del comportamiento metrológico de los contadores y la minimización de sus errores de medición. Para ello, en el Capítulo 2 se han revisado todas aquellas metodologías que hasta el momento se han venido utilizando para la optimización de estas pérdidas. Se ha enfatizado en aquellas directamente relacionadas con las pérdidas comerciales. Visto que los principales factores que afectan al error de medición de un contador son la curva de error y el patrón de consumo, muchas de las estrategias están íntimamente relacionadas con estos conceptos. Como el error de un contador depende del caudal circulante por él y su magnitud es considerablemente mayor a caudales bajos, en aquellas circunstancias donde exista un porcentaje importante del consumo a estos caudales, es decir, en aquellos usuarios que posean un patrón de consumo donde tengan importancia los consumos a caudales bajos, mayores esfuerzos en su control serán necesarios para optimizar el comportamiento del contador. Pero es que además, la degradación del contador y de su curva de error se produce de una forma más intensa en el rango de caudales bajos que en rangos de caudales medios o altos.

No es hasta el año 2003 cuando la American Water Works Association (AWWA) propone una serie de procedimientos para la realización de auditorías a los sistemas de abastecimiento con el objetivo de estandarizar conceptos y estrategias para minimizar las pérdidas. Mediante dos enfoques, uno más genérico y de análisis (top-down approach) y otro mucho más laborioso en el que se requiere trabajo de campo o de laboratorio (bottom-up approach), se definen diferentes tareas a realizar para obtener un conocimiento tal del sistema que permita implantar un plan estratégico para la minimización de las pérdidas. Sin olvidar la otra componente de las pérdidas comerciales, el consumo no autorizado, se centra el estudio en la minimización de los errores de medición de los contadores.

Una vez revisadas todas estas metodologías, ya en el Capítulo 3, se profundiza en el análisis y obtención del patrón de consumo. Resulta imprescindible saber cómo consumen los usuarios, a que caudales y en qué proporción se distribuye su consumo total, tanto para establecer una planificación de la demanda, como para dimensionar correctamente los contadores y las redes de distribución, pero sobre todo para poder obtener el error global de medición. Visto que el error de medición de un contador

depende directamente del caudal que circula a través de él, sería imposible determinar el error global sin obtener la distribución del consumo. Pero la obtención del patrón presenta una serie de complejidades que determinan su validez. Debe prestarse especial atención a la selección de los rangos de caudal seleccionados para distribuir el consumo total. Como se ha comentado, el rango de caudales más sensible y que más influencia tendrá en el error global es aquel que se produce a caudales bajos. Por este motivo deberán seleccionarse aquellos rangos de caudal que permitan representar con el detalle más óptimo, la evolución del consumo en este rango. Pero es que además debe tenerse siempre presente que el patrón obtenido deberá combinarse con la curva de error del contador para obtener el error medio ponderado, por lo que la selección de los rangos de caudal también deberá contemplar este condicionante. Con todo, deberá prestarse mayor atención en la distribución de los rangos de caudal bajos teniendo presente la evolución de la curva de error del contador. Debe considerarse, que para un mismo contador, diferentes patrones, incluso diferentes selecciones de los rangos de caudal para un mismo patrón, pueden obtenerse errores en la medición bien distintos.

La obtención del patrón de consumo es una de las tareas más costosas en la gestión del parque de contadores, ya que requiere un trabajo muy minucioso tanto en campo como de análisis posterior. Como resulta inabordable la obtención de la totalidad de los patrones de consumo de los usuarios, debe recurrirse a la selección de muestras que representen con la menor incertidumbre posible, el comportamiento general de los usuarios. Por ello, debe considerarse que los resultados obtenidos siempre serán estimaciones de la realidad, por lo que el análisis del posterior error obtenido debe realizarse con suma cautela. Esta consideración puede asumirse cuando el análisis se realiza sobre consumos domésticos. Pero cuando el objetivo es la obtención del patrón de consumo en consumidores no domésticos, esta debe realizarse individualmente.

En primer lugar, a lo largo del capítulo, una vez revisados los patrones de consumo obtenidos hasta el momento por diferentes autores, se detalla la metodología seguida para la obtención del mismo. Mediante la monitorización de 201 viviendas, se obtienen hasta cuatro patrones de consumo diferentes, clasificados básicamente en función de la ubicación del contador y de la instalación del abonado. Mediante un análisis estadístico se comprueba que la totalidad de patrones pueden agruparse en únicamente dos tipologías: Alimentación con el contador instalado antes de depósito y Alimentación con el contador directo a vivienda. Resulta condicionante la presencia de depósitos en el suministro de agua. Pero más que el depósito en sí, la condición viene determinada por la válvula que regula su llenado. Frecuentemente estas válvulas son progresivas por lo que en función del nivel del depósito su grado de apertura o cierre

condiciona el caudal circulante, por lo que gran parte del volumen del llenado del depósito se realiza a caudales bajos. El porcentaje de consumo registrado hasta un caudal de 45 l/h para el patrón con contador antes de depósito resultaba del 24,6%, mientras que para suministros en directo, este porcentaje era del 8,5%. Una diferencia entre patrones a estos rangos de caudal del 16,1%, resulta fundamental a la hora de determinar el error global de medición.

Realizada una comparativa de los patrones de consumo obtenidos con los de otros autores, se comprueba como existe gran similitud para aquellos con suministros directos, pero las diferencias son notables para los patrones que representan el consumo a depósito. Debe realizarse especial mención a que la presencia de caudales bajos no únicamente se genera por la presencia de depósitos sino que también por la existencia de fugas en la instalación del abonado. De esta forma, deben de analizarse con especial detalle, aquellas instalaciones o abonados donde se intuya o detecte la presencia de caudales bajos, bien por la presencia de depósitos o por la alta probabilidad de existencia de fugas.

Tratamiento muy diferente debe de darse a los consumidores no domésticos o también identificados como grandes consumidores. Estos, aunque su proporción en un abastecimiento respecto a los consumidores domésticos es baja, representan un elevado porcentaje de la facturación, que frecuentemente supera el 30% y para los que, además, existe un elevado potencial de mejora respecto al aprovechamiento de los recursos. La gran variabilidad y heterogeneidad tanto en las instalaciones de suministro como en los diferentes procesos productivos, hace imposible generalizar comportamientos de consumo, por lo que resulta necesario el estudio individualizado de cada gran consumidor a la hora de obtener su patrón de consumo.

De los 106 patrones obtenidos en grandes consumidores, aparte de evidenciarse su heterogeneidad e individual comportamiento en el consumo, destaca el grave problema de dimensionamiento de los contadores instalados. Únicamente se encontraban correctamente dimensionados el 32% de ellos. Pero es que el 17% de los contadores estudiados, superaban considerablemente su caudal máximo. Graves deterioros, incluso roturas del contador se han detectado, lo que ha provocado directamente un incremento en las pérdidas comerciales aparte del coste asociado al necesario cambio del contador. Pero agravando aún más la situación, muchos de estos problemas se han producido de forma reiterada para un mismo abonado, llegando a cambiar su contador continuamente en trimestres sucesivos.

Asimismo, más del 32% de los abonados analizados, presentaban fugas interiores, sin tener en consideración que parte del consumo continuo motivado por llenado de

depósitos (19%), pueda estar causado por la existencia de fugas interiores no controladas. Con todo, dada la importancia en el control y seguimiento de los consumos registrados por los grandes consumidores así como para evaluar el comportamiento de su contador, resulta evidente que debe de establecerse una planificación que permita obtener una continuidad en el mismo. Puede resultar conveniente la instalación de sistemas de telelectura o telegestión que permitan disponer de datos del funcionamiento del contador en continuo.

Una vez establecida la forma en que consumen los abonados, resta obtener la curva de error de los contadores para, combinados los dos parámetros, obtener el error global de medición. En el Capítulo 4 se profundiza en el análisis detallado de los errores iniciales en contadores. De los 5.904 contadores analizados, correspondientes a 52 modelos diferentes y a 5 tecnologías de medición, una de las principales conclusiones que se obtienen del análisis, es la contradicción que suponen muchos estudios técnicos e informes anteriores, asumiendo que el error inicial de un contador nuevo es próximo a cero. A la vista de los resultados expuestos en el capítulo, esta conclusión es muy cuestionable sobre todo considerando la gran dificultad que tienen los contadores, aún siendo nuevos, en la correcta medición de caudales bajos o muy bajos. Asumiendo que el error medio ponderado de un contador depende directa y fuertemente del patrón de consumo del abonado, los valores obtenidos en el presente estudio, muestran claramente que el orden de magnitud de estos errores para usuarios domésticos, está bastante lejos del utópico 0%, considerado en no pocas ocasiones para un contador nuevo.

Los contadores volumétricos presentan en general mejores resultados que los de velocidad. Con errores próximos al -1% para calibres domésticos y una variabilidad en sus resultados muy baja, demuestran su gran calidad tanto de componentes como de fabricación. Los contadores de velocidad presentan errores superiores al -3,3% para los mismos calibres y las desviaciones en sus resultados son aproximadamente el doble que en los volumétricos. Si la desviación media en los errores obtenidos para los contadores volumétricos es del 0,3%, los errores en los contadores de velocidad pueden variar un 0,6% de media.

Si la magnitud de los errores iniciales es importante, no lo es menos la variabilidad que presentan estos en función del modelo, calibre y tecnología de medición. Y a su vez, la variabilidad que presentan los contadores de un mismo modelo. Se ha visto que estas variaciones en un mismo modelo o dentro de un mismo calibre, pueden llegar hasta el 3,5%. Para calibres superiores a 20mm estas variaciones no son tan acusadas.



Destacable resulta que se hayan detectado un 6,85% de contadores defectuosos y un 15,58% de contadores no conformes. Si en los calibres de 13 y 15mm el porcentaje de contadores defectuosos está en torno al 5%, en calibres superiores este porcentaje ronda valores cercanos al 20%. Los problemas principales que provocan estas irregularidades se presentan tanto a caudales bajos por grandes inercias que imposibilitan al contador arrancar o mantener los errores dentro de los rangos establecidos, como a caudales altos donde el desacoplamiento magnético entre turbina y totalizador, provoca que el error de medición se dispare a valores elevados incluso llegando a no registrar nada ( $\varepsilon=100\%$ ).

Del pequeño análisis realizado a contadores de diámetro nominal superior a 40mm, se desprende la gran necesidad de control a origen de cualquier contador, y en especial de aquellos que van a instalarse en grandes consumidores. Destacable puede considerarse que de los 7 contadores ensayados, dos de ellos no cumplan con las exigencias de los rangos de error permitidos para su clasificación metrológica. Con un error medio obtenido para uno de ellos en torno al -15%, no resulta difícil de intuir cuales hubieran sido los resultados en el registro y sus consecuencias derivadas, más tratándose de un contador destinado a un gran consumidor.

Queda suficientemente justificado que en aquellos suministros que se consideren grandes consumidores (industriales, comerciales, servicios,...), sus instalaciones deben de inspeccionarse previamente a la instalación del contador para dimensionar correctamente éste y al mismo tiempo determinar cuáles son los elementos y dimensiones necesarias para su correcta instalación. No cabe duda de que el contador debe de ser ensayado previamente a su instalación ya que ha quedado claramente demostrado que todos los contadores no aseguran una precisión adecuada.

La implantación de un control de calidad a la recepción queda completamente justificada. No únicamente para determinar los valores en los errores que presenta un determinado modelo de contador, sino también para analizar la evolución de estos. Factores como la sensible modificación de alguno de los componentes del contador, cambios en los procesos de fabricación, lotes de un mismo contador provenientes de diferentes centros de producción o simplemente algún fallo de producción o ajuste en fábrica no detectado en los controles de calidad del fabricante, pueden modificar sustancialmente el comportamiento de un contador a otro de un mismo modelo.

Una vez determinados los errores iniciales que pueden presentar los contadores en función de su tecnología de medición, modelo y calibre, resulta imprescindible estudiar cual es la degradación a la que se ven afectados los contadores cuando estos están instalados y están siendo usados en condiciones reales en un abastecimiento. Resulta

evidente que cualquier equipo de medida va a ver modificadas sus condiciones iniciales de funcionamiento con el paso del tiempo. Por lo tanto debe de conocerse cómo evoluciona la curva de error del contador y en definitiva su error global, para así determinar cuál es el estado del parque de contadores. Para ello en el Capítulo 5 se han analizado un total de 1.456 contadores en uso, distribuidos entre los calibres 15mm y 40mm, correspondientes a 7 modelos y a 3 tecnologías de medición diferentes.

En el análisis se ha distinguido entre contadores domésticos y no domésticos. La mayor muestra ha correspondido a los contadores domésticos, todos ellos de calibre 15mm, donde han sido un total de 1.413 los contadores analizados, correspondientes a dos tecnologías de medición y cuatro modelos diferentes. El análisis de la degradación se ha realizado en función de dos parámetros, la edad y el volumen acumulado. De los resultados obtenidos destaca que los contadores volumétricos se degradan rápidamente llegando a alcanzar valores del error global superiores al -10% en 6 años de vida. En cambio, los contadores de velocidad chorro único, demuestran que son más robustos. Su degradación es mucho menor y esta depende fuertemente del modelo analizado. Así, la degradación media anual obtenida para contadores domésticos de velocidad y chorro único ha resultado del -0,72%, mientras que para los contadores volumétricos de pistón rotativo es del -1,56%. Como se comentaba, la degradación de los contadores volumétricos es mucho más acusada que la de los de velocidad.

Si se considera toda la muestra analizada sin diferenciar por tecnologías de medición, la degradación media anual resulta del -0,84%. La proporción de cada tecnología de medición de la muestra analizada es del 86,5% de contadores de velocidad y del 13,5% de contadores volumétricos, por lo que esta degradación media puede representar a la de un abastecimiento con una distribución contadores en función de su tecnología de medición similar a la de la muestra. Estas degradaciones incluyen los contadores defectuosos detectados. Si se eliminan las unidades defectuosas, la degradación media es del -0,64%, mientras que la de los contadores de velocidad sería del -0,57% y la de los volumétricos se convierte en -1,10%. Y es que la fragilidad de los contadores volumétricos también influye en la proporción de contadores defectuosos detectados. Los contadores de velocidad y chorro único presentaban de media un 1,3% de contadores defectuosos mientras que el porcentaje para los volumétricos de pistón rotativo ha sido del 4,7%.

Los valores obtenidos indican que, aproximadamente a los 6 años, el parque de contadores doméstico puede tener un error global próximo al -7,73% (obtenido en base a la muestra y al error de cada modelo a la edad de 6 años). Este error global se convierte en -8,02% si se tiene en cuenta toda la muestra analizada. Estos valores ofrecen orden de magnitud de los errores de medición a los que se encuentra un

parque de contadores relativamente joven. En base a las degradaciones anuales obtenidas y en función de la edad del parque de contadores a estudiar, rápido es el cálculo del error global de medición. Para una edad de 10 años, considerando un error inicial medio del -3%, el error global de medición será del orden del -11,4%.

De los resultados obtenidos diferenciados por tecnologías de medición, se evidencia la gran dificultad que supone conseguir contadores que sean capaces de registrar caudales bajos con mucha precisión y al mismo tiempo tengan la capacidad de mantener estas condiciones. Resulta evidente que conseguir contadores precisos a caudales bajos y al mismo tiempo, que estos sean robustos, es uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan los fabricantes de contadores. Así, los contadores volumétricos poseen unas condiciones iniciales excepcionales en el registro a caudales bajos, pero esta precisión se degrada rápidamente.

Aunque aparentemente no resulte esperable que en contadores en uso se pueda dar la circunstancia de que exista sobrecontaje, sí que se han detectado unidades. En función del modelo, los porcentajes obtenidos pueden llegar a ser considerables. En términos medios, se ha observado sobrecontaje en el 8,4% del total de la muestra analizada. En los contadores de velocidad se da el sobrecontaje a caudales altos (3.000 l/h), mientras que en los volumétricos a caudales próximos al caudal 120 l/h. Los errores máximos obtenidos para los contadores de velocidad están del orden del 15% y en torno al 3% en contadores volumétricos, lo que denota una mayor problemática por sobrecontaje en contadores de velocidad.

Otro de los aspectos importantes obtenidos ha sido la evolución del error global, es decir, de qué forma ha ido degradándose éste. La degradación del error en función de la edad, excepto para uno de los modelos, ha sido lineal, conforme también han obtenido la mayoría de los estudios realizados hasta el momento. En cambio, la degradación del error en función del volumen acumulado depende directamente del modelo analizado.

Se ha visto como influye cada parámetro en la evolución del error para cada modelo, incluso cómo afectan conjuntamente ambos parámetros, obteniendo finalmente un modelo combinado para estimar el error medio ponderado no sólo en función de la edad, sino también el volumen acumulado. El tamaño de las muestras no ha resultado suficiente para obtener unos modelos combinados que aproximen con detalle la evolución. De todas formas todas las regresiones deben de analizarse con suma precaución. No hay que olvidar que el cálculo del error global de un contador, aparte de las incertidumbres asociadas a las muestras analizadas, también está influenciado por la propia incertidumbre asociada al patrón de consumo utilizado.

Se ha realizado un análisis comparativo de los errores globales de los cuatro modelos de contadores domésticos analizados, en función de siete patrones de consumo diferentes. Se ha llegado a la conclusión de que el patrón de consumo es determinante en el error global de un contador, cobrando especial importancia cuando el suministro se realiza indirectamente mediante el llenado de depósitos. La diferencia del error para un mismo modelo de contador en función de patrones de consumo diferentes puede llegar a ser del 8,56%. Se evidencia una vez más la importancia que tiene, no solo el comportamiento del contador unilateralmente, sino la combinación del contador con el tipo de suministro en el que está instalado, pudiendo obtener para un mismo contador, resultados completamente diferentes.

En referencia al análisis de contadores no domésticos, cabe destacar que únicamente el 10% de ellos mantienen su curva de error dentro de los límites de error establecidos por normativa, lo que evidencia el deterioro que los contadores sufren en uso. Visto que en la actualidad no existe ninguna legislación clara al respecto sobre cuál es el error máximo admisible de los contadores en uso, este debe de ser uno de los campos a investigar y determinar en función de diferentes parámetros. Una vez más se han evidenciado las grandes diferencias en el comportamiento entre contadores de tecnologías de medición diferentes (en este caso velocidad chorro único o chorro múltiple). En general los contadores de velocidad chorro único presentaban un mejor comportamiento y una menor degradación, mientras que los contadores de velocidad chorro múltiple presentaban degradaciones más acusadas y comportamientos erráticos.

Una vez realizado el análisis de los resultados obtenidos de los errores en contadores de agua, tanto iniciales como en uso, resulta conveniente realizar una reflexión. No hay que olvidar que los ensayos realizados a origen valoran únicamente las condiciones iniciales del contador. Que un contador presente unas condiciones excelentes a origen, no asegura que este comportamiento lo mantenga constante a lo largo del tiempo que esté en uso. Puede darse la circunstancia que un contador excelente a origen pierda rápidamente sus características para presentar, en un período de tiempo relativamente corto, una degradación que comporte unas variaciones en los errores importantes. Y también puede ocurrir al contrario, es decir, que un contador con unas condiciones iniciales no destacables o incluso mediocres, tenga la capacidad de mantenerlas durante más tiempo, ofreciendo unos mejores resultados que aquel que destacaba inicialmente, convirtiéndose así en una mejor opción para las condiciones particulares del abastecimiento.

En lo que al banco de ensayo de contadores que FACSA gestiona se refiere, en el que se ensayan una media de 1.120 contadores al año, puede concluirse que éste está

prácticamente en su totalidad utilizado para el control a origen de contadores domésticos de calibres 13 y 15mm (84%). Actualmente se está utilizando en un 29% de su capacidad. Por lo tanto, debería plantearse la posibilidad de aumentar los ensayos de contadores para evaluar su degradación o envejecimiento. Si resulta imprescindible un control a origen para evaluar y controlar los contadores a instalar en campo, no menos lo es realizar un seguimiento de la evolución de estos errores en contadores en uso. No hay que olvidar que la variación de la magnitud de los errores a origen se encuentra en torno al 3%, mientras que esta variación en contadores en uso, es bastante más elevada, llegando a valores medios del 10%.

Por último, en el Capítulo 6, considerando imprescindible valorar las pérdidas comerciales para entender con mayor claridad el problema que pueden llegar a suponer, se ha realizado un análisis económico con el objetivo de cuantificarlas, tanto en volumen como en términos económicos. Las pérdidas comerciales provocan un mayor impacto económico que las reales ya que su coste unitario es mucho mayor que el de estas. Las pérdidas comerciales se cuantifican en base a la tarifa establecida, mientras que las pérdidas reales se cuantifican en base al coste marginal de producción que supone su tratamiento y distribución. De esta forma, se requiere un volumen de pérdidas reales muy superior al de las comerciales para igualar su coste.

En primer lugar se ha calculado la vida útil de los contadores analizados para las condiciones de un abastecimiento en particular. Para ello se ha calculado el VANC como aproximación del VAN de la cadena de renovaciones, para así obtener el contador más económico o que más ingresos genere, para un determinado período de tiempo, estableciéndose la vida útil del mismo. En función de un modelo u otro de contador, la vida útil de estos puede variar entre los 9 y los 14 años para el análisis realizado únicamente suponiendo una degradación lineal con la edad. Realizado el análisis teniendo en consideración una degradación no lineal, es decir en función tanto de la edad como del volumen acumulado, las vidas útiles aumentan llegando a valores máximos de 23 años y diferencias en el VANC de hasta 124,57 €. A la vista de los resultados, en general la vida útil de los contadores es superior asumiendo una degradación combinada en función de la edad y el volumen acumulado que para una degradación lineal con la edad y depende fuertemente del precio de venta del agua.

De los resultados obtenidos para la degradación de los contadores domésticos analizados en el Capítulo 5, se desprende que en cada una de las tecnologías de medición, uno de los modelos presentaba una degradación mucho más intensa que el otro. Con el objetivo de comprobar cuál hubiera sido la diferencia tanto en términos económicos como de volumen, para un abastecimiento real, simplemente gracias a la correcta elección del contador con mejor comportamiento, se han calculado cuales son

los ingresos y el registro que generan cada uno de ellos anualmente teniendo en cuenta la degradación obtenida. De la elección de un modelo u otro de contador, se puede llegar a tener una diferencia media en el registro de  $3,2 \text{ m}^3/\text{año}$ , lo que supone una pérdida de  $1,25 \text{ €/año}$  por cada contador.

Pero si se cuantifican el total de pérdidas comerciales, los resultados son más ilustrativos. Partiendo de los datos obtenidos en los capítulos anteriores, donde se concluía un error inicial medio del  $-3\%$  y una degradación anual media del  $-0,84\%$ , para un consumo anual de  $120 \text{ m}^3$  y un precio medio de venta del agua de  $0,39 \text{ €/m}^3$ , las pérdidas comerciales unitarias por contador y año son fáciles de obtener. Cada contador provoca unas pérdidas anuales de  $9,14 \text{ m}^3$ , que en términos económicos suponen  $3,57 \text{ €}$ .

Cabe hacer mención que el precio medio de venta utilizado en el estudio económico, únicamente contempla el suministro de agua potable sin tener en cuenta otros servicios. Si se contemplaran otros servicios como pueda ser el de alcantarillado, el de la gestión de las aguas residuales (depuración), así como cualquier otro que dependa directamente del registro del agua consumida, evidentemente el resultado del coste final puede llegar a ser mucho más importante.

Los resultados obtenidos en el análisis tarifario realizado demuestran que la idea inicial y preconcebida de que la disminución en el calibre pueda presentar ventajas, debe estudiarse de una forma individualizada y detallada en función de diversas variables, no únicamente metrológicas, sino también económicas. Es imprescindible estudiar detallada e individualmente las características del abastecimiento, especialmente la tarifa aplicada, ya que incide directamente en la decisión del dimensionamiento del contador a instalar, tanto desde el prisma de aumentar ingresos (cuota de servicio vs cuota de consumo) como en el de disminuir costes de mantenimiento (cambio de contador). Aparte de las consideraciones económicas, no hay que olvidar que la reducción del calibre de un contador puede suponer un incremento en la velocidad de deterioro del mismo en relación con el de un calibre superior.

Con este análisis queda evidenciada que la elección o decisión de la instalación de un determinado calibre de contador u otro, no es tan sencilla como aparentemente pueda parecer. En ella influyen directamente, como se ha visto a lo largo del análisis realizado, diferentes parámetros que van desde la tarifa aplicada en el abastecimiento, el tipo de contador elegido, el consumo promedio trimestral esperado y el coste, o más bien, las diferencias de coste entre contadores del mismo tipo en función de su calibre.

Por último, de este análisis se desprende la problemática de que las tarifas estén vinculadas al diámetro nominal de los contadores. Estas deberían siempre referirse a la

capacidad del contador y no a su calibre, como es habitual. El diámetro nominal, aunque posee relación con la capacidad metrológica del contador, es más una característica constructiva. De hecho existen diferentes modelos de contadores del mismo calibre, con caudales característicos bien diferentes.

Salvando la importancia de todos los resultados obtenidos en esta Tesis, que conducen a conclusiones específicas en torno a que modelos poseen mejor comportamiento en origen, o cual es la tecnología de medición que presenta menor degradación en base a la edad del contador o del volumen acumulado por éste, resulta importante realizar la siguiente reflexión.

Con los resultados obtenidos queda clara la importancia que tienen las pérdidas comerciales en un abastecimiento y por lo tanto también su optimización y correcta gestión. Tradicionalmente, incluso hoy en día, en la gestión habitual en torno a la optimización de las pérdidas de agua en un abastecimiento, se han priorizado estrategias y recursos en la minimización de las pérdidas reales. Realizado el balance hídrico de un abastecimiento y obtenidos los indicadores que muestran cual es la diferencia entre el agua inyectada al sistema y el agua o consumo autorizado, tradicionalmente se han destinado todos los esfuerzos en minimizar únicamente las pérdidas reales. Y se ha realizado sin al menos estudiar la viabilidad o efectividad de las acciones a abordar. De esta forma, todas las pérdidas comerciales existentes, quedaban enmascaradas o integradas en el gran “cajón de sastre” en el que se convertían las pérdidas reales. Con ello no se pretende afirmar que no se realicen campañas de renovación del parque de contadores, de control de conexiones ilegales o inspecciones para el control del correcto funcionamiento de los contadores, sino que no se está realizando de una forma mínimamente justificada ni ordenada. Posiblemente se estén destinando recursos a la minimización de las pérdidas reales cuando la optimización de las pérdidas comerciales pueda resultar mucho más efectiva. Es decir, con los mismos o incluso menos recursos, se pueden alcanzar mejores resultados. No se trata de minimizar o restar importancia a aquellas técnicas o estrategias destinadas a la reducción de pérdidas reales en un abastecimiento. Técnicas como la prelocalización de fugas, monitorización en continuo de las principales magnitudes del abastecimiento, localización en base a diferentes tecnologías, análisis de los caudales mínimos inyectados, etc. son imprescindibles y necesarias para controlar el correcto funcionamiento y al mismo tiempo asegurar la continuidad del mismo. Más cuando todas ellas inciden directamente en una mejora de la calidad del agua suministrada. Fugas en las redes de distribución y en las acometidas de un abastecimiento, han existido, existen y existirán. Por lo tanto se deben de continuar aplicando todas aquellas medidas que se consideren adecuadas para su minimización

(gestión de la presión, reparaciones, renovaciones de redes,...). Pero no debe olvidarse de que las pérdidas comerciales también existen e incluso en ocasiones también afectan a la propia calidad del agua suministrada (conexiones ilegales o la manipulación de contadores pueden provocar problemas graves cuya magnitud muchas veces se infravalora). Por lo tanto resulta necesaria la optimización conjunta de ambos procesos. Deben de priorizarse aquellas medidas que en base a diferentes criterios (sanitarios, medioambientales, sociales, económicos,...) resulten en cada momento y situación, más favorables.

El desarrollo de un plan estratégico de reducción del agua no facturada, en el que se detallan estructuradamente las fases para reducir las pérdidas de agua, tanto las reales como las comerciales, debe de constituirse en uno de los principales objetivos de cualquier gestor de servicios de abastecimiento de agua. Asimismo debe de asumirse que no todo puede realizarse de una vez e inmediatamente, por lo que el enfoque debe de ser aquel que se inicie en aquellas actividades que se consideren prioritarias para posteriormente ir alcanzando mayor detalle y alcance en el sistema. En muchas ocasiones, grandes proyectos se han iniciado con el objetivo de solucionar todos los problemas de una forma rápida y conjunta. No resulta extraño observar como en la gran mayoría de los casos, no se ha llegado a conclusiones efectivas. Pretender abordar la gestión de las pérdidas comerciales como un todo, añadida la gran incertidumbre que cada uno de sus componentes conlleva, puede resultar poco provechoso. En el desarrollo de esta Tesis, se ha demostrado como mediante el análisis y el balance componente a componente, analizando con detalle e individualmente el comportamiento de cada modelo de contador y las características propias del abastecimiento de estudio, se obtienen conclusiones certeras que sin duda ayudarán a la mejora de la gestión y a la implantación de otras estrategias de alcance más amplio. Asimismo, en muchas ocasiones al no poder disponer de datos reales obtenidos de estudio en campo o de ensayos en laboratorio, ya que estos son muy costosos tanto en recursos como en tiempo, la estimación de los mismos se realiza de una forma muy ligera y a veces claramente influenciada por los objetivos o resultados deseados.

El diseño de la estrategia para la reducción de las pérdidas comerciales, que dependen fuertemente de las condiciones locales y particulares del abastecimiento de estudio y cuya incertidumbre es muy elevada, debe realizarse con el objetivo de asegurar los siguientes compromisos:

- Mejora del sistema de medición minimizando los errores, asegurando un adecuado estado de los contadores domiciliarios. Para ello es necesario establecer la vida útil de cada uno de ellos para proceder a su sustitución cuando resulte conveniente.



- Mejora de la lectura de los contadores y de la facturación de los consumos.
- Detección de consumos fraudulentos y conexiones ilegales. Contrariamente a lo que comúnmente se pueda creer, gran parte de los consumos fraudulentos no se producen en áreas marginales o pobres, sino en áreas residenciales e industriales.

En definitiva el objetivo a alcanzar es determinar las pérdidas comerciales con la mayor exactitud posible. Por ello en la actualidad está proliferando la implantación de sistemas inteligentes para la lectura de contadores (*Smart Metering Systems*). Destacando la gran utilidad que ellos pueden suponer para la gestión del parque de contadores, no debe de caerse en el error de asumir que por si solos, estos sistemas van a solucionar todos los problemas relacionados con el control de las pérdidas comerciales provocadas por los errores en la gestión en los contadores. Debe de analizarse detalladamente la implantación de estos sistemas automáticos. En muchas ocasiones, la problemática asociada a la compatibilidad entre contador, emisor de pulsos, dispositivo de comunicación y base de datos receptora, condiciona la elección del tipo o modelo de contador a instalar. De esta forma puede seleccionarse el contador a instalar simplemente por criterios de compatibilidad en la comunicación y no por los estrictamente metrológicos u óptimos en base al patrón de consumo y características del abonado. Así, se puede resolver un problema pero generar otro, ya que ni el mejor de los sistemas inteligentes puede detectar fugas por debajo del mínimo caudal de contador, por lo que debe de analizarse detenidamente toda la información para no llegar a conclusiones erróneas.

Asimismo, necesaria debería de ser la existencia de un organismo o agencia reguladora que estableciera y controlara los principales parámetros influyentes en la gestión integral del ciclo del agua. Debería de afrontar los problemas existentes en cada uno de los componentes que integran la infraestructura hídrica, desde la implantación de la renovación de las redes, hasta el establecimiento de niveles mínimos de eficiencia en la medición, pasando por una posible homogeneidad en las tarifas. Actualmente la última responsabilidad la tiene la administración local la que, en raras ocasiones, dispone de criterios que favorezcan la sostenibilidad de un servicio tan esencial. No puede justificarse que sean las empresas distribuidoras las que, a través de sus asociaciones, se impongan a sí mismas objetivos y mecanismos de control que garanticen un suministro de agua acorde con estándares de calidad propios del siglo XXI.

## 7.2 Aportaciones

En la presente Tesis se ha puesto de manifiesto la problemática existente actualmente para la consecución de una adecuada gestión del parque de contadores en abastecimientos de agua, con el objetivo de optimizar los errores de medición de los contadores, componente principal de las pérdidas comerciales en los países desarrollados.

Para ello se aporta inicialmente una revisión del “estado del arte” de las diferentes metodologías y estrategias que a lo largo del tiempo se han venido aplicando para la correcta gestión, monitorización y control de las pérdidas comerciales en sistemas de distribución de agua. Esta revisión puede ser una válida referencia para las empresas suministradoras e investigadores involucrados con la gestión de las pérdidas comerciales. De su consulta pueden determinarse aquellas cuya aplicación pudiera ser más conveniente en función de las necesidades y de las características propias del abastecimiento.

Una de las aportaciones importantes de la Tesis la constituye la obtención de los patrones de consumo propios de los abastecimientos estudiados. Para los consumos domésticos, se han obtenido hasta cuatro patrones independientes, diferenciados en función de la ubicación del contador y del tipo de instalación del abonado. Gracias a la monitorización individualizada de 201 viviendas, se han obtenido los registros de sus consumos, diferenciándolos según el tipo de suministro. En función de si éste se realizaba por bomba o directamente desde la red de distribución y a su vez, dependiendo de la ubicación del contador, si éste se encontraba antes o después del depósito existente. Estadísticamente se ha comprobado que de los cuatro patrones obtenidos, tres de ellos presentaban tal similitud que podían agruparse en uno solo, por lo que finalmente se determinan dos patrones de consumo domésticos claramente diferenciados.

Mediante esta obtención se demuestra la relevancia que supone la presencia de depósitos en el suministro de agua a las viviendas, especialmente aquellos cuya válvula de llenado es progresiva. De la presencia o no de depósitos, se obtiene una diferencia en el registro a caudales de hasta 45 l/h del 16,1% entre patrones, proporción muy relevante tratándose de caudales en los que el error de medición presenta mucha variabilidad y a su vez gran degradación. Por lo tanto se aporta cuantitativamente el efecto que en la medición pueden tener los depósitos en el suministro de agua a viviendas.

Visto que las diferencias existentes entre suministros directos o aquellos realizados a través de depósitos intermedios, condicionan enormemente el registro del agua consumida, se evidencia la importancia en la revisión previa de las instalaciones de los abonados para determinar que tecnología de medición resultará más conveniente.

Asimismo, mediante el estudio y análisis individual de 106 instalaciones de usuarios no domésticos considerados grandes consumidores, se muestra la necesidad de la obtención individualizada del patrón de consumo. Resulta imposible la generalización de conductas de consumo similares entre diferentes agrupaciones en función del calibre del contador, del tipo de instalación o suministro o incluso del sector o actividad al que pertenece el gran consumidor.

Se aporta igualmente orden de magnitud del problema que supone el mal dimensionamiento de los contadores en grandes consumidores. Únicamente el 32% de los contadores analizados estaban correctamente dimensionados. Se analizan, detallan y valoran los efectos que puede ocasionar este mal dimensionamiento, especialmente en aquellos contadores infradimensionados. En estos casos el incorrecto dimensionado del contador motiva que funcione a caudales muy superiores al máximo establecido para su diámetro nominal. Un 17% de los contadores presentaba problemas de funcionamiento o incluso rotura total del bloque medidor. Aparte de los problemas comentados, los contadores infradimensionados suelen provocar un efecto perjudicial añadido ya que generan menos ingresos debido a su cuota fija inferior.

Se obtienen al mismo tiempo valores sobre la probabilidad de existencia de fugas en las instalaciones interiores de los abonados. Un mínimo del 32% de las instalaciones inspeccionadas, presentaban fugas en su instalación particular. De esta forma se ofrece orden de magnitud del problema de las fugas interiores, principalmente por que el caudal de las fugas suele ser relativamente bajo, suponiendo un problema añadido al correcto registro de las mismas, agravando más si cabe el control y conocimiento de las pérdidas comerciales del abastecimiento.

Se evidencia la necesidad de la implantación de un control en continuo de los grandes consumidores vista la gran repercusión que suponen en el registro total de un abastecimiento. No hay que olvidar que estos, aunque su proporción en un abastecimiento respecto a los consumidores domésticos es baja, representan un elevado porcentaje de la facturación, que frecuentemente supera el 30% y para los que, además, existe un elevado potencial de mejora respecto al aprovechamiento de los recursos.

A su vez destaca la aportación realizada por el amplio análisis de los errores iniciales de medición en contadores. Tras analizar un total de 5.904 contadores, se determinan por

calibre y tecnología de medición, cuáles son sus errores de medición, variando la idea inicial de su magnitud aportada anteriormente por diferentes autores. Se ofrecen valores concretos para cada uno de los grupos analizados, observando las grandes diferencias que pueden encontrarse entre contadores de una misma tecnología de medición e incluso entre contadores de un mismo modelo, por lo que se determina la necesidad del control a origen de cada modelo utilizado o de aquellos que pretendan utilizarse en el abastecimiento.

Si anteriores estudios determinaban que los errores iniciales en contadores nuevos se encontraban en torno al 0%, en la presente Tesis se demuestra como esta conclusión es muy cuestionable. De los resultados obtenidos se puede asumir que el error inicial en contadores de velocidad domésticos (calibres de 13mm y 15mm) es del -3,3%, mientras que para los contadores volumétricos este error mejora hasta un -1,05%. Importante es la aportación alcanzada, más tratándose de contadores nuevos. Pero aún más importante si cabe es la variabilidad obtenida en la obtención de los errores medios ponderados. Con la seguridad que aportan casi 6.000 ensayos realizados a contadores completamente nuevos, uno de los resultados más importantes aportados es la variación de hasta un 3,5% en el error inicial que pueden presentar contadores de una misma tecnología de medición, incluso contadores pertenecientes a un mismo modelo.

Del amplio análisis realizado también se aportan valores en cuanto a la presencia de contadores defectuosos detectados. Un 6,85% de los contadores ensayados presentaban un error superior al -50%, mientras que un 15,58% han sido considerados no conformes por no cumplir con los márgenes de error establecidos en la normativa vigente. Y todo ello para contadores completamente nuevos.

Pero uno de los logros más importantes de la Tesis ha sido la obtención de las degradaciones que los contadores experimentan en uso. En función de su tecnología de medición y del modelo analizado, se aportan modelos combinados que estiman la degradación del error de medición en función de la edad y del volumen acumulado del contador. Se detectan cuáles son los principales problemas que presentan los contadores en función del caudal registrado, constatando que es a caudales bajos donde la degradación resulta más acusada.

Se determina la gran fragilidad que caracteriza a los contadores volumétricos frente a los de velocidad. Los contadores volumétricos presentan unas características excepcionales a origen, especialmente a caudales bajos, que pierden rápidamente en uso. La degradación media anual obtenida para ellos es del -1,56%, mientras que para los contadores de velocidad la degradación obtenida es del -0,72%. Esta gran diferencia entre tecnologías de medición también se refleja en los porcentajes de contadores

defectuosos obtenidos. Un 4,7% de los contadores volumétricos ensayados resultaron defectuosos, mientras que sólo el 1,3% se detectaron defectuosos en los contadores de velocidad.

Por ello se recomienda la realización de un análisis detallado que determine la idoneidad en la selección de la tecnología de medición en base a los diferentes condicionantes influyentes, como son el precio de venta del agua y el coste inicial de los equipos.

Gracias al ensayo y análisis individualizado de 1.456 contadores retirados de campo, se ofrece el nivel de las pérdidas comerciales que posee un abastecimiento en lo que a errores de medición se refiere. En función de la proporción de las tecnologías de medición existentes en un abastecimiento, se obtiene una degradación media anual del -0,84%. Asimismo se aporta el error global de medición para un abastecimiento con un parque de contadores con una edad de 10 años, resultando del -11,4%.

Se aportan valores de la presencia de contadores con sobrecontaje. En términos medios hasta un 8,4% de los contadores analizados presentaban errores positivos en su registro. Esta incidencia cobra más importancia en los contadores de velocidad donde el sobrecontaje llega a valores del 15%, mientras que en los contadores volumétricos el sobrecontaje únicamente llega a valores del 3%.

No menos importante resulta la aportación de la publicación de los resultados de todos los ensayos realizados, tanto a contadores nuevos como en uso. Suponen un total de 7.360 ensayos realizados cuyos resultados pueden utilizarse tanto por la comunidad científica, por investigadores en el sector de las pérdidas de agua en sistemas de distribución de agua, así como por los propios gestores de abastecimientos. En la bibliografía actual resulta muy difícil encontrar publicaciones con esta información, siendo esta muy escasa, por no decir inexistente.

Asimismo se realiza un análisis de la influencia del patrón de consumo en el error global de medición. Hasta un 8,56% de diferencia en el error puede estar motivado por el patrón de consumo del usuario.

Del amplio análisis realizado, se ofrece orden de magnitud de la variabilidad en los errores que se puede encontrar tanto en contadores nuevos como en uso. La variación en los errores iniciales se encuentra en torno al 3% mientras que en contadores en uso, esta se encuentra en torno al 10%, por lo que se aporta una visión global a la hora de determinar y priorizar las estrategias de control de los errores de medición de los contadores.

Finalmente destaca la aportación realizada en la cuantificación de las pérdidas comerciales, tanto en volumen como en términos económicos, ofreciendo una aproximación a la importancia que éstas pueden llegar a tener en el conjunto de las pérdidas totales de agua de un abastecimiento. En términos generales se ofrece un valor medio unitario por contador de  $9,14 \text{ m}^3$  de pérdidas anuales. Su equivalencia en términos económicos dependerá del precio de venta del agua. Para un precio medio de  $0,39 \text{ €/m}^3$ , las pérdidas comerciales por contador y año serán de  $3,57 \text{ €}$ .

Mediante la realización de un análisis tarifario, en el que se evalúa el efecto combinado de la mejora en el registro de un contador gracias a su dimensionado ideal y la tarifa aplicada en función del abastecimiento, se demuestra que resulta necesario su análisis conjunto y no debe asumirse por defecto la idea preconcebida de que la disminución en el calibre presenta siempre ventajas para el resultado global de las pérdidas comerciales. En el análisis realizado se demuestra como un contador de calibre 30mm debería de registrar un incremento en el volumen del 18,1% respecto de un contador de 40mm, para igualar los ingresos generados por este último, lo que resulta bastante improbable.

Por último, mediante la cuantificación y valoración de las pérdidas comerciales se pone de manifiesto la gran importancia que ellas suponen para la gestión del ciclo integral del agua en general y de las pérdidas en particular. Visto que su coste unitario es muy superior al de las pérdidas reales, y por lo tanto se requiere un volumen de pérdidas reales muy superior al de las comerciales para igualar su coste, se propone priorizar la optimización de sus niveles frente a otras estrategias.

Gracias a la priorización de estrategias que permitan la optimización de las pérdidas comerciales, se conseguirá rentabilizar la gestión de los servicios, ya que con la mejora económica obtenida, se podrán acometer nuevas acciones de mejora alcanzando altos niveles en la calidad del servicio prestado y asegurando su sostenibilidad.

## 7.3 Desarrollos futuros

Las conclusiones obtenidas en la presente Tesis implican un avance importante en el conocimiento del comportamiento metrológico de los contadores, tanto de los considerados domésticos como aquellos pertenecientes a los grandes consumidores. Evidentemente la continuación en su estudio y análisis parece necesaria, dada la poca información al respecto, para de esta forma consolidar los resultados obtenidos.

Como se ha podido comprobar a lo largo de la Tesis, la determinación de los componentes que integran las pérdidas comerciales de un abastecimiento y especialmente aquellas provocadas por los errores de medición de los contadores, lleva asociada mucha incertidumbre. Ello requiere de la realización de trabajos de análisis modelo a modelo, o componente a componente, como los realizados en la presente Tesis. Con el objetivo de obtener más información y de este modo poder concluir con más argumentos resultados generales y tendencias de comportamiento, resultaría muy interesante continuar con el estudio realizado, aumentando la muestra especialmente de grandes consumidores. Al mismo tiempo que se aumenta la muestra de estudio, también debería de incrementarse la ya importante diversidad de actividades estudiadas. Por ello, resulta necesaria la continuación del análisis iniciado, con otros que lo complementen y amplíen. Asimismo deben de extenderse el análisis a más modelos de contadores, especialmente de aquellos que estén siendo utilizados en campo. De esta forma podrán confirmarse los comportamientos obtenidos de los contadores analizados así como las degradaciones ofrecidas por los modelos combinados.

Este aumento de muestra debe ir acompañado de la posibilidad de ensayo de contadores cuyo diámetro nominal sea superior a 40mm, por lo que la muestra inicial de posibles estudios no se verá restringida a la limitación del banco de ensayo.

A su vez, resulta conveniente profundizar en aquellos factores que puedan afectar a la degradación de los contadores. En la Tesis se ha analizado el efecto que tiene tanto la edad como el volumen acumulado por el contador. Otros factores a analizar pueden ser la calidad del agua, la presión de suministro, el patrón de consumo o la estacionalidad de la demanda por el usuario. La realización de una comparativa entre contadores con periodos de no funcionamiento y contadores con funcionamiento continuo, supondría el conocimiento del efecto sobre la curva de error que tienen las paradas y arranques de los contadores, así como la acumulación de horas de funcionamiento.

Para ello, puede utilizarse la información recopilada durante las auditorias de las instalaciones de los usuarios, conjuntamente con los datos sobre el estado de los equipos de medición utilizados y las monitorizaciones en continuo del consumo de dichos usuarios, para el análisis de los parámetros que más impacto tienen en la calidad de medición de los consumos. Debido a la alta complejidad del análisis por el gran número de variables disponibles sobre cada abonado, habrá que recurrir a técnicas de análisis multivariante para extraer conclusiones significativas.

Vista la complejidad y coste del ensayo de contadores en laboratorio, uno de los desarrollos a realizar debería de analizar la efectividad de la verificación in situ del comportamiento de los contadores. Una de las opciones para verificar el correcto funcionamiento de los contadores en campo consiste en la instalación, en serie con el contador, de un caudalímetro de ultrasonidos o una sonda de inserción. Estos instrumentos, con una precisión teórica aceptable, pueden servir como elementos de comprobación, que no de calibración, de los contadores y caudalímetros en uso. No obstante, su utilización requiere de una mano de obra muy especializada y sus mediciones no están exentas de un número considerable de posibles fuentes de error como, por ejemplo, la orientación de la sonda, profundidad de inserción, diámetro interior real de la conducción o perfil de velocidades existente.

Por ello, antes de proceder a la retirada de los contadores y su ensayo en laboratorio, y siempre que sea posible, se podría obtener la curva de error de los mismos mediante caudalímetros de inserción tipo turbina o electromagnético, o con sondas ultrasónicas de instalación externa. De este modo, se dispondría de una referencia sobre la capacidad real que proporcionan estos instrumentos para comprobar medidores en campo. Además, en caso de que los resultados no fueran satisfactorios, sería posible extraer conclusiones sobre diversos factores que hubieran podido afectar a la calidad de la medida, como por ejemplo, el diámetro y material de la tubería, la velocidad del flujo e incertidumbre sobre el diámetro interior y espesor de la tubería.

Asimismo, vista la importancia que presenta el patrón de consumo en la obtención del error global de medición, su actualización debe de ser continua. Con ello, aparte de aumentar la muestra analizada lo que aportará menor incertidumbre, se mantendrá el patrón actualizado o vivo, lo que aportará información trascendental para la gestión global del abastecimiento.

Otro de los desarrollos necesarios a abordar, debe de ser la obtención y análisis del resto de componentes de las pérdidas comerciales. En la presente Tesis se ha profundizado ampliamente en la determinación de los errores de medición, por lo que



debe de analizarse el resto de componentes, tanto los errores sistemáticos en el tratamiento de los datos como los consumos no autorizados.



## **CAPÍTULO 8**

### **REFERENCIAS**

---

Alegre, H. y otros, 2006. Performance Indicators for Water Supply Services. 2ª ed. London: IWA Manual of Best Practice - IWA Publishing.

Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J. & Parena, R., 2000. Performance Indicators for Water Supply Services. ISBN 1 900222 272. IWA Publishing "Manual of Best Practice" Series.

Allender, H., 1996. Determining the Economical Optimum Life of Residential Water Meters. *Journal of Water Engineering and Management*, 143(9), pp. 20-24.

Arregui, F., 1999. Propuesta de una metodología para el análisis y gestión del parque de contadores de agua de un abastecimiento. Valencia. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València.

Arregui, F., 2002. Cálculo de las incertidumbres en la estimación del error del parque de contadores, Valencia: ITA. Universitat Politècnica de València.

Arregui, F., Balaguer, M., Soriano, J. & Garcia-Serra, J., 2015. Quantifying measuring errors of new residential water meters considering different customer consumption patterns. *Urban Water Journal*.

Arregui, F., Cabrera Jr., E., Cobacho, R. & Garcia-Serra, J., 2005. Key factors Affecting Water Meter Accuracy. *Leakage 2005 - Conference Proceedings*, pp. 90-99.

Arregui, F., Cabrera, E. & Cobacho, R., 2006. *Gestión Integral de Contadores de Agua*. ISBN 84-608-0539-5. Londres. IWA Publishing.

Arregui, F., Cobacho, R., Cabrera, E. & Espert, V., 2011. Graphical method to calculate the optimum replacement period for water meters. *Journal of Water Resources and Planning Management*, 137(1), pp. 143-146.

Arregui, F. & Gavara, F., 2012. An integrated approach to large customers water meter management. Manila, Philippines, IWA Water Loss Conference.

Arregui, F. & Gavara, F., 2015. Analysis of residential single jet water meter accuracy degradation rate. Cincinnati, USA, IWA Water Efficiency and Performance Assessment of Water Services Conference.

Arregui, F., Gavara, F., Soriano, J. & Cobacho, R., 2014. Analysis of domestic water meters field performance. Viena, Austria, IWA Water Loss Conference.

Arregui, F., Martinez, B., Soriano, J. & Parra, J., 2009. Tools for Improving Decision Making in Water Meter Management. 5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference. Cape Town, South Africa: s.n., pp. 225-232.

- Arregui, F., Soriano, J., García-Serra, J. & Cobacho, R., 2013. Proposal of a systematic methodology to estimate apparent losses due to water meter inaccuracies. *Water Science & Technology: Water Supply*.
- AWWA, 1989. Water meters selection, installation, testing and maintenance. American Water Works Association. Manual M6. Denver. 3rd edition.
- AWWA, 2000. Water submetering and billing allocation: A discussion of issues and recommended industry guidelines. Denver. American Water Works Association.
- AWWA, 2006. Water Audits and Loss Control Programs. Manual of Water Supply Practices M36, Denver. American Water Works Association.
- Barfuss, S., Johnson, M. & Neilsen, M., 2011. Accuracy of in-service water meters at low and high flow rates. *Journal of the American Water Works Association Research Foundation*.
- Barfuss, S. L., 2008. Assessment of commercially available flow meters for secondary water applications in Utah. Utah Water Research Laboratory.
- Barfuss, S. L., 2011. Flow meter accuracy. Berkeley, California, American Council for an Energy-Efficient Economy. Utah State University.
- Beal, C. & Stewart, R., 2011. South East Queensland residential end use study: final report, City East, Australia: Urban Water Security Research Alliance Technical Report No. 47.
- Bowen, P., Harp, J., Baxter, J. & Shull, R., 1993. Residential Water Use Patterns, Denver, CO: American Water Works Association Research Foundation.
- Bowen, P. T., Harp, J. F., Hendricks, J. E. & Shoeleh, M., 1991. Evaluating residential meter performance. AWWA. Denver. American Water Works Association Research Foundation.
- Brittain, R. L., 1974. Small meter periodic test limit extension study. Philadelphia Suburban Water Company. Unpublished report.
- Buchberger, S. G. & Wells, G. J., 1996. Intensity, duration and frequency of residential water demands. *Journal of Water Resources Planning and Management*, pp. 11-19.
- Buchberger, S. G. & Wu, L., 1995. Model for instantaneous Residential Water Demand. *Journal of Hydraulic Engineering*, 121(3), pp. 232-246.

Burns, A., 2011. Advancements in Residential Water Metering Technology. San Francisco, Eighth Annual Water Conservation Showcase.

Cabrera, E. y otros, 2004. Evaluación y control de pérdidas en redes de agua. Valencia. Universitat Politècnica de València.

Criminisi, A., Fontanazza, C., Freni, G. & Loggia, G., 2009. Evaluation of the Apparent Losses caused by Water Meter Under-registration in Intermittent Water Supply. *Water Science and Technology*, 60(9), pp. 2373-2382.

DeOreo, W. B., Heaney, J. P. & Mayer, P. W., 1996. Flow trace analysis to asses water use. *Journal of American Water Works Association*, pp. 79-90.

DeOreo, W. & Mayer, P., 2013. Residential end uses of water estudy update, Denver, CO: s.n.

Department of Watershed Management Meter and Billing Accuracy Assessment, 2011. Meter and Billing Accuracy Assessment, Atlanta (USA).

Directiva 2004/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 31 de marzo de 2004 realtiva a instrumentos de medida. *Diario oficial de la Unión Europea* (L 135).

Directiva 2009/137/CE de la Comisión de 10 de noviembre de 2009 por la que se modifica la Directiva 2004/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los instrumentos de medida, en lo que respecta a la explotación de los errores máximos permitidos. *Diario Oficial de la Unión Europea* (L 294).

Farley, M., Mounce, S. R. & Boxall, J. B., 2010. Field testing of an optimal sensor placement methodology for event detection in an urban water distribution network. *Urban Water Journal*, 7(6), pp. 345-356.

Ferréol, E., 2005. How to measure and reduce the water meter park inefficiency. Halifax, Canada, IWA Leakage Conference Proceedings.

Hans, D. & Allender, P. E., 1996. Determining the economical optimum life of residential water meters. *Journal of Water Engineering and Management*, pp. 20-24.

Hayward, A., 1979. *Flowmeters: a basic guide and souce-book for users*. New York: John Wiley & Sons.

Hill, C. & Davis, S., 2005. Economics of Domestic Residential Water Meter Replacement based on Cumulative Volume. AWWA Annual Conference.

ISO 4064-1 (2005) Measurement of water flow in a fully charged close conduit - meters for cold potable water and hot water. Part 1: Specifications.

ISO 4064-3 (1993) Measurement of water flow in closed conduits - meters for cold potable water. Part 3: Test methods and equipment.

Johnson, E. H., 2001. Optimal water meter selection system. *Water S. A.*, 27(4), pp. 481-488.

Kingdom, B., Liemberger, R. & Marin, P., 2006. *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries*, Washington: The World Bank Group.

Lambert, A. & Hirner, W., 2000. *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*. London: IWA's Blue Pages - IWA Publishing.

Larraona, G. S., Rivas, A. & Ramos, J. C., 2008. Computational Modeling and Simulation of a Single-Jet Water Meter. *Journal of Fluids Engineering*, Mayo. 130(5).

Liemberger, R. y otros, 2007. *Water Loss Performance Indicators*. Water Loss Task Force (IWA).

Male, J., Noss, R. & Moore, I., 1985. *Identifying and Reducing Losses in Water Distribution Systems*. Saddle River, New Jersey: Noyes Publications.

Mukheibir, P., Stewart, R., Giurco, D. & O'Halloran, K., 2012. Understanding non-registration in domestic water meters. Implications for meter replacement strategies. *Water Journal*, 39(8), pp. 95-100.

Mutikanga, H., Sharma, S. & Vairavamoorthy, K., 2011. Assessment of apparent losses in urban water meters. *Water and Environment Journal*, Issue 25, pp. 327-335.

Mutikanga, H., Sharma, S. & Vairavamoorthy, K., 2011. *Investigating water meter performance in developing countries: A case study of Kampala, Uganda*, s.l.: s.n.

Mutikanga, H., Sharma, S. & Vairavamoorthy, K., 2011. Multi-criteria Decision Analysis: A Strategic Planning Tool for Water Loss Management. *Water Resources Management*, 25(14), pp. 3947-3969.

Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1988 por la que se regulan los contadores de agua fría y aplica la Directiva 75/33/CEE de 17.12.74 (BOE nº 55, de 06.03.1989).

Quevedo, J. y otros, 2013. Flowmeter data validation and reconstruction methodology to provide the annual efficiency of a water transport network: The ATLL case study in Catalonia. *Drinking Water Engineering and Science Discussions*, Volumen 6, pp. 79-95.

Real Decreto 559/2006 de 21 de julio por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida. BOE núm. 183 de 2 de agosto de 2006.

Real Decreto 1284/2010 de 15 de octubre por el que se modifica el Real Decreto 559/2006 de 21 de julio por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida.

Richards, G., Johnson, M. & Barfuss, S., 2010. Apparent losses caused by water meter inaccuracies at ultralow flows. *Journal of the American Water Works Association*, 105(5), pp. 123-132.

Rizzo, A. & Cilia, J., 2005. Quantifying meter under-registration caused by the ball valves of roof tanks (for indirect plumbing systems). Halifax, Canada, IWA Leakage Conference Proceedings.

Seago, C. & McKenzie, R., 2007. An Assessment of Non-Revenue Water in South Africa., South Africa: Report No TT 300/07. WRC.

Strub, D. & Boukhonine, S., 2011. Determining Overall Meter Accuracy for Calculating Water Loss, Austin: Austin Water Utility.

Sullivan, J. P. & Speranza, E. M., 1992. Proper Meter Sizing for Increased Accountability and Revenue. *Journal of American Water Works Association*, 84(7), pp. 53-61.

Thornton, J., 2003. Managing leakage by managing pressure: a practical approach. *Water21*, pp. 43-44.

Thornton, J. & Rizzo, A., 2002. Apparent losses. How low can you go. Lemesos, Cyprus, IWA Leakage Management Conference Proceedings.

Thornton, J., Sturm, R. & Kunkel, G., 2008. *Water Loss Control*. Segunda edición ed. New York: McGraw-Hill.

Woltmann, ITA, Universitat Politècnica de València, 2008. Woltmann. Available at: <http://www.ita.upv.es/software/presentacion-en.php>

Wright-Pierce, 2011. *Rochester Water System Audit*, Portsmouth: s.n.



Wu, Z., Sage, P. & Turtle, D., 2010. Pressure-dependent leak detection model and its application to a district water system. *Journal Water Resouce Planning Management*, 136(1), pp. 116-128.

Yaniv, S., 2009. Reduction of apparent losses using the UFR (unmeasured-flow reducer): Case studies. Hague, The Netherlands, Proceedings of the 5th IWA Specialist Conference on Efficient Water Use and Management.

Yee, M., 1999. Economic Analysis of Replacing Residential Meters. *Journal of the American Water Works Association*, 91(7), pp. 72-77.



## **ANEXOS**

---



**ANEXO A**

**ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL ENSAYO  
DE CONTADORES**

---

## A.1 Tipologías de bancos de ensayo

Básicamente existen tres tipologías de bancos de ensayo o metodologías para calibrar el funcionamiento de contadores:

- Uso de un caudalímetro o contador de precisión como instrumento patrón.

En esta alternativa las incertidumbres asociadas a los ensayos son superiores y difícilmente pueden alcanzarse los valores exigidos en los estándares o en las legislaciones nacionales, próximos al 0,2%. Por ello, la utilización de un banco de ensayo de estas características debe restringirse únicamente a la comprobación de contadores retirados de campo, y nunca como herramienta de control de contadores nuevos.

- Recogida en un tanque volumétrico.

En este tipo de configuración, utilizada en el banco que nos ocupa, el elemento de control utilizado como patrón para el cálculo del error de los contadores a ensayar es una probeta de volumen conocido. Se construyen normalmente en acero inoxidable con el fin de evitar cambios en el volumen relacionados con la dilatación térmica del material o las deformaciones en las paredes. El ensayo de la curva de error mediante esta técnica está indicado para contadores de pequeño y mediano calibre. A partir de un cierto tamaño, resulta mucho más económico adquirir elementos de pesaje que un depósito volumétrico calibrado.

- Pesaje del líquido aforado.

En esta opción, la determinación de la curva de error se realiza mediante la comparación con el peso del volumen vertido en un recipiente. En este procedimiento la magnitud de referencia es el peso y no el volumen, por lo que se deberá convertir este en volumen.

El pesaje del agua resulta indicado cuando los volúmenes aforados son considerables. En estos casos, como es el que nos ocupa, esta opción tiene menor coste que la construcción de un depósito calibrado de cierto volumen, por lo que en casi todas las instalaciones de calibración de contadores y caudalímetros de gran diámetro se emplea este procedimiento.

## A.2 Incertidumbre en los procedimientos de ensayo

Uno de los pasos previos y fundamentales a la realización de cualquier ensayo de contadores, es el conocimiento y control de la incertidumbre que este ensayo lleva asociada. En el momento de la determinación del valor real de una variable, a menudo es posible encontrarse con que este valor discrepa respecto al valor que nos proporciona el instrumento de medida. El desconocimiento de la diferencia entre el valor real de la variable y el valor de la medición que nos proporciona el instrumento constituye la incertidumbre. Dicho de otro modo, la incertidumbre es un parámetro asociado al resultado de una medición y que caracteriza la dispersión de los valores.

Esta incertidumbre es generada tanto por los propios procedimientos como por los equipos y materiales utilizados en el ensayo y constituye la diferencia entre el valor real de la variable a cuantificar y la medida conseguida. Es evidente que el conocimiento y limitación de esta incertidumbre para que su valor no sea elevado es básico.

La incertidumbre se genera por errores de diferentes clases:

- Errores de carácter sistemático

Suelen tener un valor constante y pueden estar causados por el comportamiento no lineal de los instrumentos, fallos en los sensores, en la instalación, etc. El hecho de que tengan un valor constante hace que se puedan predecir con antelación y se puedan corregir mediante la calibración del instrumento de medida.

Un ejemplo claro puede ser el caso de un contador que registre siempre a un determinado caudal un subcontaje o un sobrecontaje. Conociendo esta circunstancia, es posible corregir la medida y calcular con mayor exactitud el volumen real circulado a partir del contabilizado por el medidor.

- Errores de tipo aleatorio:

Poseen signo y magnitud variables, por lo que no se pueden predecir y corregir a partir del calibrado del instrumento. Tomando un número de lecturas elevado y calculando su media, podría reducirse el impacto del error.

En un caso ideal, si se tomaran infinitas lecturas, la media de los errores aleatorios sería siempre nula. En la realidad, tampoco sería factible tomar infinitas medidas ya que las condiciones del sistema no van a ser estables en el tiempo.

Visto que el cálculo de la incertidumbre en la determinación del error de un contador puede llegar a ser una tarea extremadamente compleja debido a la gran cantidad de factores que pueden influir en los resultados del ensayo, en este apartado únicamente se va a proceder a dar información básica de cómo calcular la incertidumbre en un contador de manera simplificada y cuáles son las principales fuentes de incertidumbre a considerar:

- Incertidumbre debida al dispositivo patrón empleado ( $u_0$ )

El cálculo del error en un contador se obtiene a partir de la comparación de las medidas del mismo con las realizadas con un patrón. En un banco de ensayo de recogida en tanque volumétrico, se obtiene comparando el volumen de agua que circula a través de un contador a un caudal determinado, con la cantidad de agua que llega al tanque de volumen conocido.

Las medidas de este depósito volumétrico difieren del valor real y están sujetas a cierto error (no conocido, pero sí acotado). Por tanto, la incertidumbre asociada a este tanque constituye la discrepancia entre la medida que proporciona el tanque y el valor real, con una cierta probabilidad.

La incertidumbre característica asociada a este tipo de depósitos calibrados es alrededor de 0,05% respecto al valor medido. En cambio, la incertidumbre de un contador patrón es, en el mejor de los casos, cercana al 0,5%. Este dato puede obtenerse de los certificados de calibración de los dispositivos patrón.

Por tanto:

$$u_0 = 0,05\%$$

- Incertidumbre debida a la resolución de lectura en el contador ensayado ( $u_c$ )

El volumen que registra el contador que se está ensayando se obtiene de la diferencia de lecturas previa y posteriormente a la circulación del caudal de ensayo. Por tanto,



para una eficiente determinación del volumen que ha contabilizado el contador esta es función de la resolución con la que se pueda leer el índice del contador. En el peor de los casos, el error que se comete en cada lectura será la mitad de la resolución de dicho contador. Por tanto, la incertidumbre asociada a una lectura será:

$$u_c = \frac{d_c}{2\sqrt{3} \cdot V_{ensayo}}$$

Donde  $d_c$  es la resolución del contador ensayado y  $V_{ensayo}$  es el volumen aforado.

Sin embargo, como se ha indicado, el error se obtiene comparando la lectura previa y posterior al caudal de ensayo, por tanto, es más correcto considerar una incertidumbre asociada a dos lecturas. Dicha incertidumbre será:

$$u_c = \frac{d_c}{\sqrt{2}\sqrt{3} \cdot V_{ensayo}}$$

La siguiente tabla muestra la incertidumbre asociada a la lectura de un contador en función de su resolución y del volumen que se afora en el tanque. Los valores están asociados a la realización de dos lecturas. En el caso de ser necesaria una única lectura (por ejemplo, contadores con dispositivo de puesta a cero), los valores de la tabla deberán multiplicarse por  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ .

TABLA A.1 INCERTIDUMBRE ASOCIADA A LA LECTURA DE UN CONATDOR EN FUNCIÓN DE SU RESOLUCIÓN Y DEL VOLUMEN ENSAYADO (2 LECTURAS)

		Volumen ensayado (litros)							
		1	5	10	20	50	100	200	500
Fondo de escala del contador (litros)	0,025	1,02%	0,20%	0,10%	0,05%	0,02%	0,01%	0,01%	0,002%
	0,05	2,04%	0,41%	0,20%	0,10%	0,04%	0,02%	0,01%	0,004%
	0,1	4,08%	0,82%	0,41%	0,20%	0,08%	0,04%	0,02%	0,008%
	0,15	6,12%	1,23%	0,61%	0,31%	0,12%	0,06%	0,03%	0,01%
	0,2	8,17%	1,63%	0,81%	0,41%	0,16%	0,08%	0,04%	0,02%
	0,5	20,41%	4,08%	2,04%	1,02%	0,41%	0,20%	0,10%	0,04%
	1	40,82%	8,17%	4,08%	2,04%	0,82%	0,41%	0,20%	0,08%

Resulta evidente que la incertidumbre disminuye con una mejor resolución del contador y con un mayor volumen ensayado, para un mismo banco de ensayo.

▪ Incertidumbre debida a la relación: caudal objetivo - caudal de ensayo real ( $u_Q$ )

Otra fuente de incertidumbre importante es la asociada a la relación entre el caudal objetivo y el caudal real de ensayo. Esto es debido a que cuando se procede al análisis de los datos, el caudal que se toma en este análisis es el caudal teórico, es decir, el caudal al cual se trata de aproximar al máximo el caudal de ensayo. Por ejemplo, si el caudal para el que se debe realizar el ensayo es 120 l/h el caudal de prueba se deberá ajustar al máximo a este. Si el valor del ensayo se produce con un caudal de 121,3 l/h, en el momento del análisis se tomaría como caudal 120 l/h. Según la normativa, la máxima desviación permitida es del 10 %.

Como ya se ha indicado, para caudales bajos, la curva error de un contador evoluciona muy rápidamente, y una variación de caudal de 2 o 3 l/h respecto del caudal teórico es una opción que posiblemente se dé. Estas variaciones pueden provocar variaciones en los resultados muy significativas. Esta fluctuación de caudal es una razón más para considerar el caudal teórico en lugar del caudal de ensayo en el análisis de los resultados. La elección del caudal de ensayo dificultaría enormemente los cálculos.

Esta elección da lugar a que se produzca una incertidumbre debido a que el error obtenido no corresponde realmente con el caudal ensayado, sino con el teórico considerado. A partir de lo comentado, se puede observar que esta incertidumbre es diferente, según el tipo de contador y según el caudal ensayado, por tanto, la obtención de su valor es sumamente difícil. A la vista de la complejidad resulta conveniente realizar una serie de simplificaciones, pudiéndose asumir que:

- A caudales mayores que el de transición, la incertidumbre es despreciable.
- A caudales entre el mínimo y el de transición con errores entre el  $\pm 5\%$  (próximos a cero), la incertidumbre se despreciará.
- A caudales diferentes a los mencionados o con errores elevados, se tomará la incertidumbre como un 10 % del valor absoluto del error (Arregui et al., 2006).

Así, si el error en un ensayo es del -25% para un caudal inferior al de transición, la incertidumbre asociada a este error tendrá un valor aproximado del 2,5%.

Finalmente, se obtiene la incertidumbre combinada  $u$  como una agrupación de todas las incertidumbres asociadas al ensayo a partir de la siguiente expresión:

$$u = \sqrt{(u_0)^2 + (u_c)^2 + (u_Q)^2}$$

Puesto que la incertidumbre combinada está constituida por al menos tres contribuciones de magnitudes comparables e independientes, puede aplicarse el teorema central del límite, asumiendo que la incertidumbre combinada sigue una distribución normal. Así, la incertidumbre expandida se obtendrá multiplicando la incertidumbre combinada por un factor de fiabilidad  $k$ , en función del nivel de confianza seleccionado.

$$U = k \cdot u$$

TABLA A.2 FACTOR DE FIABILIDAD PARA DIFERENTES NIVELES DE CONFIANZA

Nivel de confianza	Factor de fiabilidad ( $k$ )
99%	2,57
95%	1,96
90%	1,64
80%	1,28

De esta forma, visto que ni el procedimiento de ensayo ni los instrumentos utilizados como patrones son perfectos, la manera correcta de expresar el resultado de un ensayo sería:

*“Al caudal ensayado, el error relativo del contador es  $\varepsilon$ . Con una probabilidad del nivel de confianza seleccionado, el error podría tomar valores comprendidos entre  $\varepsilon-U$  y  $\varepsilon+U$ ”.*

A modo de ejemplo y para obtener un orden de magnitud del valor y de la importancia que puede llegar a tener la incertidumbre asociada a cualquier ensayo de contadores, se muestran a continuación los resultados que se pueden obtener del ensayo de un contador clase B, caudal nominal 1,5 m<sup>3</sup>/h a tres caudales diferentes, 30 l/h, 120 l/h y 1500 l/h para los que ha acumulado un volumen de 10, 10 y 50 litros respectivamente, con un factor de fiabilidad  $k=2$  (nivel de confianza del 95%).

TABLA A.3 INCERTIDUMBRES ASOCIADAS AL ENSAYO DEL CONTADOR DEL EJEMPLO

Ensayo	$u_0$	$u_{\varepsilon}$	$u_Q$	$u$	$U$	$\varepsilon$	$\varepsilon-U$	$\varepsilon+U$
30 l/h	0,50%	0,816%	1,23%	1,56%	3,12%	-12,30%	-15,42%	-9,18%
120 l/h	0,50%	0,816%	0,16%	0,97%	1,94%	-1,60%	-3,54%	0,34%
1500 l/h	0,50%	0,163%	0,00%	0,50%	1,00%	-0,40%	-1,40%	0,60%

A la vista de los resultados resulta evidente la importancia que se debe prestar a la incertidumbre, especialmente en ensayos a caudales bajos, para no llegar a conclusiones equivocadas.

Llegados a este punto y asumiendo que la determinación del error de medición de un contador, lleva asociada una incertidumbre generada por diferentes parámetros y equipos utilizados para su obtención, no cabe duda de que la comparación de resultados de ensayos realizados en bancos diferentes, debe realizarse con suma cautela. Resulta indiscutible que de un mismo contador ensayado en diferentes bancos, rara vez se obtendrá el mismo error. Realmente las variaciones no deben de ser elevadas, pero siempre existirán, por lo que a la hora de analizar resultados de bancos de ensayo diferentes, siempre deberá prestarse especial atención a las incertidumbres asociadas a cada uno de ellos.

### A.3 Control de calidad a la recepción

Como en cualquier otro proceso, el control de calidad a la recepción se ha convertido en una tarea imprescindible. Es en este momento donde se inicia el control del elemento clave o “protagonista” de la gestión de un abastecimiento, control que no deberá finalizar en este punto sino continuar a lo largo de la vida útil del contador siguiendo una planificación del mantenimiento y renovación del parque de contadores previamente establecida.

El control de calidad a la recepción constituye una actitud activa frente a la aceptación pasiva del producto que ofrece el fabricante o suministrador de contadores. Este, por norma, realiza un control de cada contador, denominado verificación primitiva, antes de salir de fábrica, comprobando el error individualmente a tres caudales representativos (mínimo, transición y máximo) para comprobar que se encuentran dentro del rango legalmente establecido.

Realizando este control a recepción se podrá comprobar tanto la calidad esperada del contador como su adecuación al abastecimiento, ya que como se ha comentado, el error global de medición depende tanto de la curva de error del contador como del patrón de consumo de los abonados.

Pero este control debe optimizarse para que no suponga más coste que el beneficio que pueda ofrecer, por lo que es imprescindible definir tanto el porcentaje de contadores a ensayar de la totalidad adquirida así como los procedimientos de ensayo a seguir, limitando el número de caudales a ensayar a aquellos que posibiliten llegar a conclusiones acertadas.

- **Planes de muestreo**

Como no sería rentable ensayar la totalidad de contadores adquiridos, se deberá definir qué porcentaje de la totalidad se va a analizar. A esta selección se conoce como muestra y de los resultados de su análisis, inevitablemente se incurrirá en dos riesgos:

- Aceptar una partida defectuosa: error tipo I o  $\alpha$  (riesgo del comprador).
- Rechazar una partida correcta: error tipo II o  $\beta$  (riesgo del vendedor).

Resulta evidente que si la muestra seleccionada coincide con el tamaño de la partida, ambos errores serían nulos.

Existen diferentes alternativas tratadas en la bibliografía técnica para definir un plan de muestreo, diferenciadas según se observen características medibles del bien adquirido (control por atributos) o bien se realice un control a la recepción por variables, más adecuado para el análisis de los contadores.

En principio, los caudales de ensayo y los límites y condiciones de aceptación pueden ser aquellos que define la normativa vigente en cada país o los que se acuerden con el suministrador.

Hay que tener presente que en un control de calidad a la recepción por variables, un error de medición promedio de la muestra dentro de los límites establecidos no garantiza la aceptación de la partida.

El primer paso para definir un plan de muestreo consiste en fijar el nivel de calidad aceptable (NCA), definido por la ISO 3951 como el porcentaje máximo de unidades defectuosas que puede considerarse satisfactorio como calidad media de fabricación.

Aunque puede elegirse cualquier valor, es recomendable seleccionar los valores especificados en la norma ya que de otro modo, dicha norma no sería de aplicación. De esta forma, el plan de muestreo fijará la probabilidad de cometer errores de tipo I y tipo II. La empresa de abastecimiento tratará de reducir la probabilidad de cometer errores tipo I, mientras que el suministrador de contadores pretenderá que los errores tipo II cometidos en el control de calidad del abastecimiento, sean mínimos.

Siguiendo la norma mencionada, como la desviación típica  $\sigma$  no se conoce a priori para el error de medición a cada caudal de los contadores entregados, ha de aplicarse el método “s” o en su defecto el método “R” (ambos métodos quedan definidos claramente en la norma).

También quedan definidos diferentes niveles de inspección, reducido (nivel I), normal (nivel II) o riguroso (nivel III), que se aplicarán en función del grado de confianza y conocimiento del fabricante.

Con todo, una vez establecidos los límites de especificación (para contadores de agua parece lógica la elección de los límites máximos del error de medición establecidos:  $\pm 5\%$  entre  $Q_{\min}$  y  $Q_t$  y  $\pm 2\%$  entre  $Q_t$  y  $Q_{\max}$ ) en la norma se establece el tamaño de muestra en función de los diferentes parámetros comentados y del tamaño de la partida o lote, así como la constante de aceptabilidad  $k$ , que servirá como estadístico de control para aceptar o rechazar cada partida.

**ANEXO B**

**INFORMES SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN  
EN GRANDES CONSUMIDORES**

---

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 29621307  
10/11/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	29621307
Sector	Industrial
Actividad	Servicios Agrícolas-Almacén Fruta
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	4
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	1998
Fecha instalación	01/01/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	2313
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	114
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

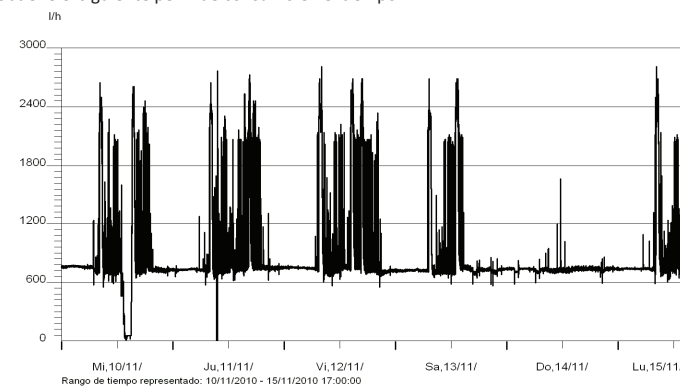
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

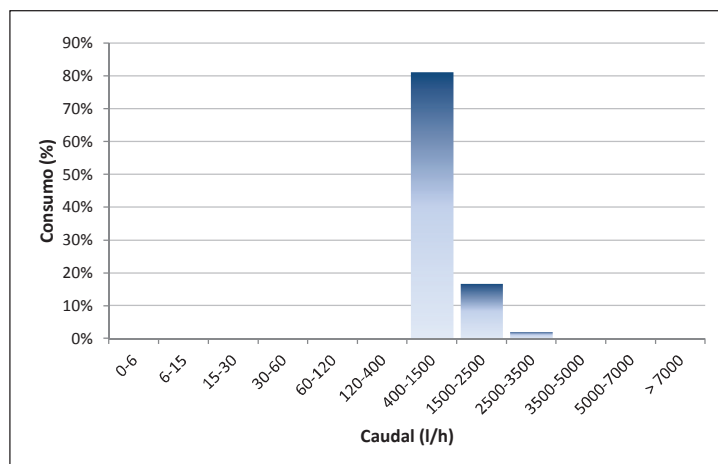
Fecha inicio	10/11/2010
Duración medición (días)	5
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	116419
Caudal mínimo (l/h)	8
Caudal medio (l/h)	847
Caudal máximo (l/h)	2810

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

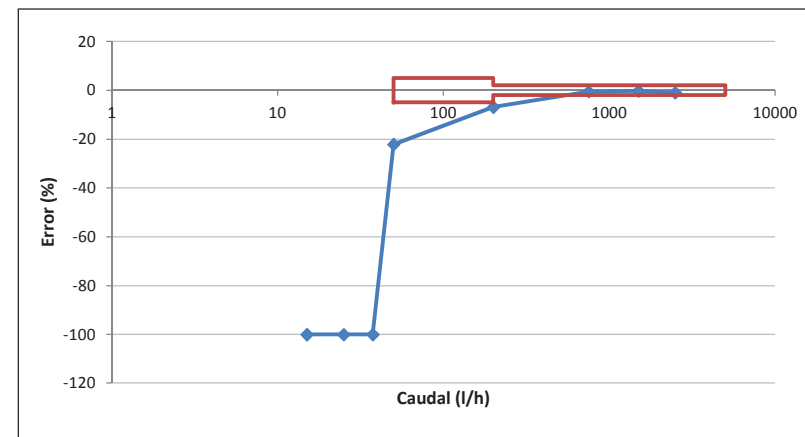
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	2	0,0%
15-30	4	0,0%
30-60	60	0,1%
60-120	6	0,0%
120-400	48	0,0%
400-1500	94558	81,2%
1500-2500	19369	16,6%
2500-3500	2372	2,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	42,28
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
25	-100
37,5	-100
50	-22,14
200	-6,9
750	-0,54
1500	-0,28
2500	-0,99

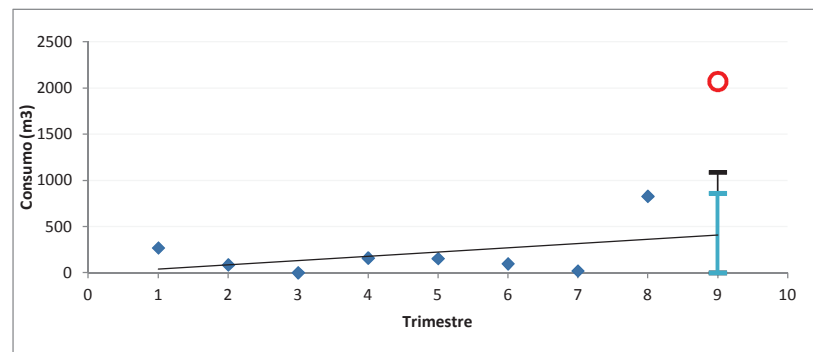
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,44
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,12
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,012

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	271
02/2009	88
03/2009	2
04/2009	161
01/2010	156
02/2010	99
03/2010	22
04/2010	829



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	1,2
Contador nuevo instalado	24,08
Evolución del registro	
	1906,67%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	46,0
Constante	-3,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	266,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	226,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	862,6
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1088,6
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2072
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	410

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

Alarma

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Refrigeración

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 23161307  
10/11/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	23161307
Sector	Industrial
Actividad	Servicios Agrícolas-Almacén Fruta
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	25
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	1996
Fecha instalación	01/01/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	86720
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	4710
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

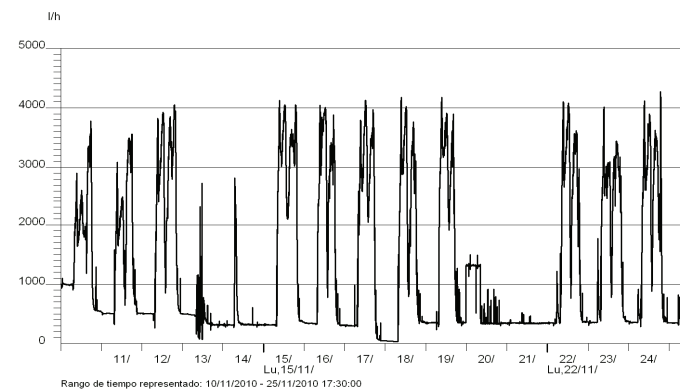
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

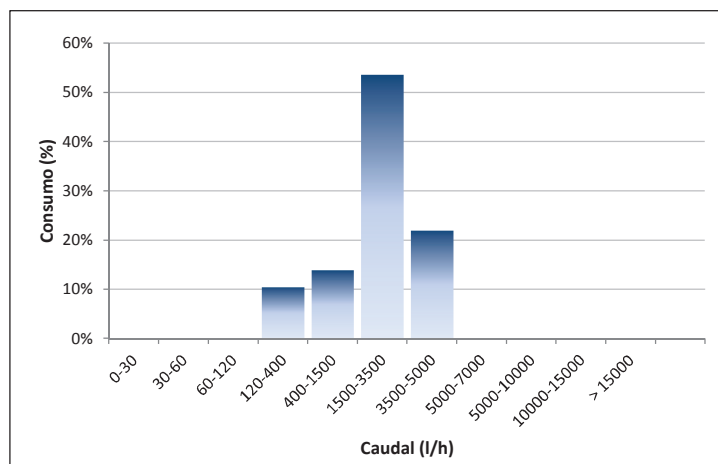
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	10/11/2010
Duración medición (días)	15
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	486080
Caudal mínimo (l/h)	33
Caudal medio (l/h)	1284
Caudal máximo (l/h)	4272

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

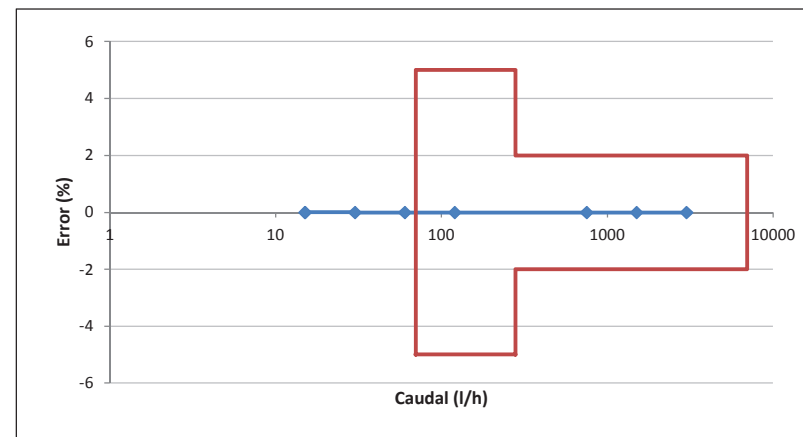
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	440	0,1%
60-120	250	0,1%
120-400	50800	10,5%
400-1500	67360	13,9%
1500-3500	260440	53,6%
3500-5000	106790	22,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

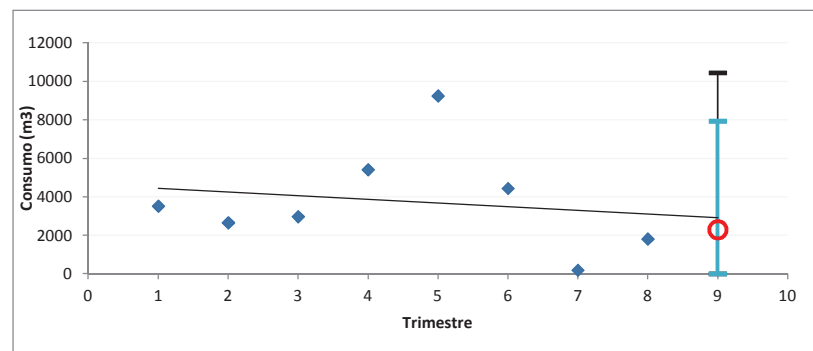
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3523
02/2009	2659
03/2009	2973
04/2009	5413
01/2010	9247
02/2010	4442
03/2010	194
04/2010	1818



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	49,06
Contador nuevo instalado	24,14
Evolución del registro	-50,79%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-190,7
Constante	4641,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	2717,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	2503,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	7932,9
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	10436,6
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2298
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2925

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Refrigeración

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 131307  
16/11/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	131307
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Camping
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	4
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2007
Fecha instalación	01/02/2007
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	46817
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3335
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

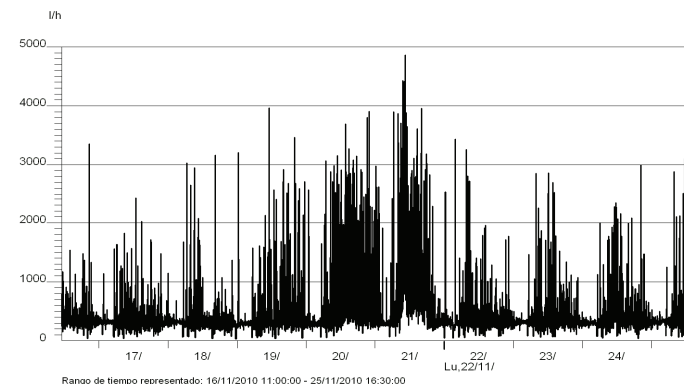
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

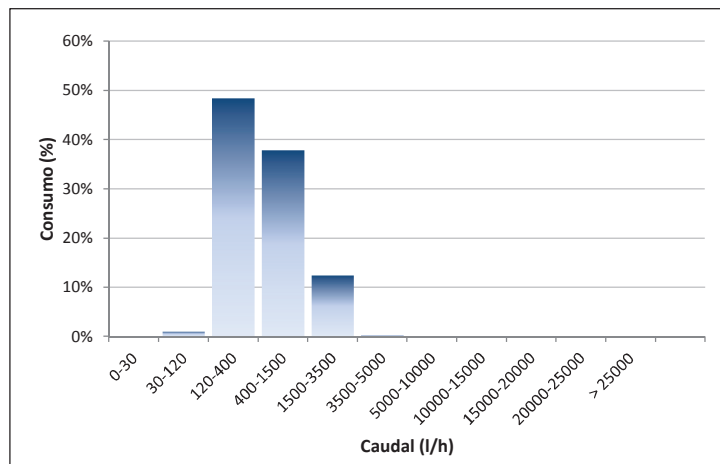
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/11/2010
Duración medición (días)	9
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	90170
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	772
Caudal máximo (l/h)	12665

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

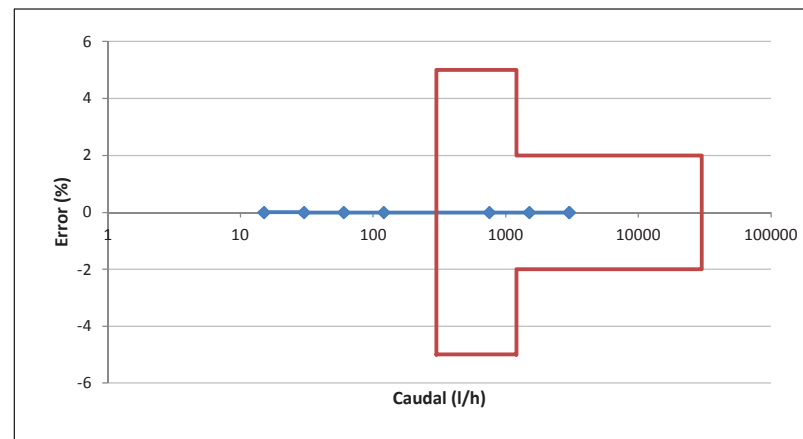
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	900	1,0%
120-400	43670	48,4%
400-1500	34170	37,9%
1500-3500	11170	12,4%
3500-5000	260	0,3%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

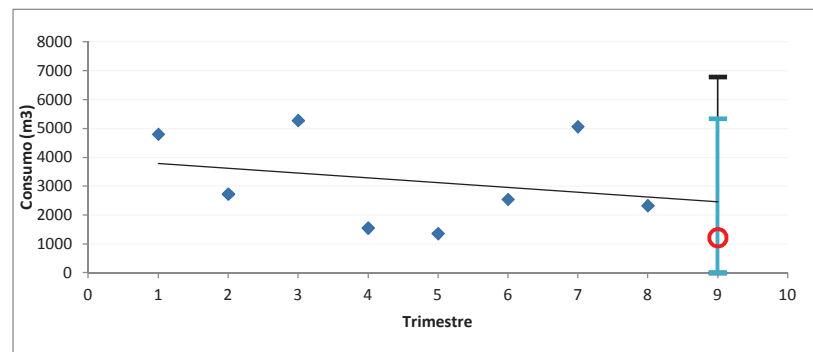
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	4802
02/2009	2732
03/2009	5280
04/2009	1554
01/2010	1366
02/2010	2547
03/2010	5064
04/2010	2332



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	34,15
Contador nuevo instalado	18,86
Evolución del registro	
	-44,77%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-166,9
Constante	3960,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1596,3
Sigma total con ajuste lineal (N)	1443,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	5345,6
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	6789,1
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1222
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2459

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok



5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 421317  
12/02/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	421317
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	6

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	25
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2004
Fecha instalación	01/01/2009
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	20719
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	526
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

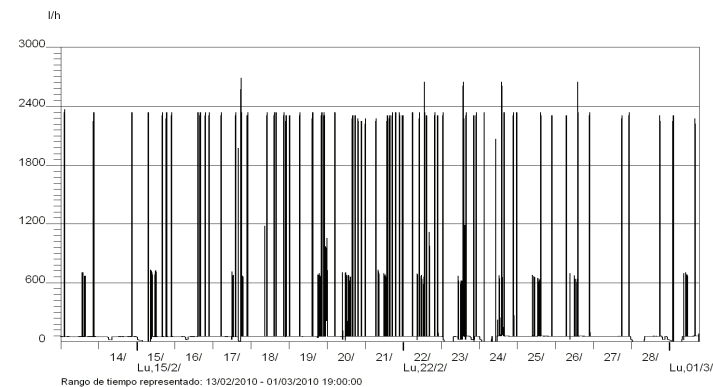
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

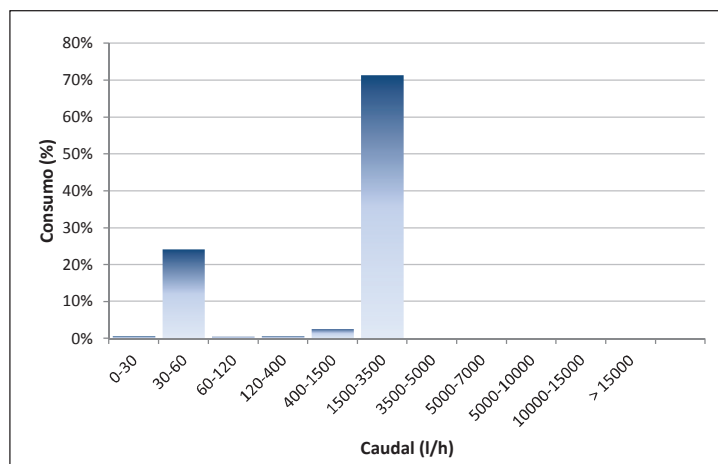
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	12/02/2010
Duración medición (días)	16
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	71744
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	178
Caudal máximo (l/h)	2684

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

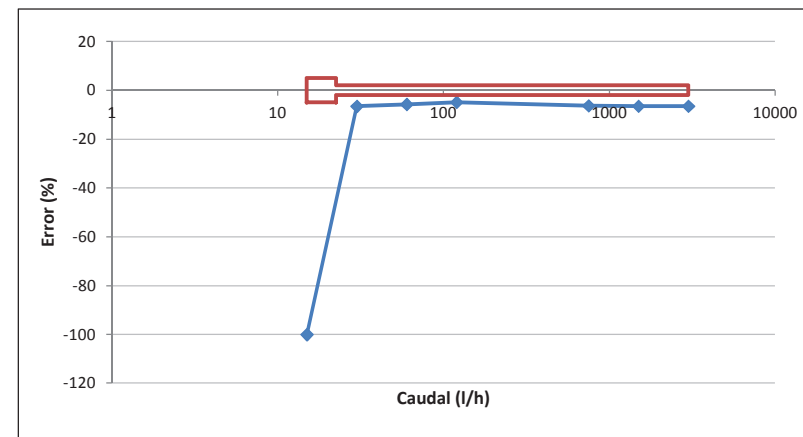
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	428	0,6%
30-60	17349	24,2%
60-120	371	0,5%
120-400	446	0,6%
400-1500	1909	2,7%
1500-3500	51240	71,4%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	18,86
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-6,51
60	-5,71
120	-4,84
750	-6,3
1500	-6,48
3000	-6,49

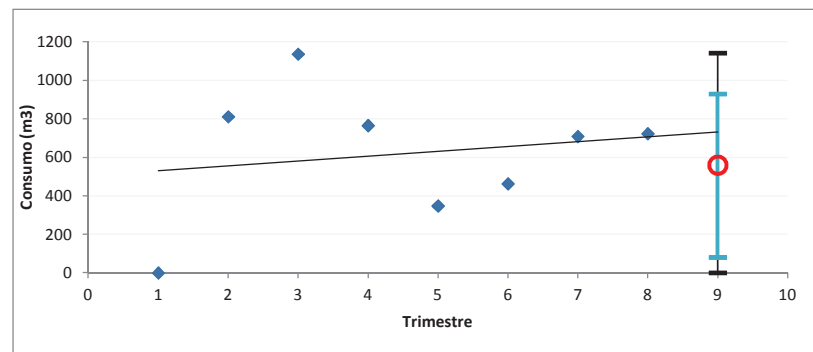
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-6,79
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,13
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,095

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	
02/2009	811
03/2009	1136
04/2009	765
01/2010	348
02/2010	463
03/2010	709
04/2010	723



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	9,62
Contador nuevo instalado	6,08
Evolución del registro	
	-36,80%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	-50,7
Constante	961,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	253,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	212,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	929,2
Mínimo	80,8
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1141,3
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	560
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	505

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 353461080  
17/08/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	353461080
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Asilo
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	13/07/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	48864
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3078
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

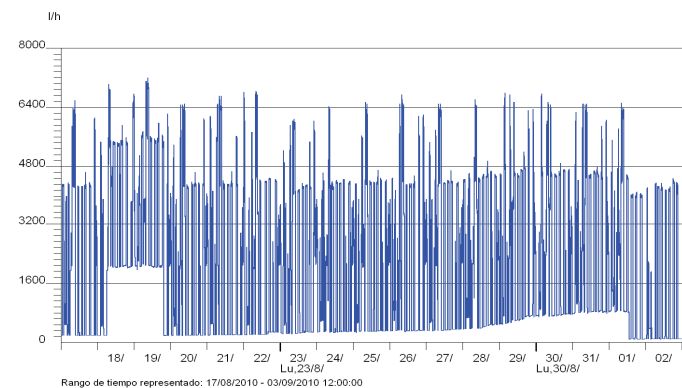
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

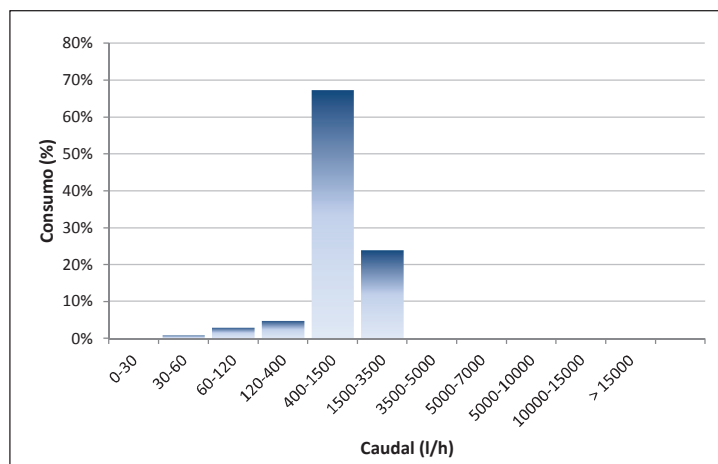
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/08/2010
Duración medición (días)	17
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	518713
Caudal mínimo (l/h)	91
Caudal medio (l/h)	1253
Caudal máximo (l/h)	6661

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

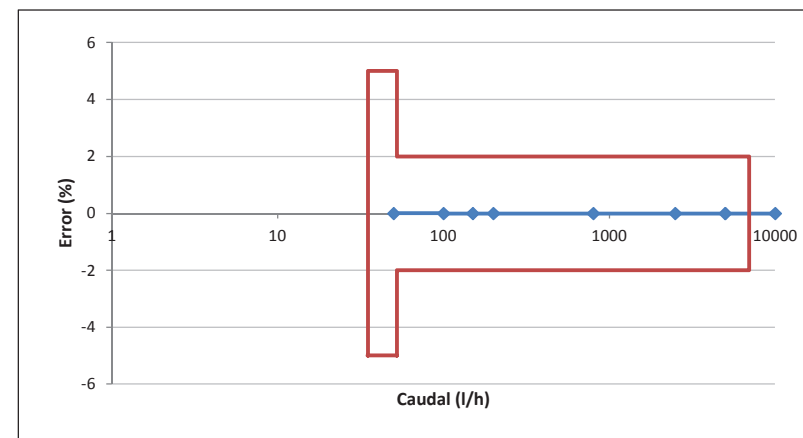
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	4480,5	0,9%
60-120	15450	3,0%
120-400	24922	4,8%
400-1500	349385,5	67,4%
1500-3500	124474,5	24,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

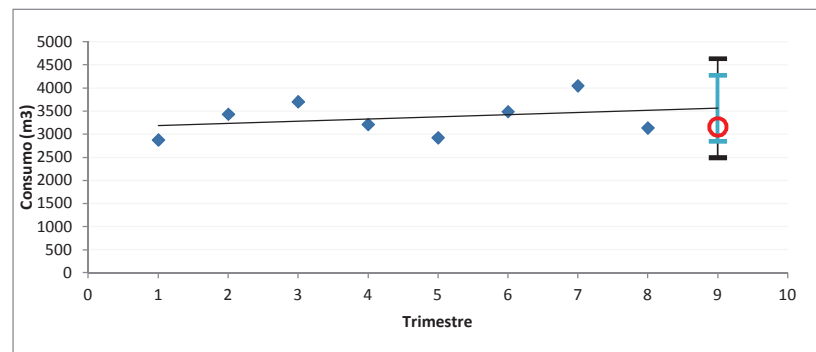
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2878
02/2009	3436
03/2009	3705
04/2009	3214
01/2010	2925
02/2010	3491
03/2010	4051
04/2010	3137



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	33,86
Contador nuevo instalado	34,45
Evolución del registro	
	1,74%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	47,1
Constante	3142,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	398,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	356,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	4280,3
Mínimo	2853,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	4637,1
Mínimo	2496,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3161
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3567

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 298371080  
14/04/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	298371080
Sector	Industrial
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	63
Presión media suministro	7

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	16
Tipo	Woltmann horizontal
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2000
Fecha instalación	22/12/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	45978
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	856,25
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

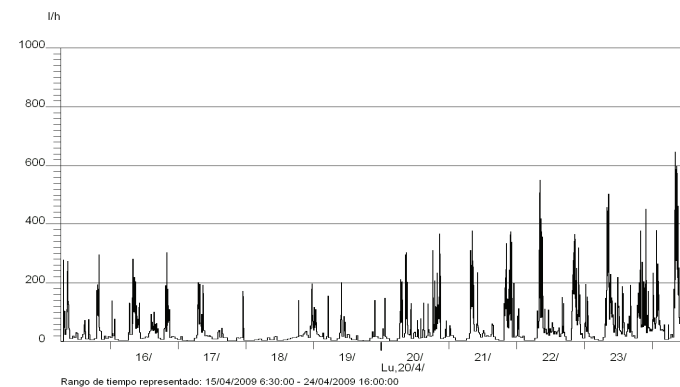
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

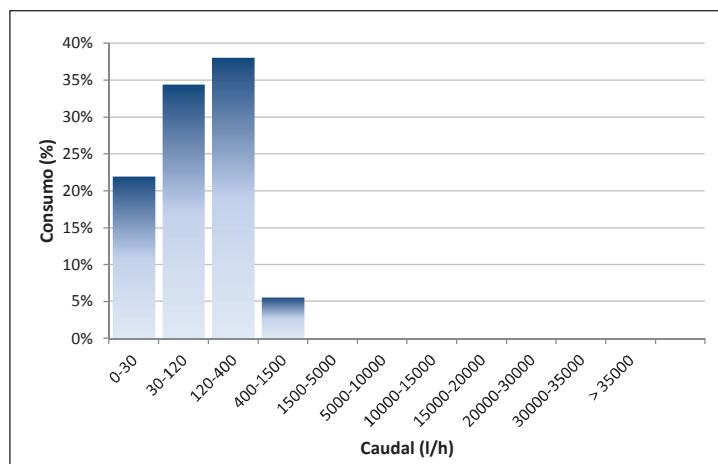
Fecha inicio	14/04/2009
Duración medición (días)	9
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	8780
Caudal mínimo (l/h)	2
Caudal medio (l/h)	39
Caudal máximo (l/h)	647

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

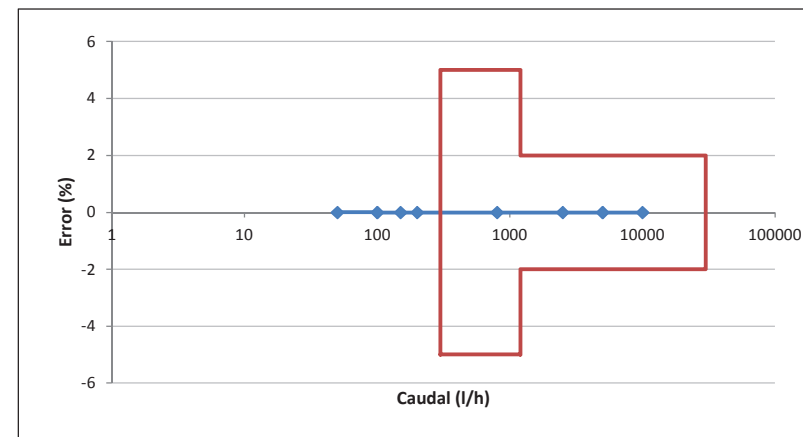
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1930	22,0%
30-120	3020	34,4%
120-400	3340	38,0%
400-1500	490	5,6%
1500-5000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

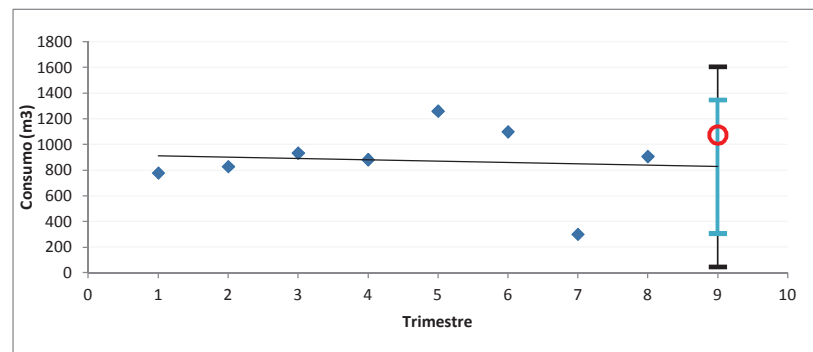
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	779
02/2009	829
03/2009	934
04/2009	883
01/2010	1261
02/2010	1100
03/2010	301
04/2010	907



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	9,58
Contador nuevo instalado	31,26
Evolución del registro	
	226,30%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-10,3
Constante	920,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	279,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	259,9
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1347,6
Mínimo	307,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1607,5
Mínimo	48,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1075
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	828

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 373161080  
17/08/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	373161080
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Centro Enseñanza Oficial
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2001
Fecha instalación	01/10/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	36741
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	940
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

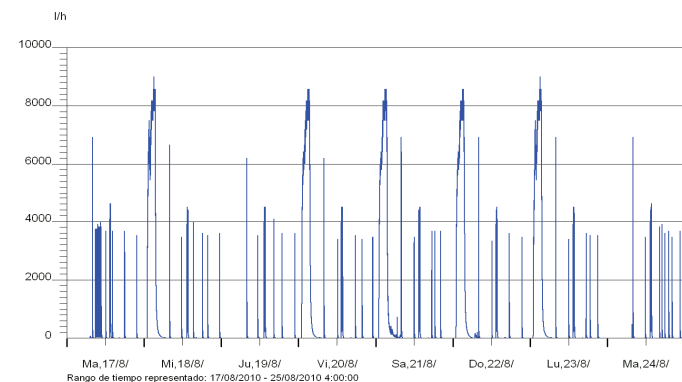
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

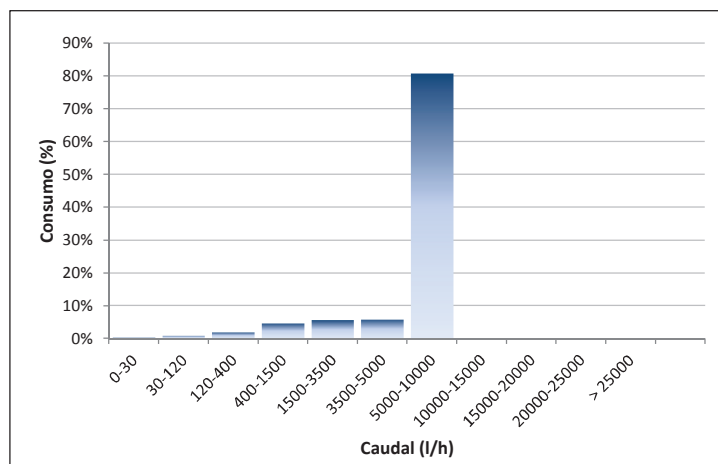
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/08/2010
Duración medición (días)	8
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	115729
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	617
Caudal máximo (l/h)	8993

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

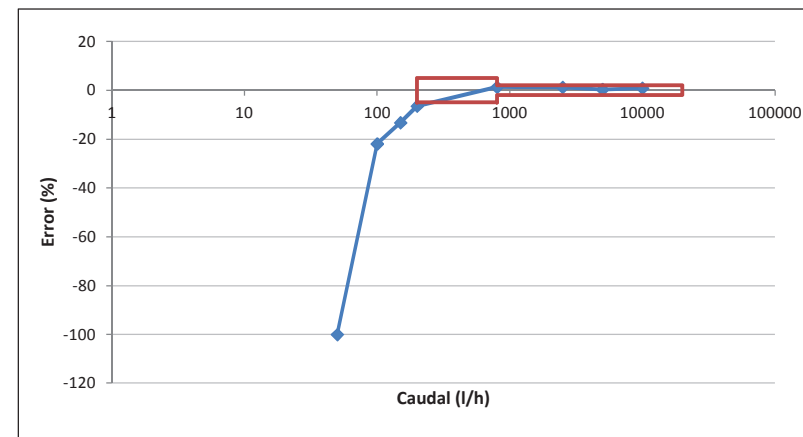
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	400	0,3%
30-120	997	0,9%
120-400	2180	1,9%
400-1500	5374	4,6%
1500-3500	6504	5,6%
3500-5000	6779	5,9%
5000-10000	93495	80,8%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	69,81
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-21,92
150	-13,22
200	-6,41
800	1,29
2500	1,22
5000	0,37
10000	0,87

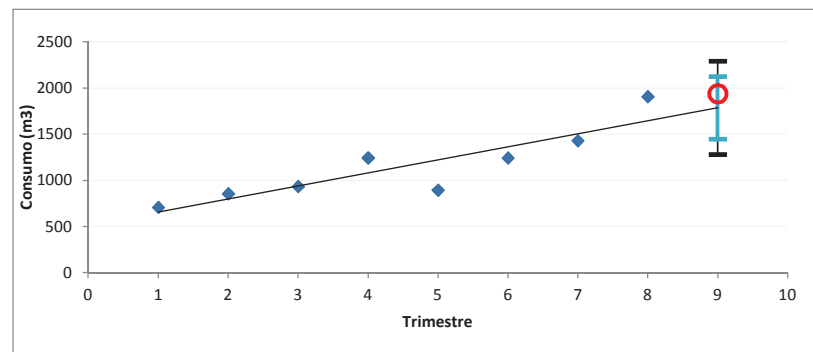
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-0,38
Error a origen	0,2
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,04
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,003

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	710
02/2009	857
03/2009	935
04/2009	1245
01/2010	896
02/2010	1244
03/2010	1431
04/2010	1907



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	10,46
Contador nuevo instalado	19,39
Evolución del registro	
	85,37%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,8
Pendiente	140,8
Constante	519,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	389,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	168,6
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2123,9
Mínimo	1449,5
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2292,5
Mínimo	1280,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1939
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1787

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 298641080  
06/11/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	298641080
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	75
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2000
Fecha instalación	02/05/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	448550
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	16772
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Fuga reparada - Calibre excede banco

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	66
Tipo	Woltmann vertical
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

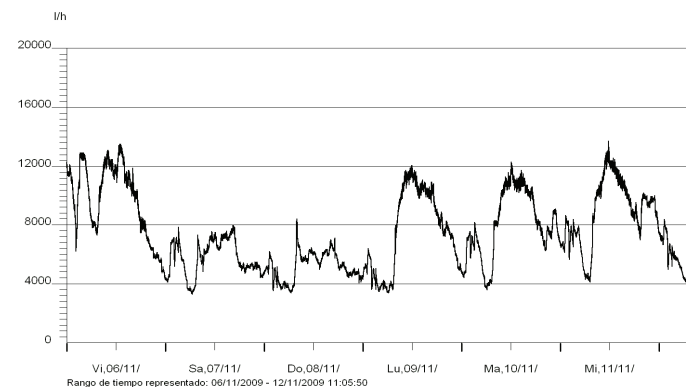
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

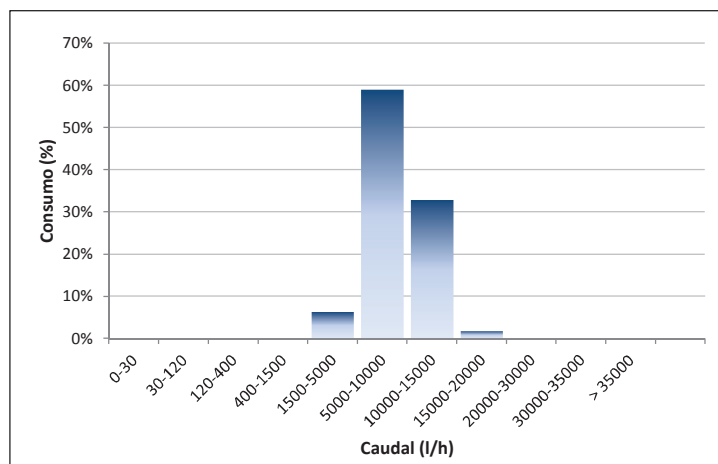
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/11/2009
Duración medición (días)	6
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	1163860
Caudal mínimo (l/h)	3294
Caudal medio (l/h)	7510
Caudal máximo (l/h)	13730

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

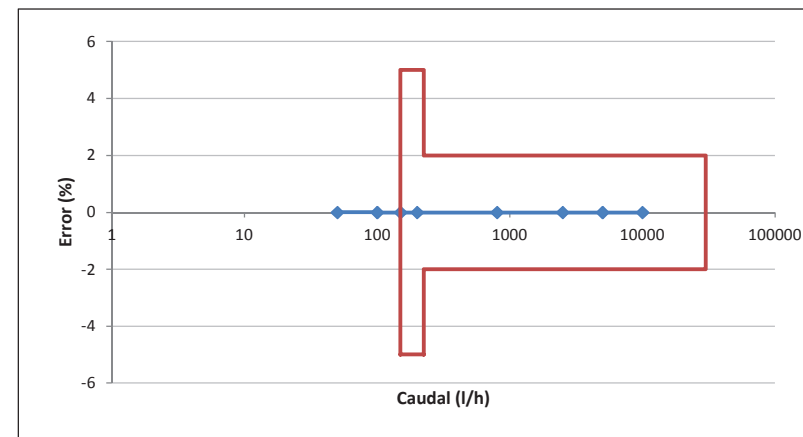
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	0	0,0%
1500-5000	73580	6,3%
5000-10000	686510	59,0%
10000-15000	382900	32,9%
15000-20000	20870	1,8%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

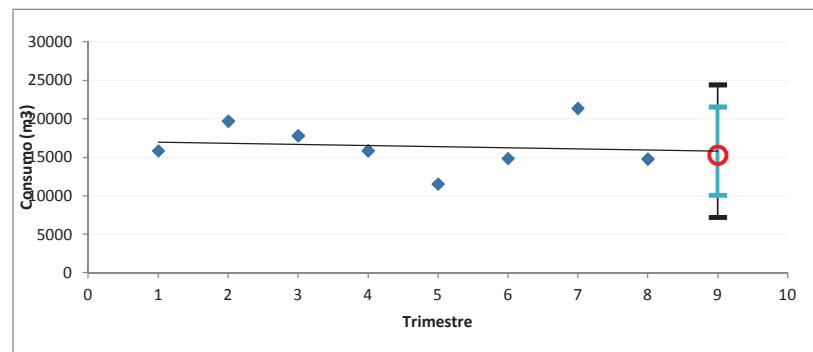
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	15854
02/2009	19704
03/2009	17821
04/2009	15865
01/2010	11540
02/2010	14856
03/2010	21369
04/2010	14798



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	176,69
Contador nuevo instalado	166,86
Evolución del registro	
	-5,56%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-146,3
Constante	17134,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	3087,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	2868,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	21555,1
Mínimo	10080,2
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	24423,8
Mínimo	7211,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	15294
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	15818

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok



## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 300001080  
13/02/2010**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	300001080
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Congelados
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	1999
Fecha instalación	05/07/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	73859
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2394
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

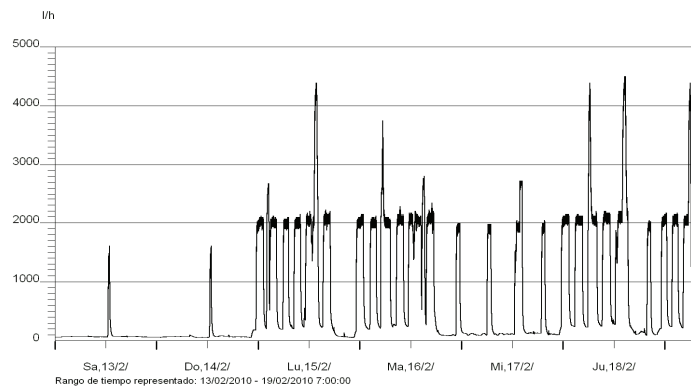
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

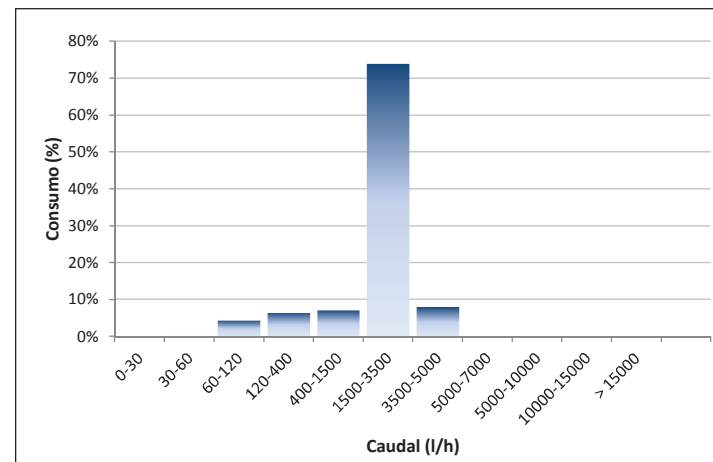
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	13/02/2010
Duración medición (días)	6
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	112238
Caudal mínimo (l/h)	54
Caudal medio (l/h)	742
Caudal máximo (l/h)	4496

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

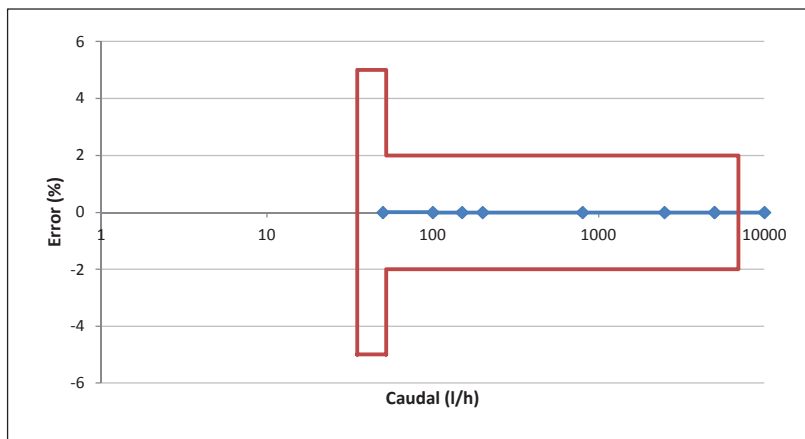
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	252	0,2%
60-120	4853	4,3%
120-400	7182	6,4%
400-1500	7973	7,1%
1500-3500	82976	73,9%
3500-5000	9002	8,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

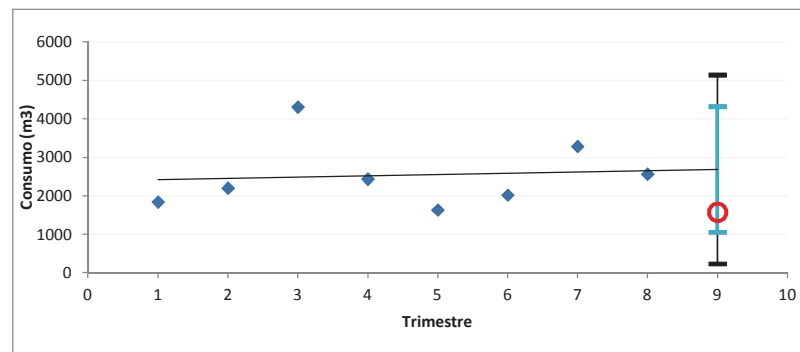
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

**4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES**

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1843
02/2009	2201
03/2009	4308
04/2009	2439
01/2010	1633
02/2010	2020
03/2010	3286
04/2010	2565



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	27,21
Contador nuevo instalado	26,47
Evolución del registro	
	-2,72%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	33,4
Constante	2386,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	877,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	817,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	4321,4
Mínimo	1053,4
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	5138,4
Mínimo	236,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1577
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2687

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Proceso productivo



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 282651080 28/02/2009

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	282651080
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Colegio Privado
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	20
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1996
Fecha instalación	01/10/1998
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	55540
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1951
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

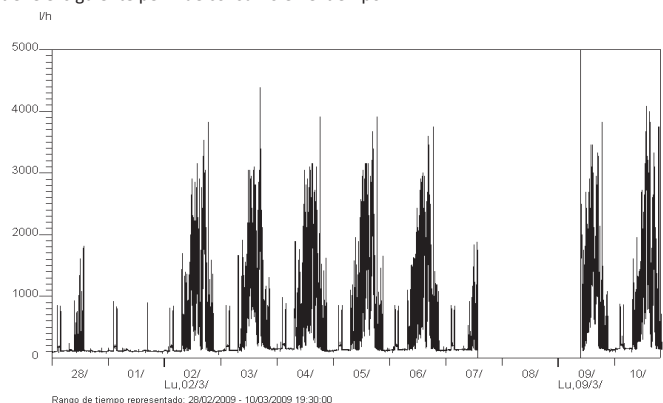
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

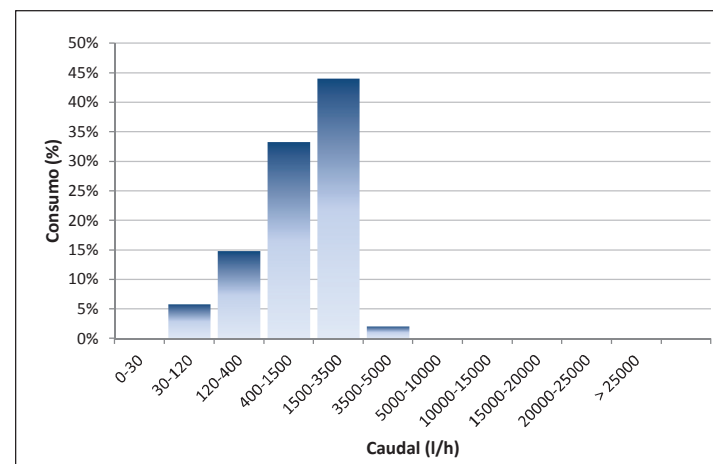
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	28/02/2009
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	109048
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	419
Caudal máximo (l/h)	4996

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

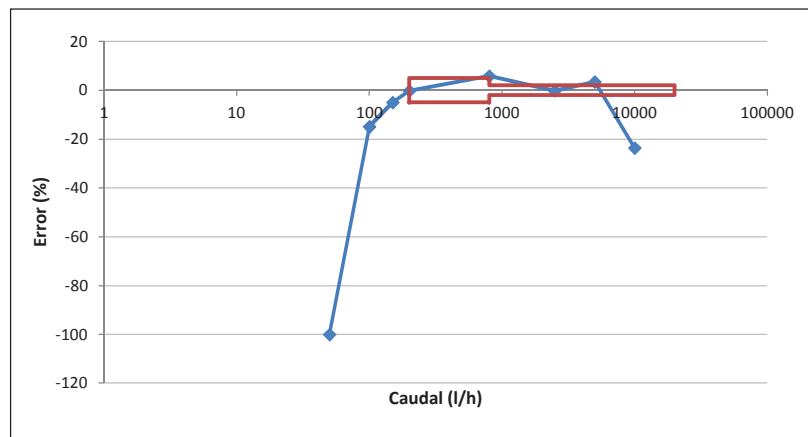
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1	0,0%
30-120	6322	5,8%
120-400	16136	14,8%
400-1500	36315	33,3%
1500-3500	48018	44,0%
3500-5000	2255	2,1%
5000-10000	1	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	67,24
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-14,92
150	-4,98
200	-0,21
800	5,87
2500	-0,22
5000	3,47
10000	-23,64

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

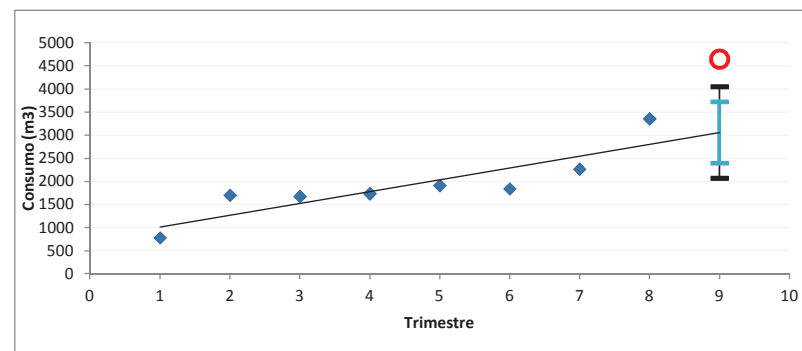
Error medio ponderado	-1,43
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,11
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,013

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	782
02/2009	1703
03/2009	1679
04/2009	1736
01/2010	1913
02/2010	1840
03/2010	2267
04/2010	3357



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	23,2
Contador nuevo instalado	29,29
Evolución del registro	
	26,25%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,8
Pendiente	256,0
Constante	757,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	719,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	330,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3722,1
Mínimo	2401,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	4052,3
Mínimo	2071,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4649
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3062

Alarma 2σ

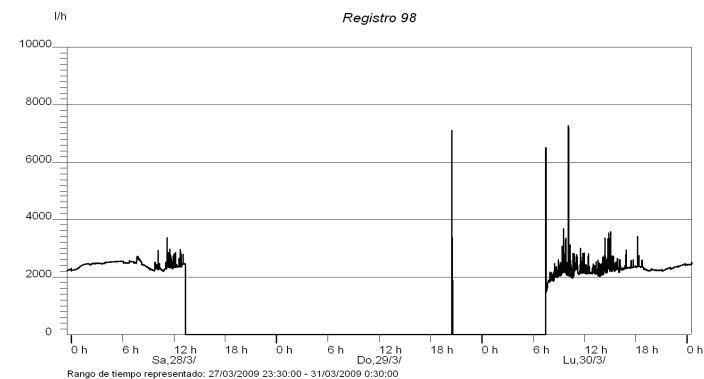
Alarma

Alarma 3σ

Alarma

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 72 horas:



Se supone que el cliente conocía la existencia de fugas, por lo que cerraba la llave de paso el fin de semana.

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 282631080  
15/10/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	282631080
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Colegio Privado
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	20
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1996
Fecha instalación	01/10/1998
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	47658
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2530
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Fuga reparada

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

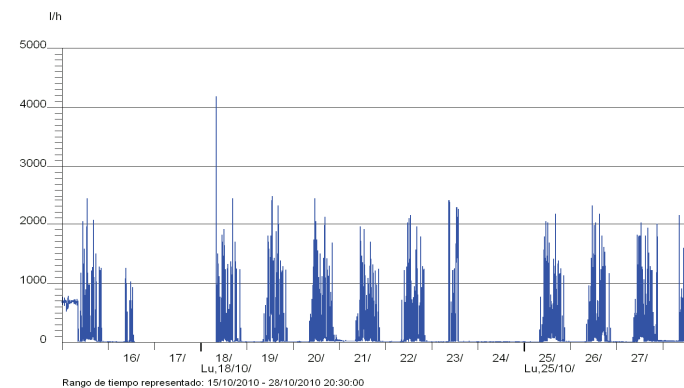
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

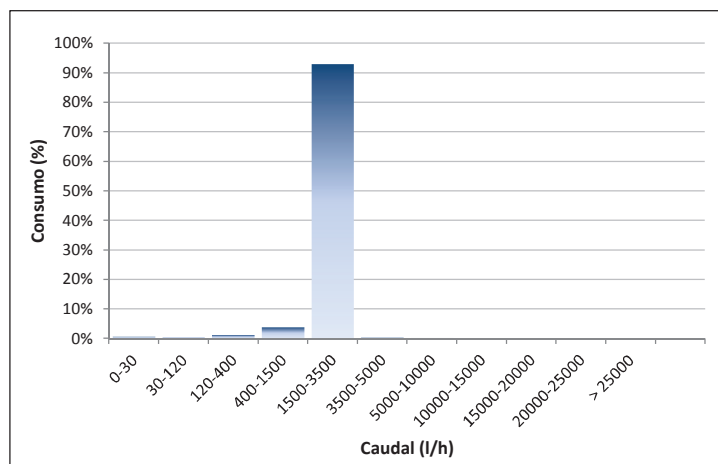
Fecha inicio	15/10/2010
Duración medición (días)	13
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	238426
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	105
Caudal máximo (l/h)	4183

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

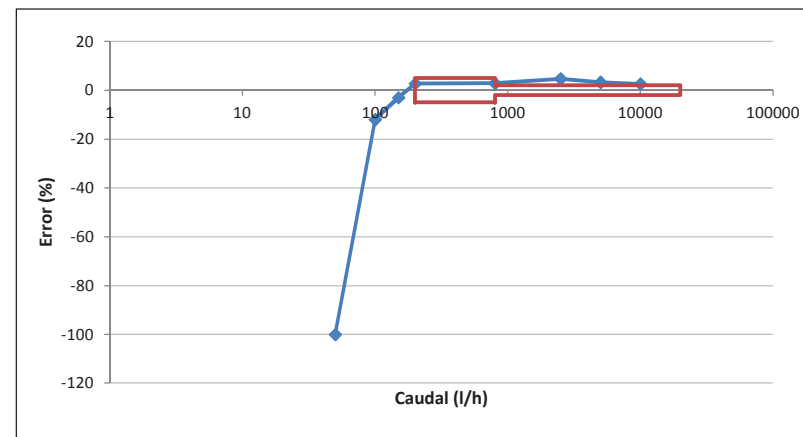
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1670	0,7%
30-120	1351,5	0,6%
120-400	3038	1,3%
400-1500	9029,5	3,8%
1500-3500	221699,5	93,0%
3500-5000	912,5	0,4%
5000-10000	725	0,3%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	67,03
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-11,91
150	-2,98
200	2,78
800	2,9
2500	4,76
5000	3,32
10000	2,62

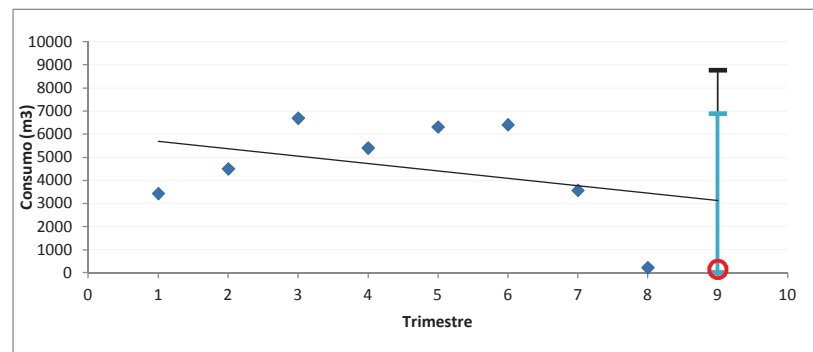
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	3,52
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,25
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,015

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3437
02/2009	4507
03/2009	6699
04/2009	5407
01/2010	6316
02/2010	6417
03/2010	3575
04/2010	231



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	30,28
Contador nuevo instalado	61,02
Evolución del registro	
	101,52%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-321,9
Constante	6022,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	2164,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	1885,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	6896,4
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	8782,1
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	157
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3125

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 319991080  
17/08/2010**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	319991080
Sector	Comercio
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2002
Fecha instalación	19/08/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	19219
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	679
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

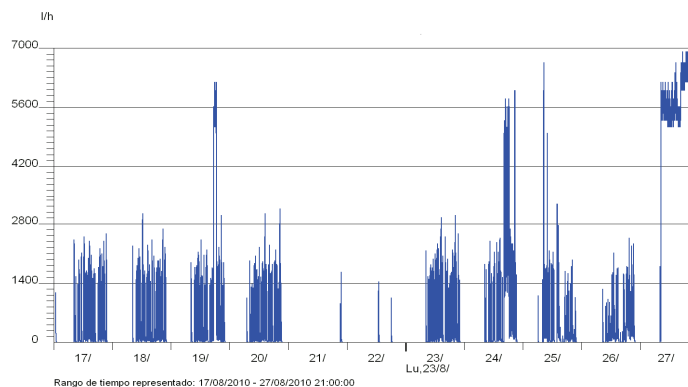
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

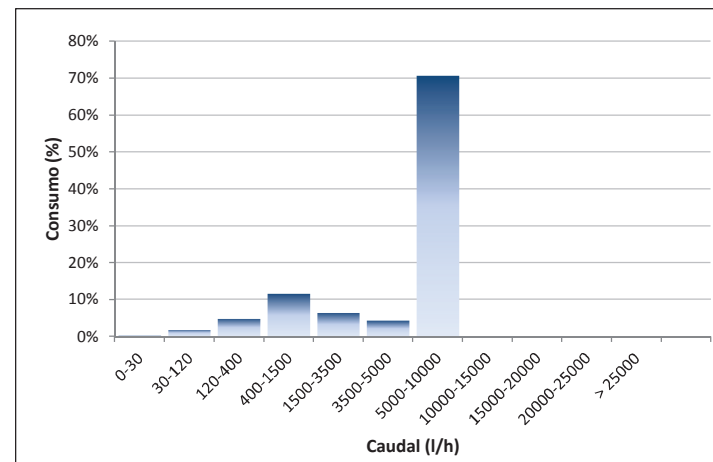
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/08/2010
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	114774
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	442
Caudal máximo (l/h)	6917

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

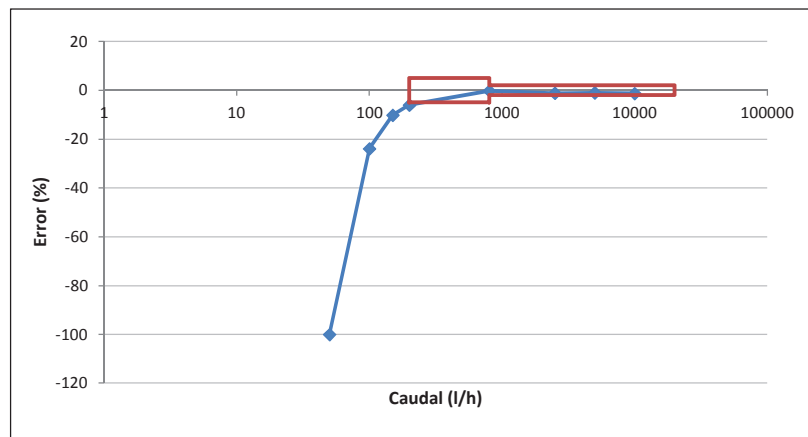
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	393	0,3%
30-120	2104	1,8%
120-400	5536	4,8%
400-1500	13272	11,6%
1500-3500	7384	6,4%
3500-5000	4935	4,3%
5000-10000	81150	70,7%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	69,72
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-23,92
150	-10,18
200	-6,03
800	-0,21
2500	-1,16
5000	-1
10000	-1,3

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

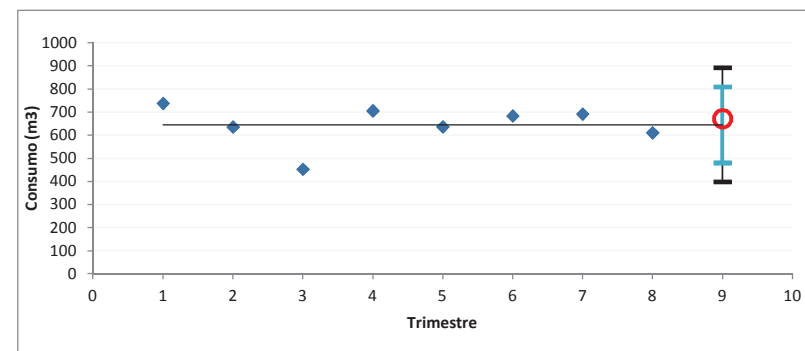
Error medio ponderado	-2,84
Error a origen	-0,08
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,36
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,025

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	738
02/2009	636
03/2009	453
04/2009	706
01/2010	637
02/2010	684
03/2010	692
04/2010	611



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	7,11
Contador nuevo instalado	7,98
Evolución del registro	
	12,24%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	0,2
Constante	643,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	88,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	82,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	810,1
Mínimo	480,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	892,5
Mínimo	398,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	672
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	645

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 13661078  
21/02/2009**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	13661078
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	90
Presión media suministro	4

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2008
Fecha instalación	05/02/2009
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	105825
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	4510
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	
Observaciones	Roto antes ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

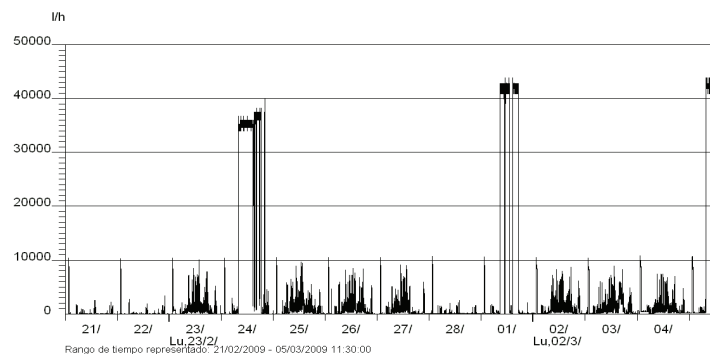
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

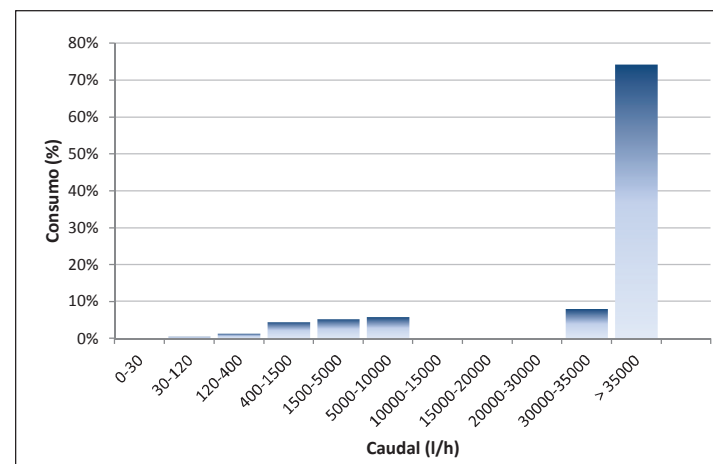
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	21/02/2009
Duración medición (días)	12
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	956140
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	3197
Caudal máximo (l/h)	43867

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

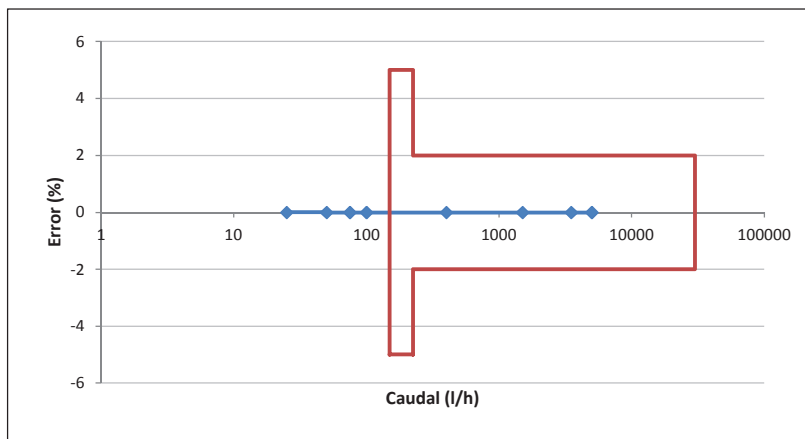
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	820	0,1%
30-120	5420	0,6%
120-400	12310	1,3%
400-1500	43140	4,5%
1500-5000	50700	5,3%
5000-10000	55310	5,8%
10000-15000	1220	0,1%
15000-20000	250	0,0%
20000-30000	870	0,1%
30000-35000	76520	8,0%
> 35000	709580	74,2%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	65
DN original abonado	50

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
50	
75	
100	
400	
1500	
3500	
5000	

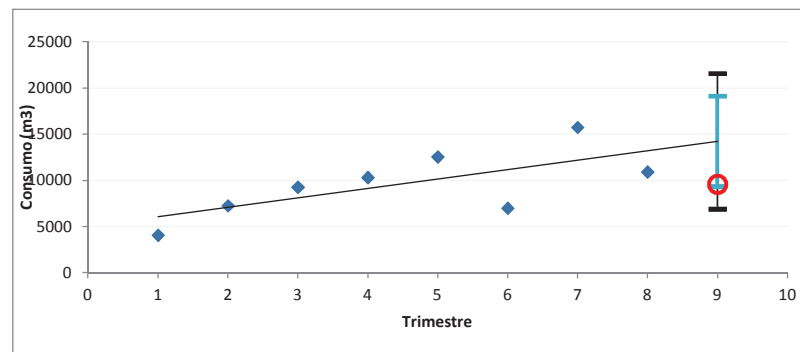
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

**4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES**

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	4085
02/2009	7269
03/2009	9273
04/2009	10326
01/2010	12558
02/2010	7000
03/2010	15745
04/2010	10920





Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	50,64
Contador nuevo instalado	126,76
Evolución del registro	
	150,32%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,5
Pendiente	1019,5
Constante	5059,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	3615,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	2445,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	19124,8
Mínimo	9344,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	21569,8
Mínimo	6899,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	9594
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	14235

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Llenado del depósito mediante válvula todo-nada:



Tanto en la inspección a las instalaciones del abonado como en el posterior análisis al estado del contador, se detectó el grave estado de deterioro de éste como puede comprobarse en las fotografías adjuntas:



En ellas se puede comprobar el roce en la pared lateral al lado de la tobera de salida, producido por el contacto de la turbina hasta la rotura de las aspas.



Asimismo puede observarse como el roce de la turbina se ha producido por estar arrancado el soporte del eje, todo ello provocado por el consumo excesivo al que ha trabajado el contador.



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (43.867 l/h) supera al correspondiente por dn (30.000 l/h), el 82,3% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 114841054  
16/03/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	114841054
Sector	Industrial
Actividad	Metal-Industria
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2008
Fecha instalación	25/09/2009
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	9754
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	5396
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	
Observaciones	Roto antes ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

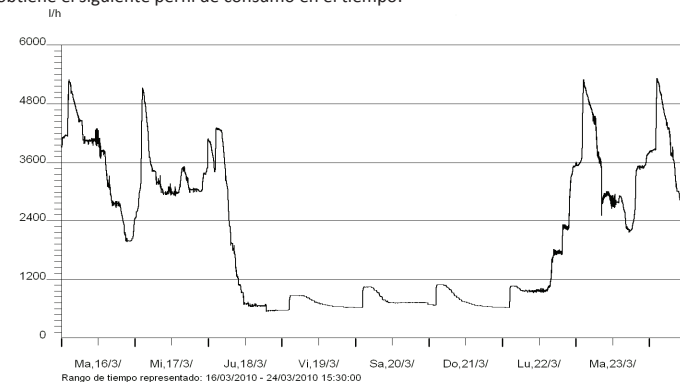
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

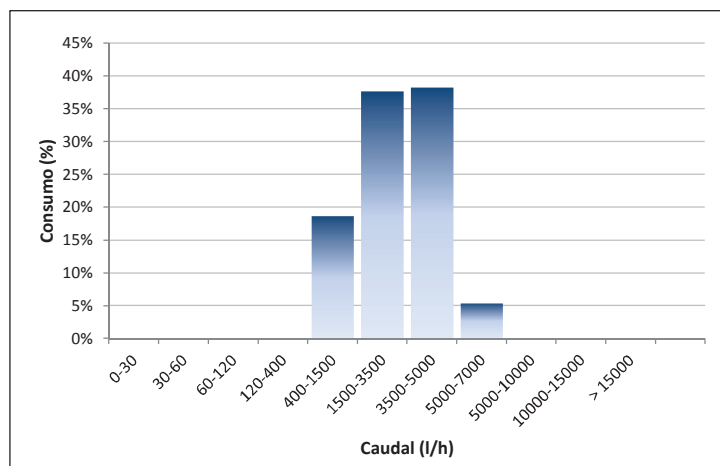
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/03/2010
Duración medición (días)	8
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	432860
Caudal mínimo (l/h)	543
Caudal medio (l/h)	2081
Caudal máximo (l/h)	5321

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

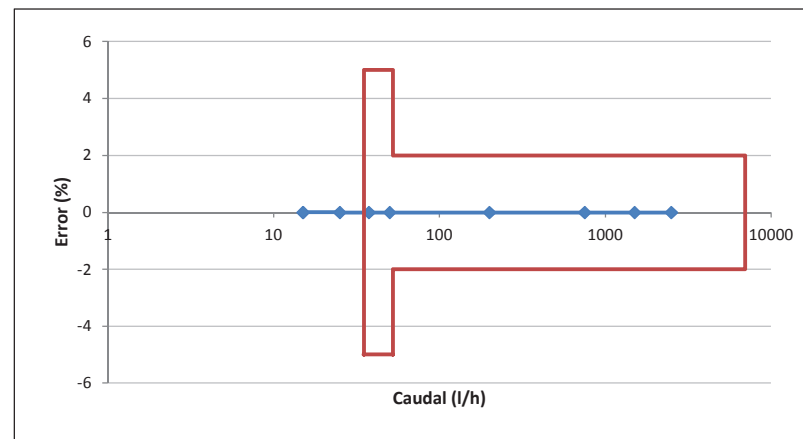
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	80660	18,6%
1500-3500	163210	37,7%
3500-5000	165730	38,3%
5000-7000	23260	5,4%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	25

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

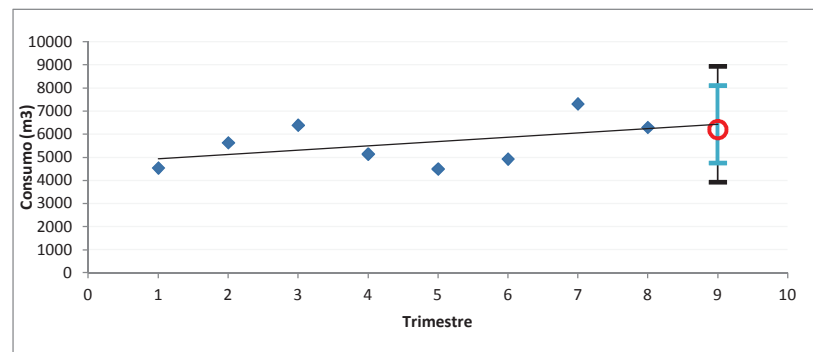
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	4542
02/2009	5634
03/2009	6395
04/2009	5146
01/2010	4501
02/2010	4930
03/2010	7317
04/2010	6301



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	57,65
Contador nuevo instalado	66,17
Evolución del registro	
	14,78%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	186,8
Constante	4755,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1003,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	835,9
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	8108,0
Mínimo	4764,4
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	8943,9
Mínimo	3928,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	6208
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	6436

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 102381054  
15/01/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	102381054
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	32
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	6
Año fabricación	2007
Fecha instalación	18/12/2008
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	16858
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3521
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	
Observaciones	Roto antes ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

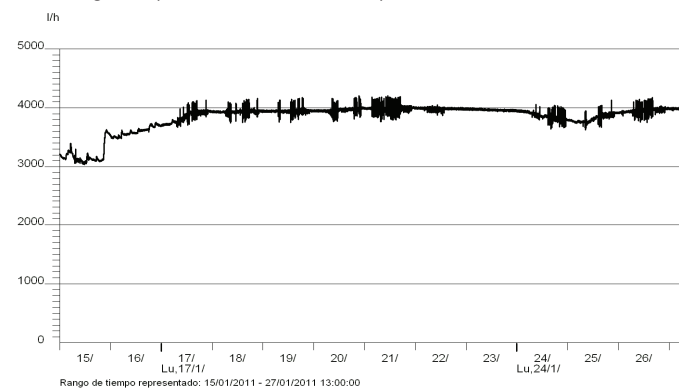
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

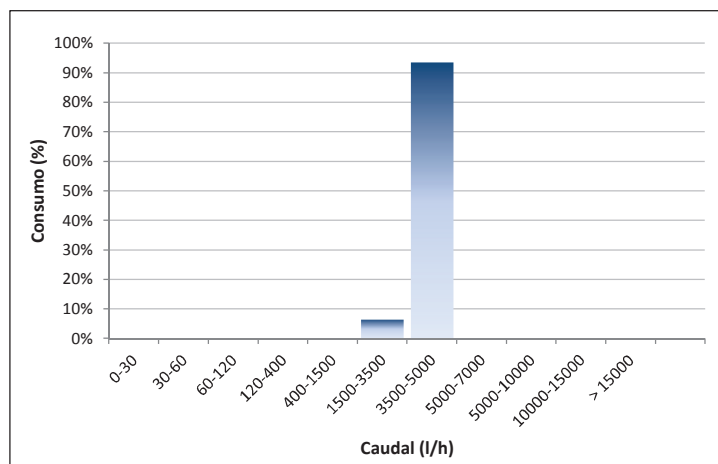
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	15/01/2011
Duración medición (días)	12
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	1160880
Caudal mínimo (l/h)	3032
Caudal medio (l/h)	3847
Caudal máximo (l/h)	4202

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

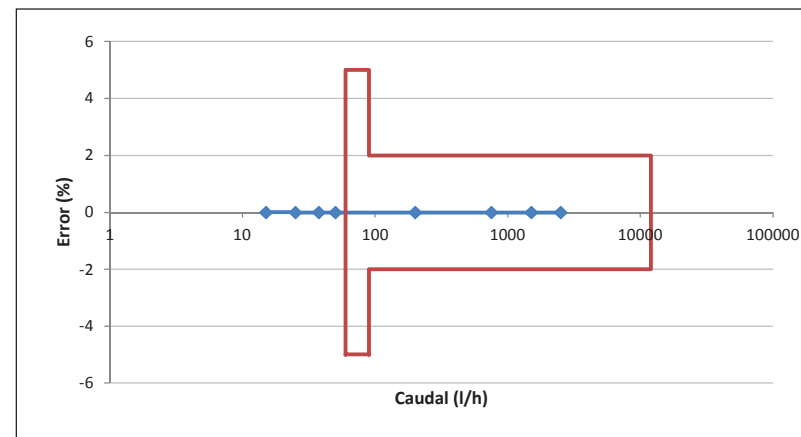
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	0	0,0%
1500-3500	74440	6,4%
3500-5000	1086440	93,6%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	32

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

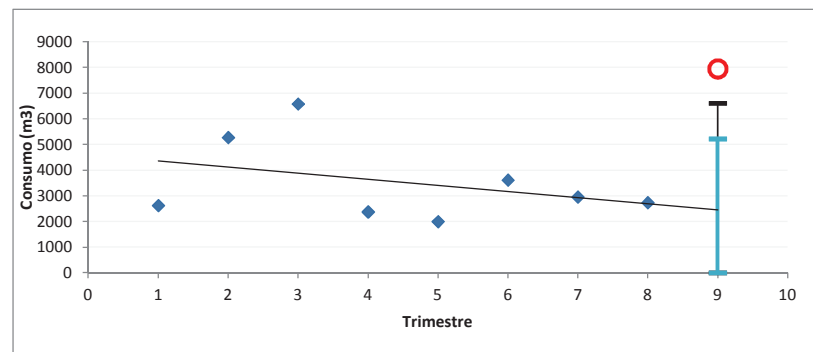
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2626
02/2009	5275
03/2009	6579
04/2009	2378
01/2010	2000
02/2010	3615
03/2010	2958
04/2010	2738



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	36,49
Contador nuevo instalado	88,32
Evolución del registro	
	142,04%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-238,9
Constante	4596,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1594,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	1387,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	5219,9
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	6606,8
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	7949
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2446

**Alarma 2σ**  
**Alarma 3σ**

*Alarma*  
*Alarma*



## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 54991051  
10/06/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	54991051
Sector	Comercio
Actividad	Hostelería-Camping
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2003
Fecha instalación	24/02/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	119111
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3283
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	
Posición instalación	
Observaciones	Retirado antes del estudio

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

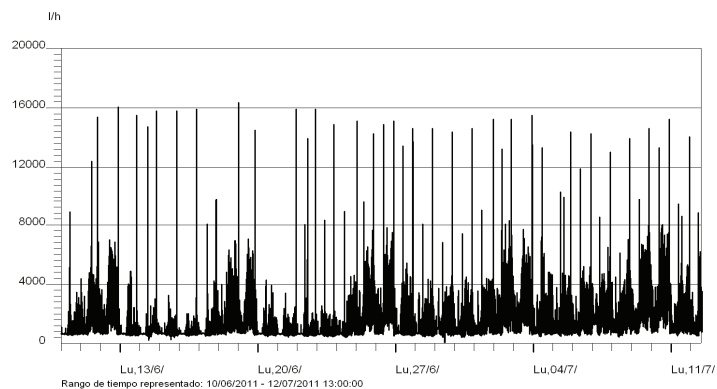
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

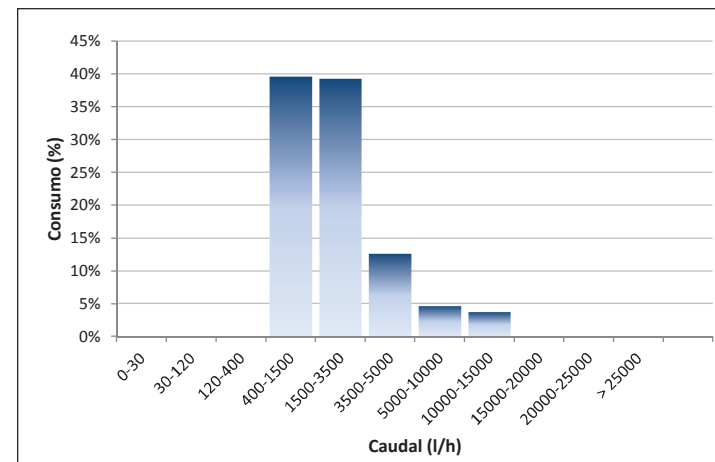
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	10/06/2011
Duración medición (días)	32
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	1114460
Caudal mínimo (l/h)	69
Caudal medio (l/h)	1424
Caudal máximo (l/h)	16351

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

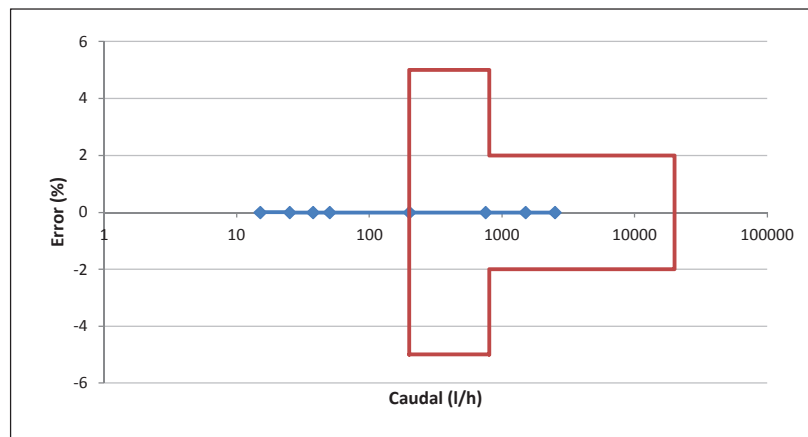
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	30	0,0%
120-400	250	0,0%
400-1500	441600	39,6%
1500-3500	438110	39,3%
3500-5000	140720	12,6%
5000-10000	51830	4,7%
10000-15000	41460	3,7%
15000-20000	460	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

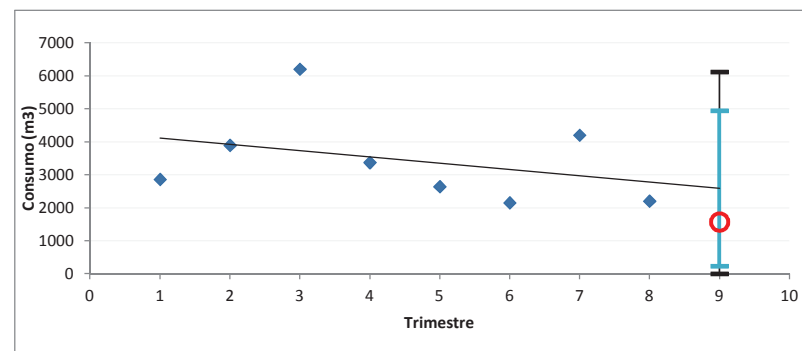
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2863
02/2009	3898
03/2009	6202
04/2009	3372
01/2010	2644
02/2010	2157
03/2010	4203
04/2010	2208



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	35,05
Contador nuevo instalado	35,6
Evolución del registro	1,57%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,1
Pendiente	-189,6
Constante	4296,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1339,3
Sigma total con ajuste lineal (N)	1175,1
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	4940,5
Mínimo	240,2
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	6115,6
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1576
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2590

Alarma 2 $\sigma$  Ok  
Alarma 3 $\sigma$  Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 22031334  
21/01/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	22031334
Sector	Comercio
Actividad	Alimentación-Hipermercado
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2003
Fecha instalación	01/04/2010
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	253918
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	5900
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Imposible desinstalar para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

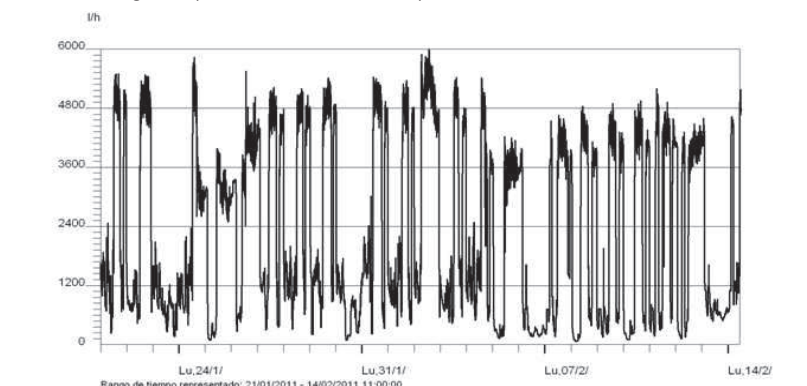
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

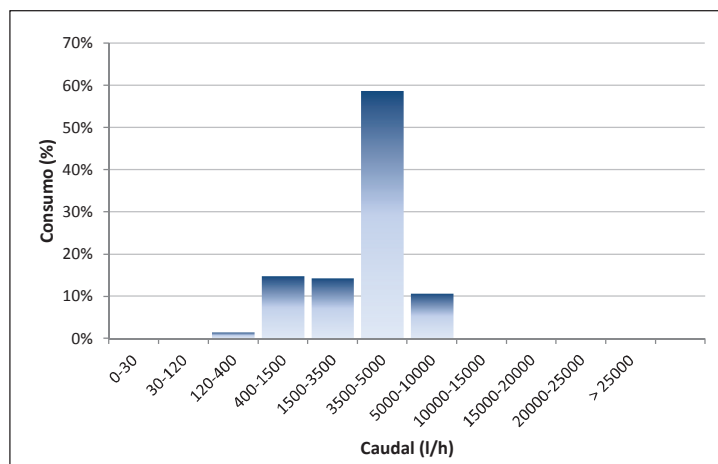
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	21/01/2011
Duración medición (días)	24
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	1325700
Caudal mínimo (l/h)	68
Caudal medio (l/h)	2253
Caudal máximo (l/h)	5995

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

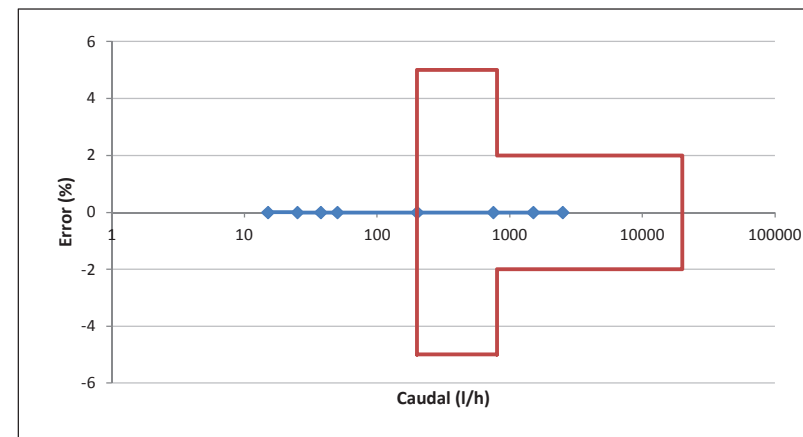
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	800	0,1%
120-400	19500	1,5%
400-1500	196100	14,8%
1500-3500	189900	14,3%
3500-5000	778600	58,7%
5000-10000	140800	10,6%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

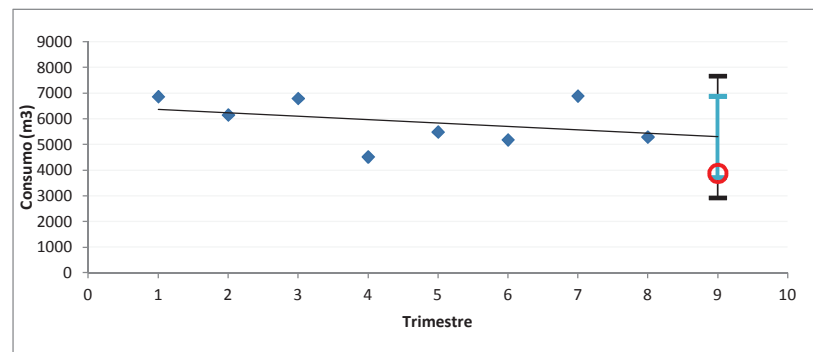
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	6869
02/2009	6152
03/2009	6798
04/2009	4522
01/2010	5489
02/2010	5182
03/2010	6890
04/2010	5295



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	62,52
Contador nuevo instalado	55,79
Evolución del registro	
	-10,76%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-133,4
Constante	6500,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	905,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	789,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	6878,8
Mínimo	3719,5
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	7668,6
Mínimo	2929,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3879
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	5299

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 198431034  
17/06/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	198431034
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Fábricas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	75
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2000
Fecha instalación	30/03/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	286098
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3962
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

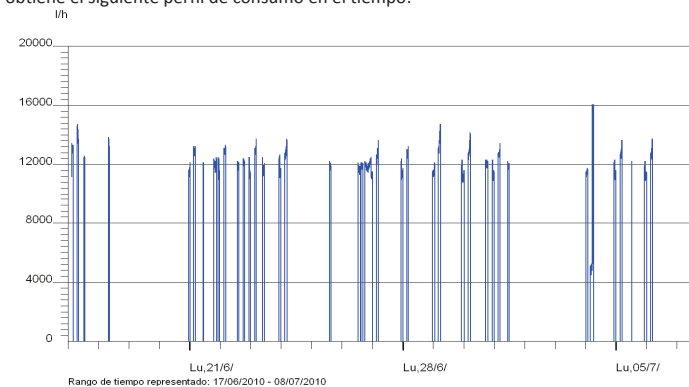
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

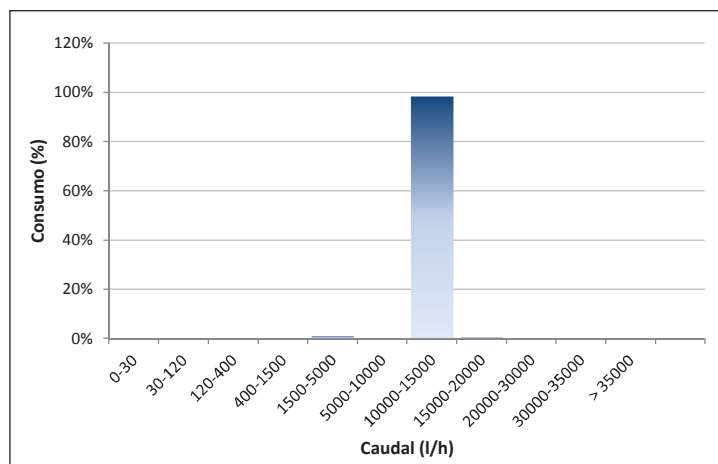
Fecha inicio	17/06/2010
Duración medición (días)	21
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	733420
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	1600
Caudal máximo (l/h)	16058

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

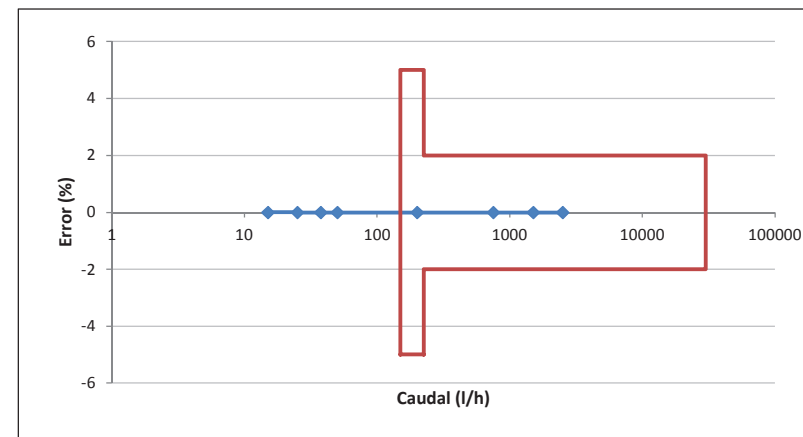
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	380	0,1%
30-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	0	0,0%
1500-5000	6840	0,9%
5000-10000	1720	0,2%
10000-15000	721560	98,4%
15000-20000	2910	0,4%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

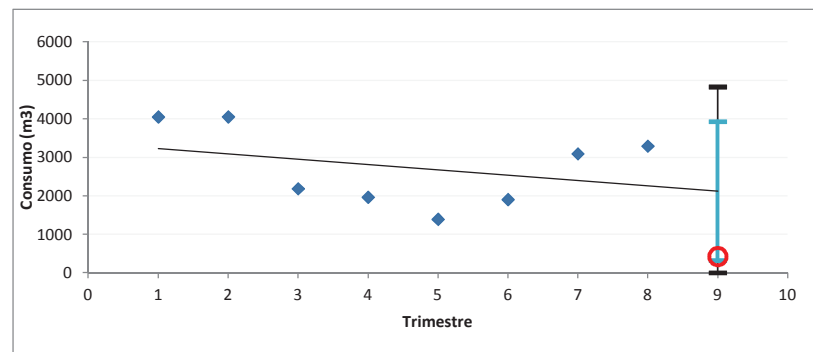
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	4051
02/2009	4052
03/2009	2186
04/2009	1966
01/2010	1394
02/2010	1906
03/2010	3093
04/2010	3294



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	43,44
Contador nuevo instalado	29,74
Evolución del registro	
	-31,54%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-137,0
Constante	3359,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1020,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	901,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3928,7
Mínimo	324,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	4829,8
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	428
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2126

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 33721032  
22/08/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	33721032
Sector	Industrial
Actividad	Servicios Agrícolas-Almacén Fruta
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	12/05/2008
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	9061
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1784
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

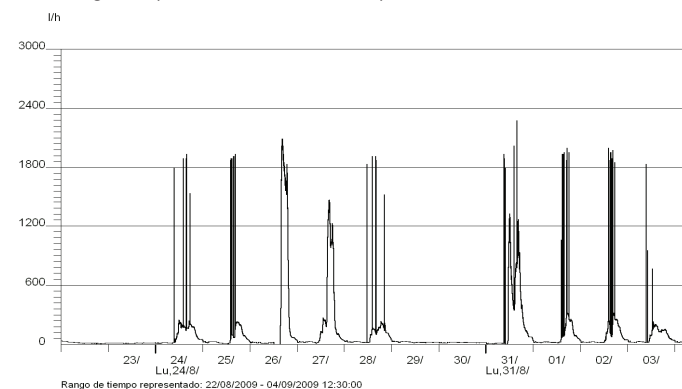
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

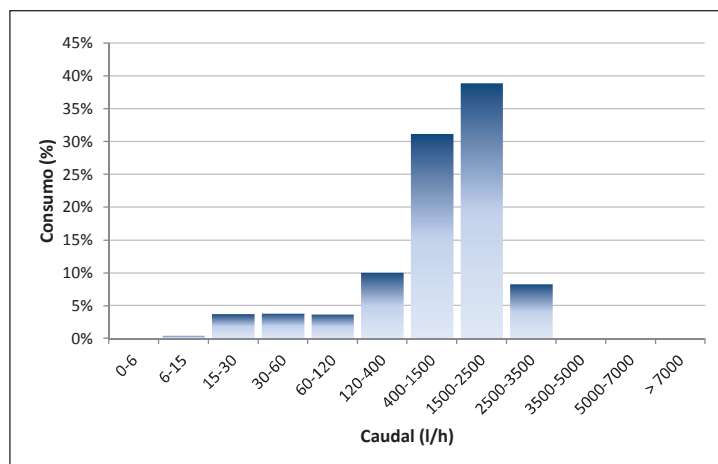
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	22/08/2009
Duración medición (días)	13
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	64840
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	100
Caudal máximo (l/h)	2276

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

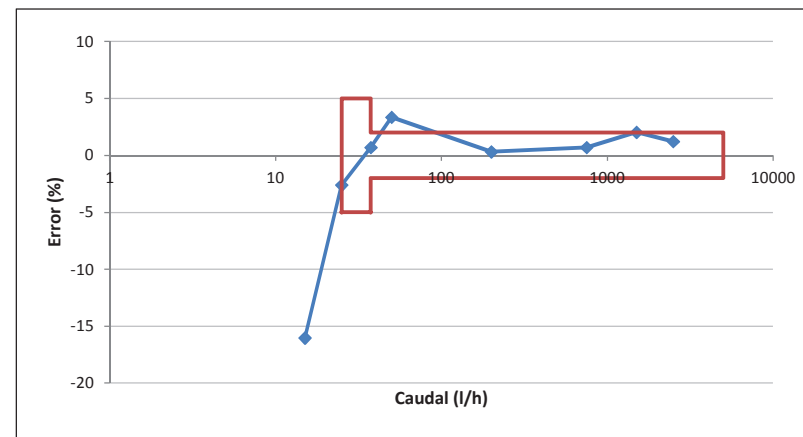
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	3	0,0%
6-15	263	0,4%
15-30	2422,5	3,7%
30-60	2465,5	3,8%
60-120	2400	3,7%
120-400	6498,5	10,0%
400-1500	20207	31,2%
1500-2500	25218	38,9%
2500-3500	5362,5	8,3%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	6,4
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-16,02
25	-2,6
37,5	0,7
50	3,35
200	0,32
750	0,7
1500	2,03
2500	1,22

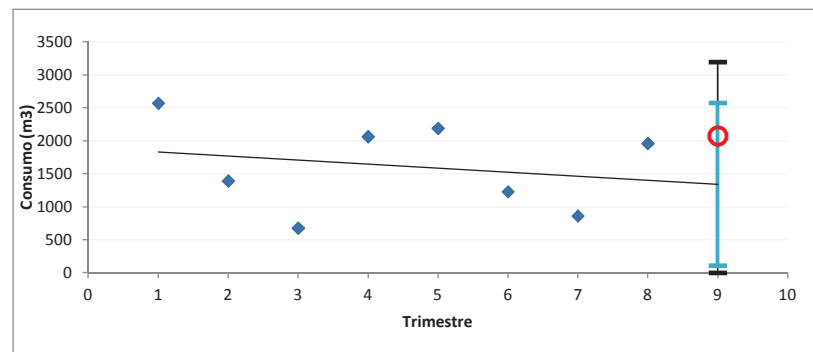
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0,91
Error a origen	0,42
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,23
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,014

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2570
02/2009	1393
03/2009	679
04/2009	2064
01/2010	2190
02/2010	1230
03/2010	863
04/2010	1961



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	21,76
Contador nuevo instalado	17,7
Evolución del registro	-18,66%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-61,1
Constante	1893,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	676,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	617,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2577,8
Mínimo	109,6
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	3194,9
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2076
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1344

Alarma 2σ

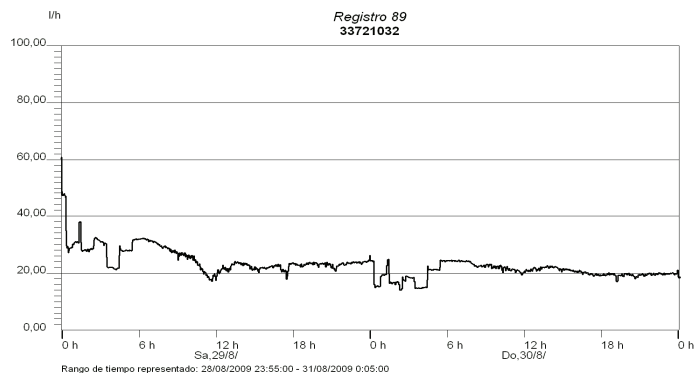
Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 48 horas:



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 5921032 25/08/2009

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

##### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	5921032
Sector	Industrial
Actividad	Papel-Almacén
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

##### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2006
Fecha instalación	13/11/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	57714
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	5842
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

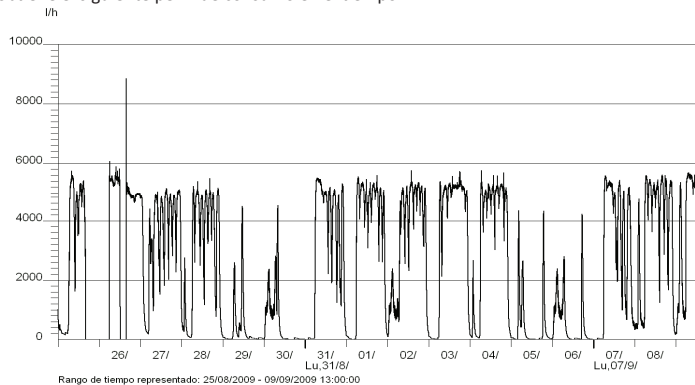
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

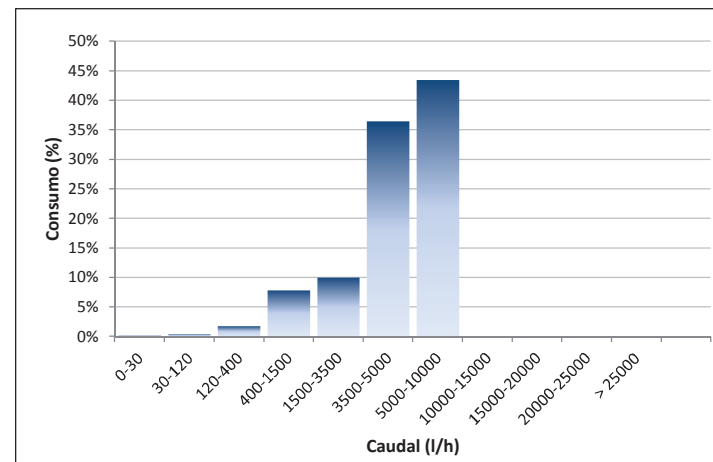
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	25/08/2009
Duración medición (días)	15
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	330350
Caudal mínimo (l/h)	113
Caudal medio (l/h)	1393
Caudal máximo (l/h)	5995

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

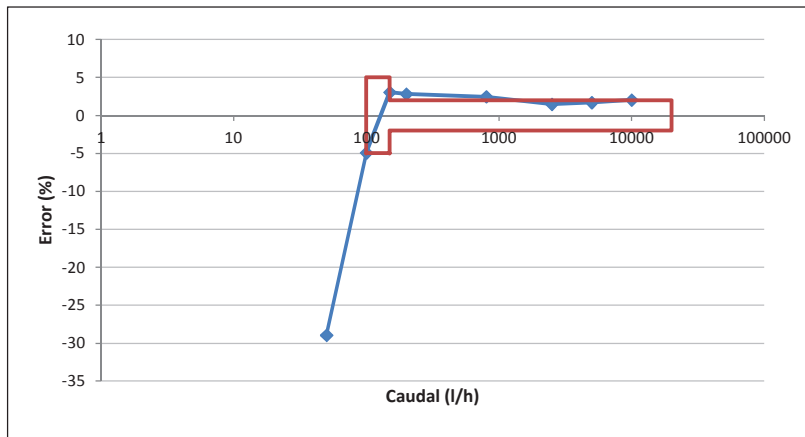
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	563,33	0,2%
30-120	1322,33	0,4%
120-400	5875,33	1,8%
400-1500	25873	7,8%
1500-3500	32929,67	10,0%
3500-5000	120323	36,4%
5000-10000	143463	43,4%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	27,8
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-28,93
100	-4,91
150	3,05
200	2,82
800	2,47
2500	1,47
5000	1,7
10000	2,04

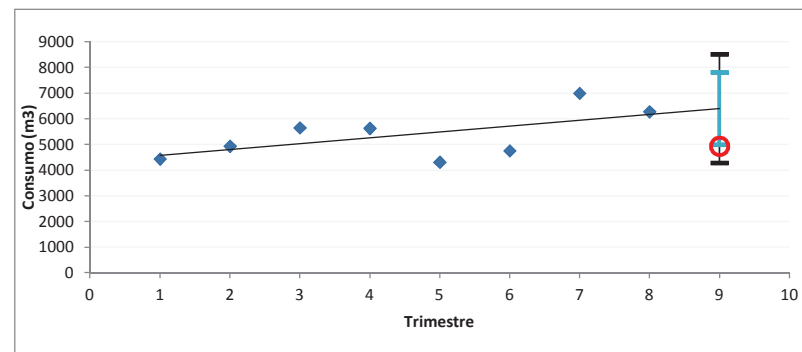
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	1,54
Error a origen	1,11
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,51
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,005

**4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES**

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	4437
02/2009	4933
03/2009	5652
04/2009	5630
01/2010	4314
02/2010	4757
03/2010	6995
04/2010	6280





Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	58,44
Contador nuevo instalado	58,73
Evolución del registro	
	0,50%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,4
Pendiente	228,7
Constante	4345,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	938,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	704,6
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	7813,0
Mínimo	4994,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	8517,6
Mínimo	4290,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4935
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	6404

Alarma 2σ *Alarma*  
Alarma 3σ *Ok*

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Proceso productivo



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 476171039 21/06/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	476171039
Sector	Comercio
Actividad	Hostelería-Cafetería-Bar
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2001
Fecha instalación	20/09/2001
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	27823
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1429
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

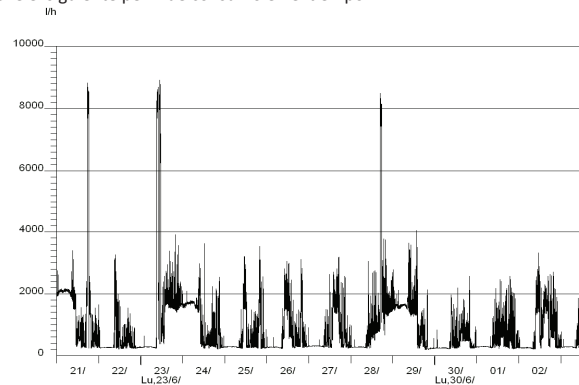
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

### DATOS PATRÓN CONSUMO

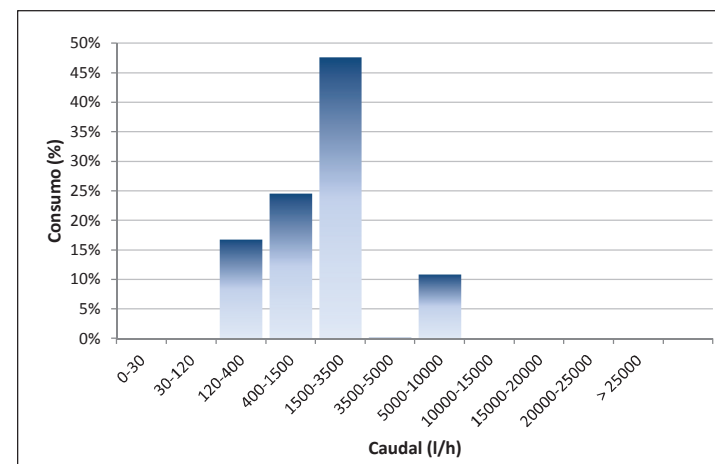
Fecha inicio	21/06/2008
Duración medición (días)	12
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	257060
Caudal mínimo (l/h)	190
Caudal medio (l/h)	853
Caudal máximo (l/h)	8903

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



Rango de tiempo representado: 21/06/2008 - 03/07/2008 12:30:00

El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

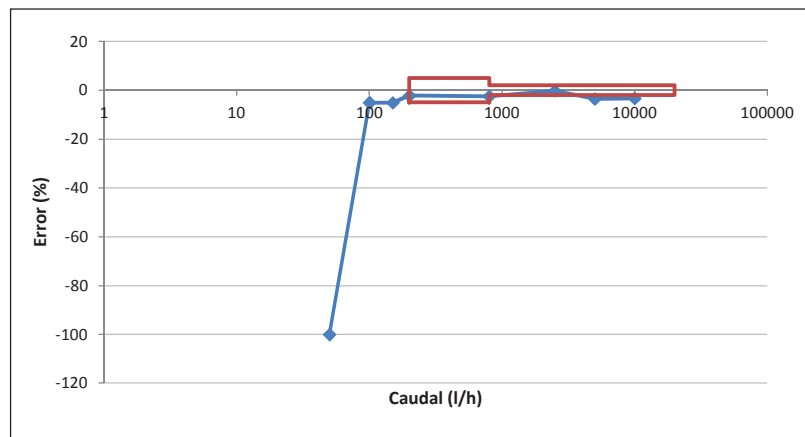
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	0	0,0%
120-400	43100	16,8%
400-1500	63100	24,5%
1500-3500	122400	47,6%
3500-5000	580	0,2%
5000-10000	27870	10,8%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	65,43
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-5,05
150	-5,1
200	-2,17
800	-2,4
2500	-0,2
5000	-3,5
10000	-3,27

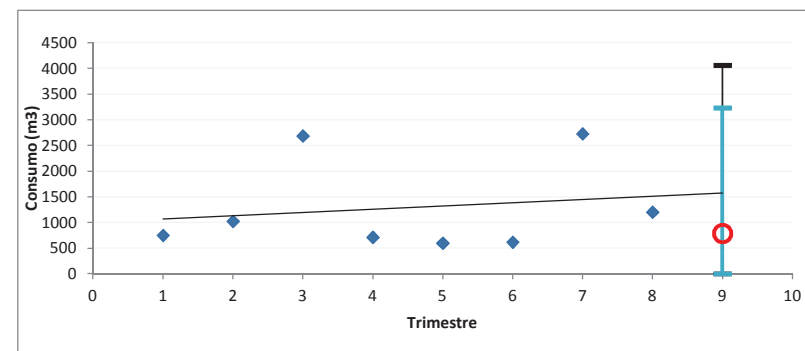
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,76
Error a origen	0,04
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,25
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,007

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	750
02/2009	1025
03/2009	2687
04/2009	713
01/2010	599
02/2010	619
03/2010	2729
04/2010	1202



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	14,09
Contador nuevo instalado	13,8
Evolución del registro	
	-2,06%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,0
Pendiente	63,9
Constante	1003,0
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	898,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	827,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3233,4
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	4061,2
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	789
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1578

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1450491039  
17/05/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	1450491039
Sector	Comercio
Actividad	Comercial-Gran Almacén
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2000
Fecha instalación	18/08/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	120710
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	20683
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	62
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

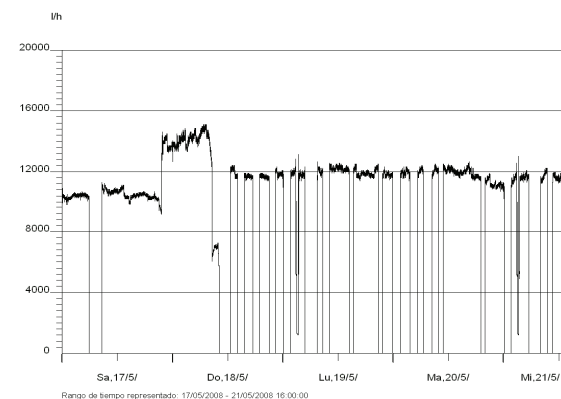
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

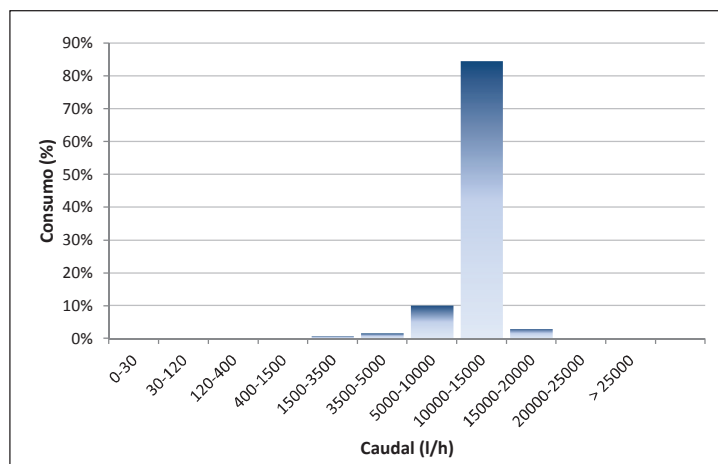
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/05/2008
Duración medición (días)	40
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	1473881
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	8514
Caudal máximo (l/h)	16653

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

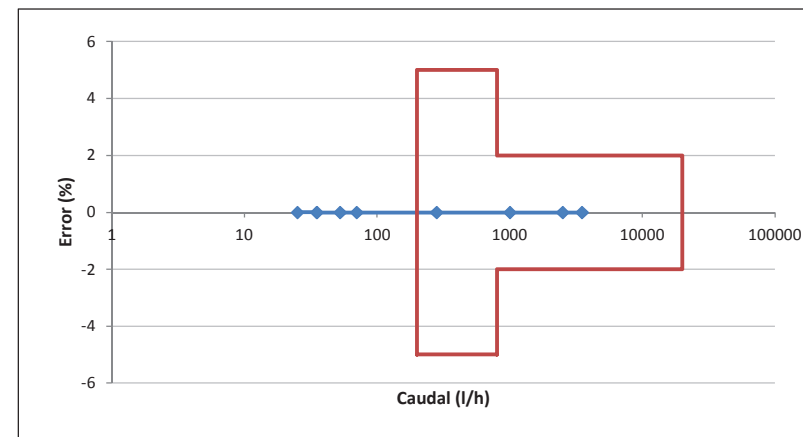
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	242,5	0,0%
30-120	2,5	0,0%
120-400	25	0,0%
400-1500	1015	0,1%
1500-3500	10917,5	0,7%
3500-5000	23491,5	1,6%
5000-10000	148097	10,0%
10000-15000	1246856,25	84,6%
15000-20000	43224	2,9%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

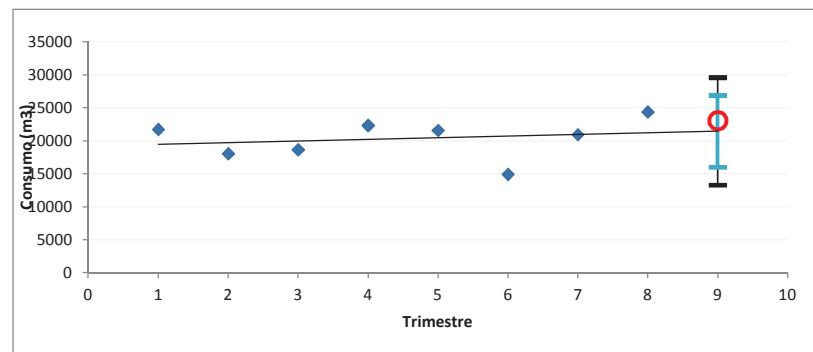
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	21740
02/2009	18066
03/2009	18665
04/2009	22338
01/2010	21594
02/2010	14938
03/2010	20949
04/2010	24382



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	158,63
Contador nuevo instalado	228,6
Evolución del registro	
	44,11%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	249,8
Constante	19209,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	2961,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	2710,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	26878,9
Mínimo	16037,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	29589,3
Mínimo	13326,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	23073
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	21458

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 289991039  
06/02/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	289991039
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2001
Fecha instalación	30/11/2001
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	112386
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3699
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

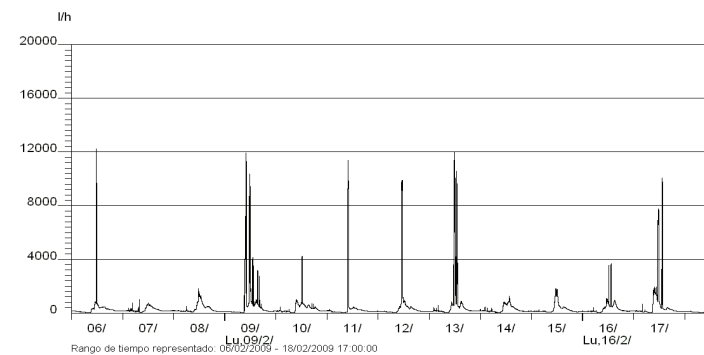
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

**DATOS PATRÓN CONSUMO**

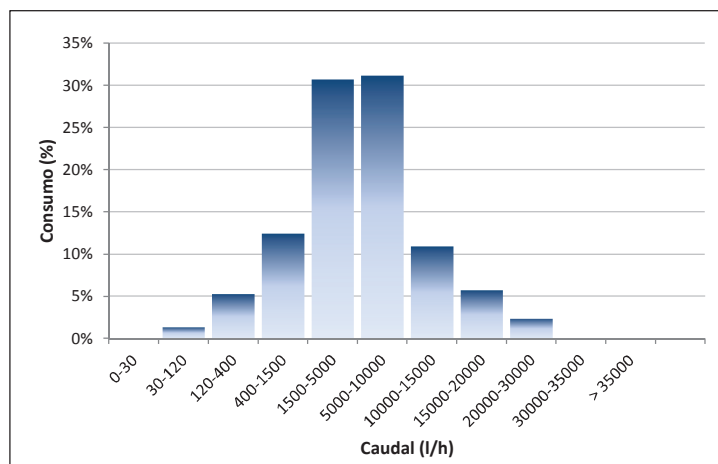
Fecha inicio	06/02/2009
Duración medición (días)	12
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	306115
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	401
Caudal máximo (l/h)	12235

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

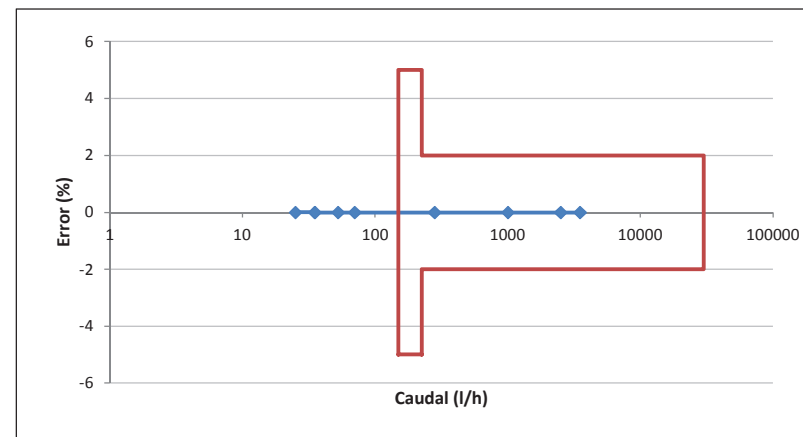
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	115	0,0%
30-120	4105	1,3%
120-400	16225	5,3%
400-1500	38080	12,4%
1500-5000	94060	30,7%
5000-10000	95370	31,2%
10000-15000	33450	10,9%
15000-20000	17505	5,7%
20000-30000	7200	2,4%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	5	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

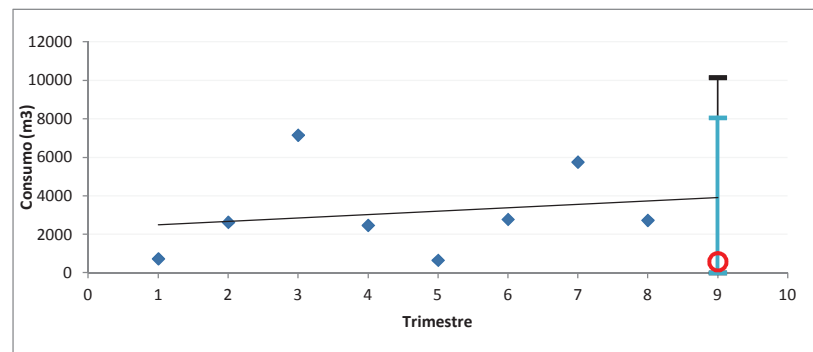
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	737
02/2009	2636
03/2009	7156
04/2009	2470
01/2010	659
02/2010	2783
03/2010	5758
04/2010	2735



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	44,35
Contador nuevo instalado	32,51
Evolución del registro	-26,70%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	174,6
Constante	2331,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	2264,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	2080,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	8063,1
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	10143,4
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	585
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	3902

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 60141039  
21/06/2008**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	60141039
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Urbana
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	14/11/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	11954
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1120
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

**2. PATRÓN DE CONSUMO**

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

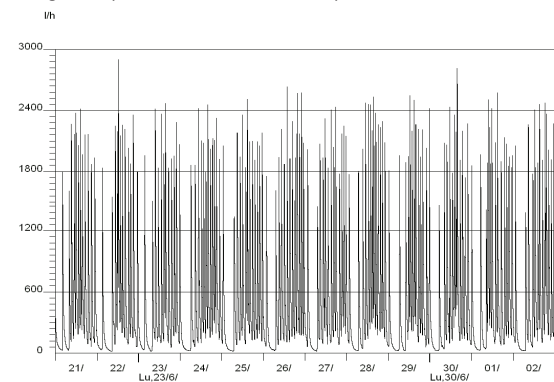
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

**DATOS PATRÓN CONSUMO**

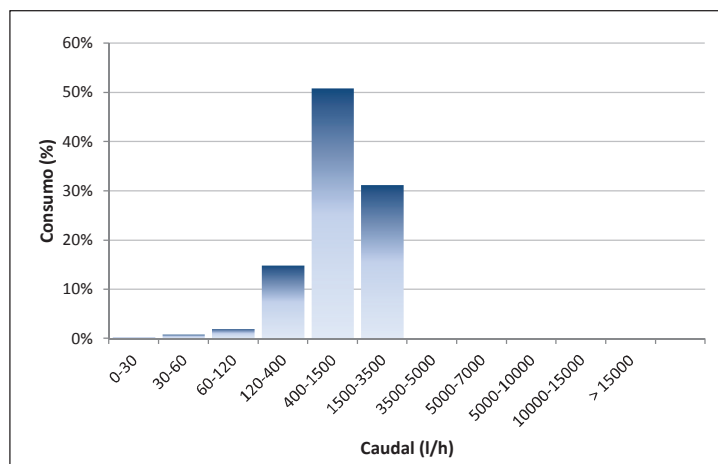
Fecha inicio	21/06/2008
Duración medición (días)	12
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	152720
Caudal mínimo (l/h)	20
Caudal medio (l/h)	508
Caudal máximo (l/h)	2900

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



Rango de tiempo representado: 21/06/2008 - 03/07/2008 10:00:00

El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

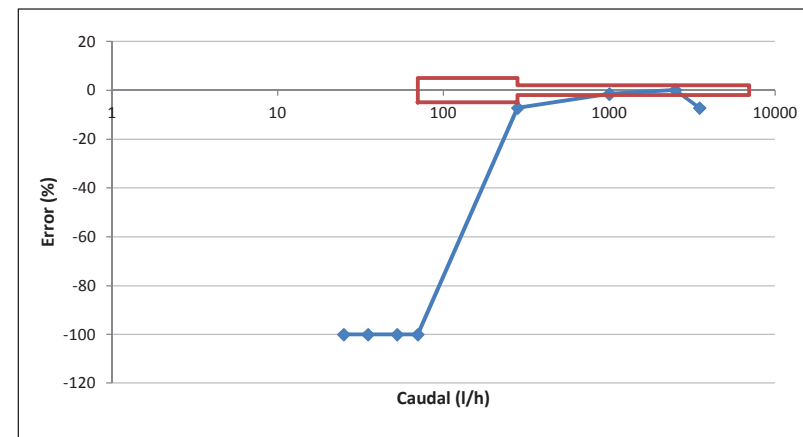
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	530	0,3%
30-60	1250	0,8%
60-120	2980	2,0%
120-400	22710	14,9%
400-1500	77650	50,8%
1500-3500	47590	31,2%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	85
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-100
280	-7,23
1000	-1,5
2500	0,15
3500	-7,21

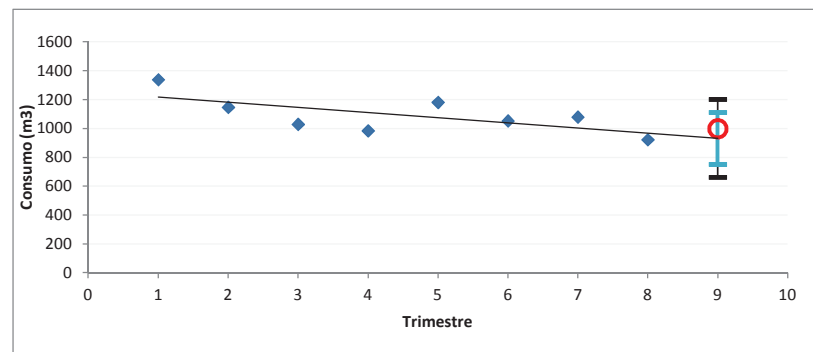
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-7,74
Error a origen	-0,09
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-2,58
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,051

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1338
02/2009	1147
03/2009	1029
04/2009	984
01/2010	1181
02/2010	1053
03/2010	1079
04/2010	922



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	12,1
Contador nuevo instalado	10,87
Evolución del registro	
	-10,17%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,5
Pendiente	-35,5
Constante	1251,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	129,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	89,9
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1111,7
Mínimo	751,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1201,7
Mínimo	662,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	999
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	932

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 811211039  
21/05/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	811211039
Sector	Comercio
Actividad	Hostelería-Restaurantes
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2002
Fecha instalación	27/11/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	24628
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2162
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

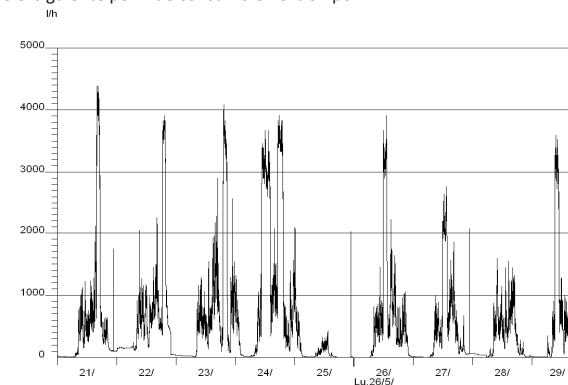
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

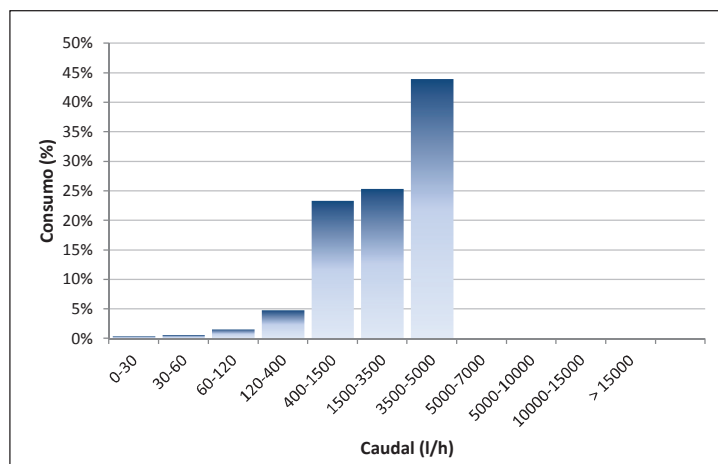
Fecha inicio	21/05/2008
Duración medición (días)	8
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	193700
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	535
Caudal máximo (l/h)	4387

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



Rango de tiempo representado: 21/05/2008 - 29/05/2008 20:30:00

El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

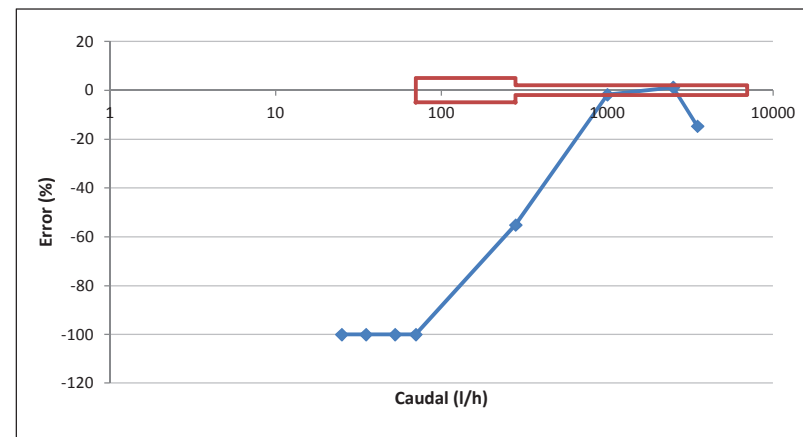
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	740	0,4%
30-60	1190	0,6%
60-120	3020	1,6%
120-400	9240	4,8%
400-1500	45260	23,4%
1500-3500	49130	25,4%
3500-5000	85110	43,9%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	90
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-100
280	-55,14
1000	-1,75
2500	1,25
3500	-14,69

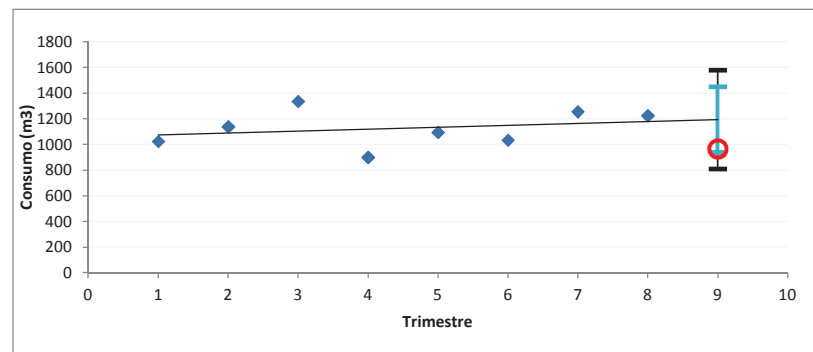
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-23,57
Error a origen	-0,33
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-3,93
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,122

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1024
02/2009	1139
03/2009	1336
04/2009	900
01/2010	1095
02/2010	1034
03/2010	1256
04/2010	1225



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	22,35
Contador nuevo instalado	12,42
Evolución del registro	
	-44,43%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	15,3
Constante	1057,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	142,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	128,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1451,8
Mínimo	937,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1580,3
Mínimo	809,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	966
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1195

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

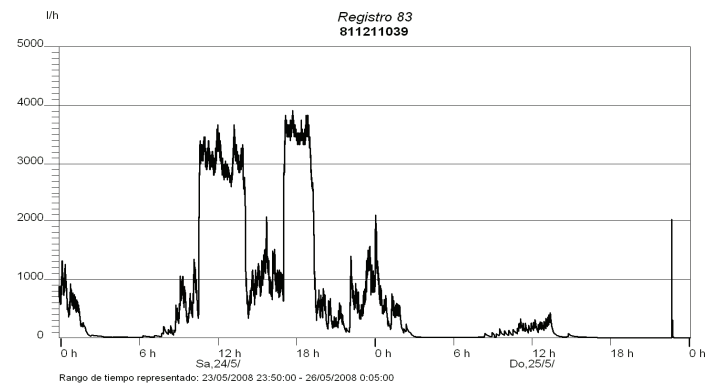


## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 48 horas:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 710481039  
28/01/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	710481039
Sector	Industrial
Actividad	Energía-Distrib.Butano
Instalación suministrada	Contra incendios
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	4,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	31
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	1999
Fecha instalación	26/05/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	33178
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1184
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

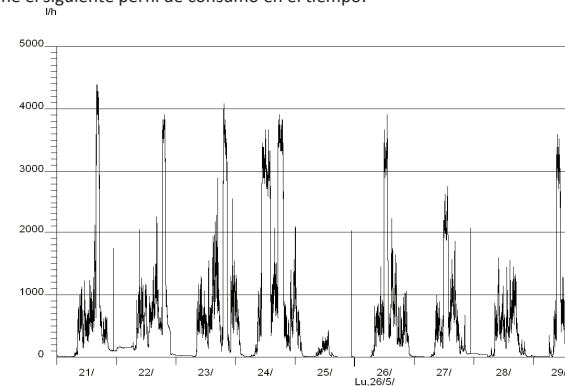
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

**DATOS PATRÓN CONSUMO**

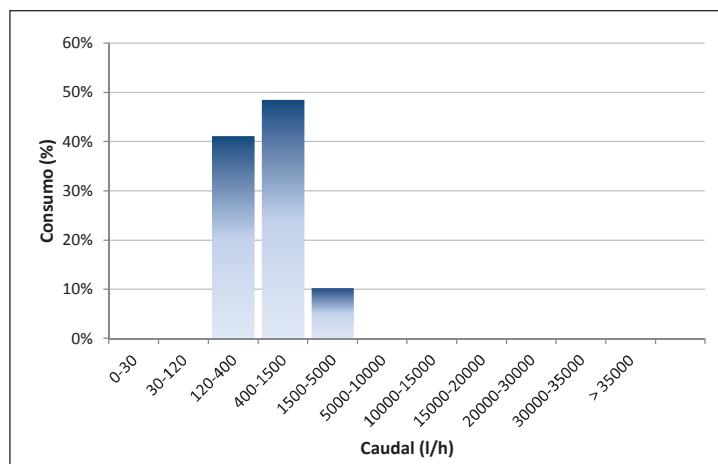
Fecha inicio	28/01/2009
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	156910
Caudal mínimo (l/h)	155
Caudal medio (l/h)	451
Caudal máximo (l/h)	6159

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



Rango de tiempo representado: 21/05/2008 - 29/05/2008 20:30:00

El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

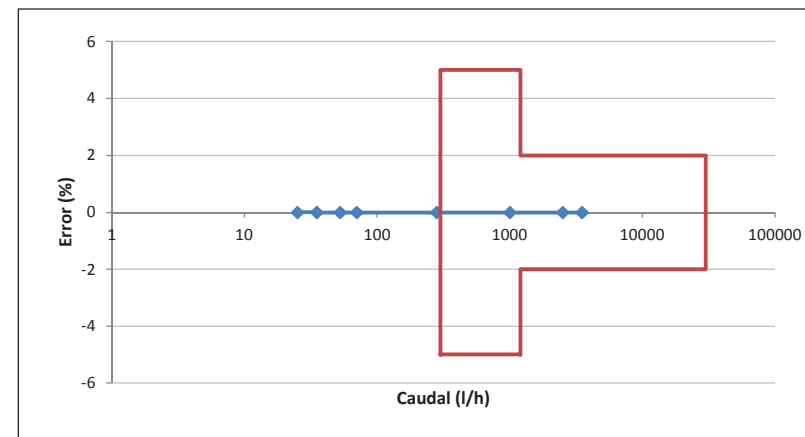
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	0	0,0%
120-400	64580	41,2%
400-1500	76110	48,5%
1500-5000	16120	10,3%
5000-10000	100	0,1%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

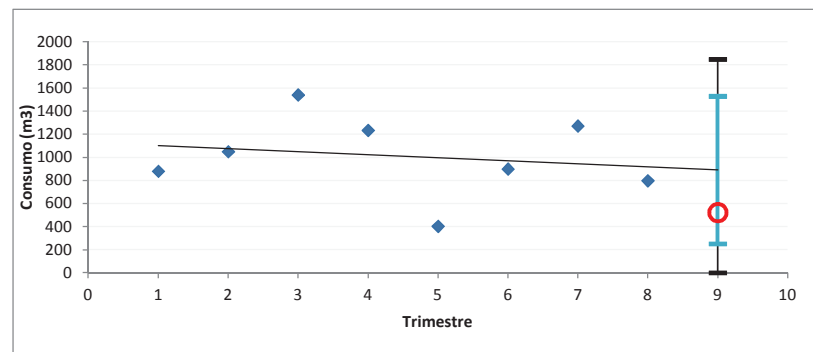
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	880
02/2009	1050
03/2009	1541
04/2009	1234
01/2010	404
02/2010	900
03/2010	1272
04/2010	798



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	13,94
Contador nuevo instalado	10,49
Evolución del registro	
	-24,75%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-26,4
Constante	1128,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	347,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	319,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1529,2
Mínimo	253,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1848,2
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	523
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	891

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 580171039  
24/12/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	580171039
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Centro Enseñanza Oficial
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	1995
Fecha instalación	19/12/1995
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	98141
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2136
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

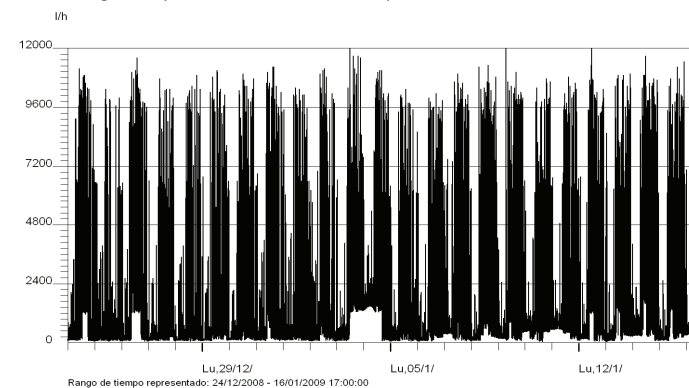
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

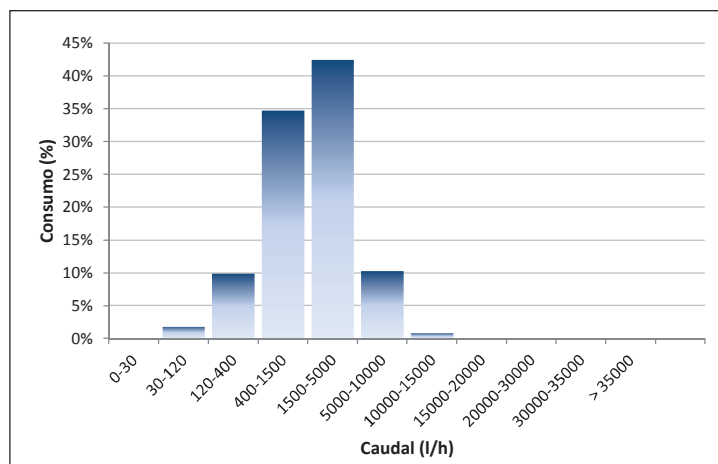
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	24/12/2008
Duración medición (días)	23
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	454170
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	797
Caudal máximo (l/h)	12318

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

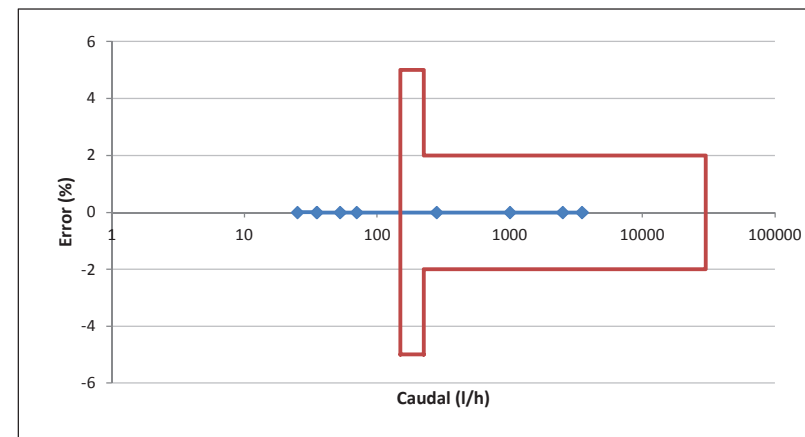
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	8230	1,8%
120-400	44950	9,9%
400-1500	157760	34,7%
1500-5000	192890	42,5%
5000-10000	46690	10,3%
10000-15000	3640	0,8%
15000-20000	0	0,0%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

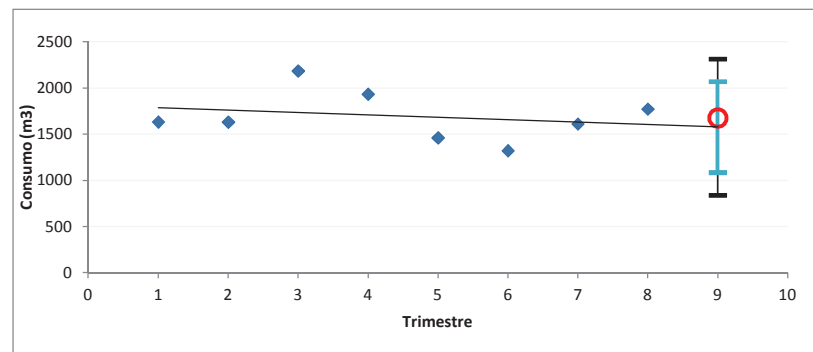
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1634
02/2009	1632
03/2009	2185
04/2009	1934
01/2010	1462
02/2010	1323
03/2010	1612
04/2010	1773



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	24,57
Contador nuevo instalado	18,56
Evolución del registro	
	-24,46%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-26,0
Constante	1811,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	270,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	245,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2068,3
Mínimo	1086,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2313,8
Mínimo	840,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1677
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1577

Alarma 2σ

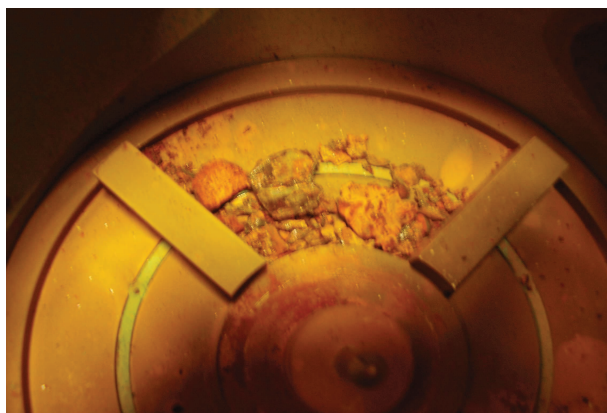
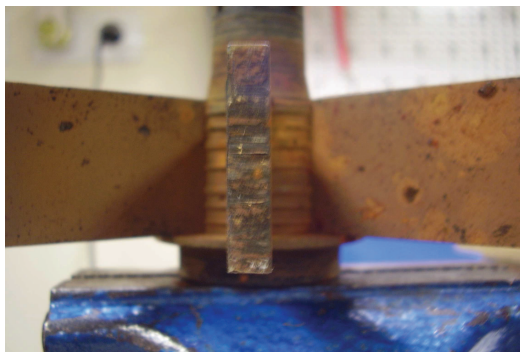
Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1384471039  
21/06/2008**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	1384471039
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Pescadería
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2006
Fecha instalación	05/12/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	15359
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2281
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	



## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

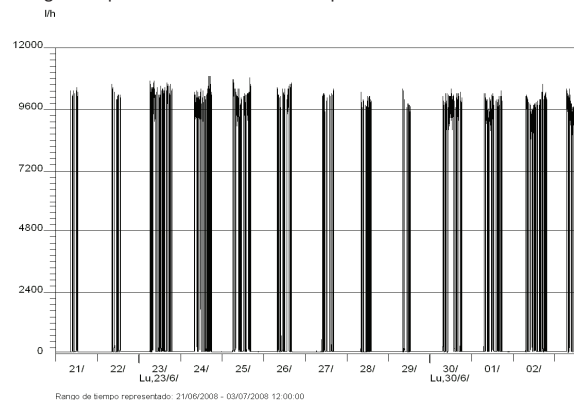
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

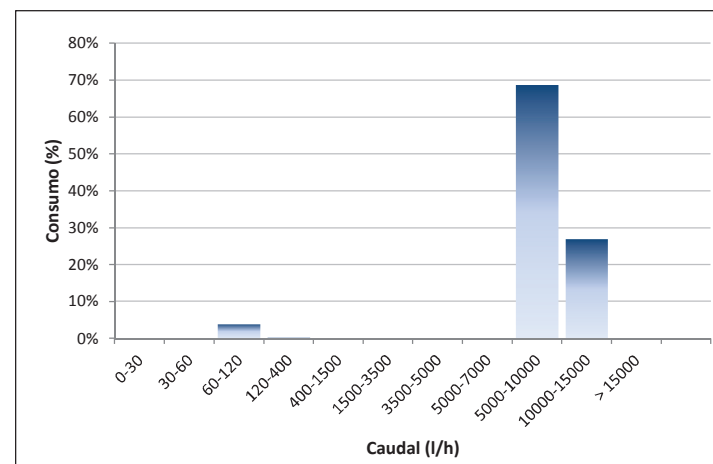
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	21/06/2008
Duración medición (días)	12
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	531200
Caudal mínimo (l/h)	49
Caudal medio (l/h)	1762
Caudal máximo (l/h)	10900

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

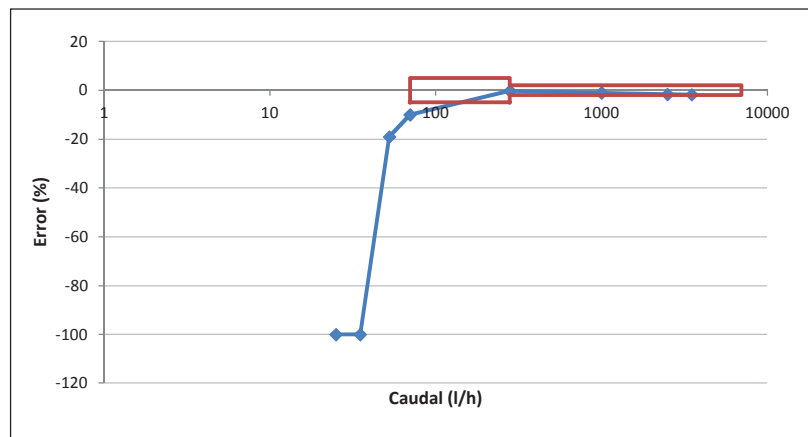
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	20	0,0%
60-120	20840	3,9%
120-400	1780	0,3%
400-1500	480	0,1%
1500-3500	110	0,0%
3500-5000	30	0,0%
5000-7000	10	0,0%
5000-10000	364960	68,7%
10000-15000	142960	26,9%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	40,91
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-19,02
70	-10
280	-0,25
1000	-1
2500	-1,65
3500	-1,77

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

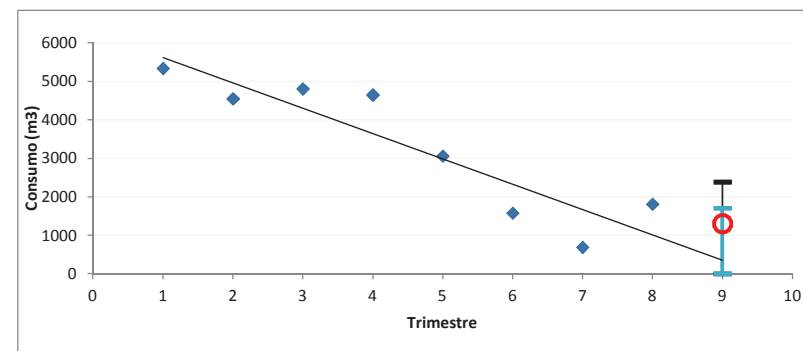
Error medio ponderado	-1,91
Error a origen	-1,86
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,96
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,004

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	5336
02/2009	4548
03/2009	4803
04/2009	4648
01/2010	3062
02/2010	1580
03/2010	690
04/2010	1812



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	26,42
Contador nuevo instalado	17,82
Evolución del registro	
	-32,55%

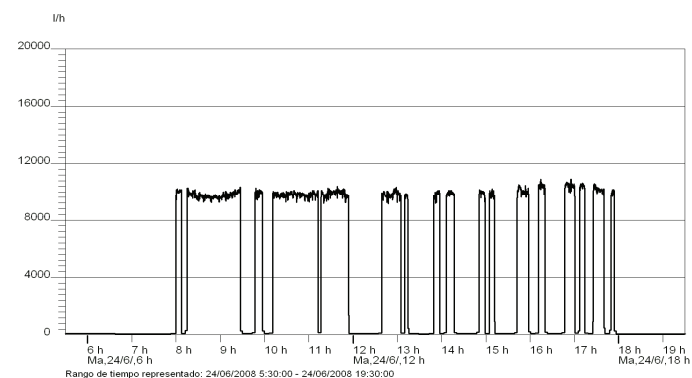
Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,8
Pendiente	-657,3
Constante	6267,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1765,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	677,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1707,3
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2385,0
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1307
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	352

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestra a continuación detalle del perfil de consumo del abonado donde puede observarse el funcionamiento de la válvula todo-nada de llenado del depósito:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (10.900 l/h) supera al correspondiente por dn (10.000 l/h), el 95,6% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1324531039  
24/12/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	1324531039
Sector	Comercio
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	32
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	6
Año fabricación	2004
Fecha instalación	10/06/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	25306
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1195
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

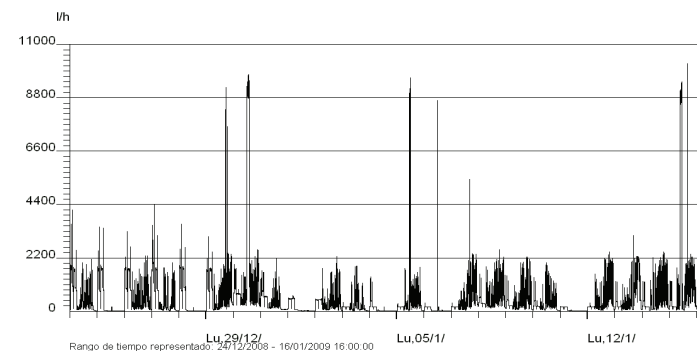
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

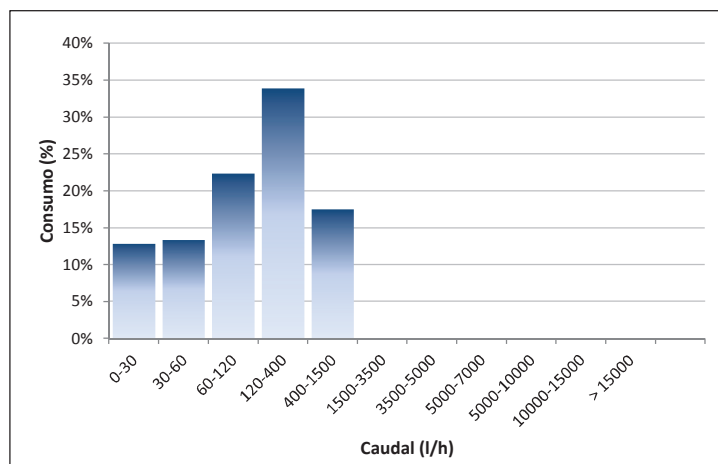
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	24/12/2008
Duración medición (días)	23
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	28356
Caudal mínimo (l/h)	38
Caudal medio (l/h)	852
Caudal máximo (l/h)	9992

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

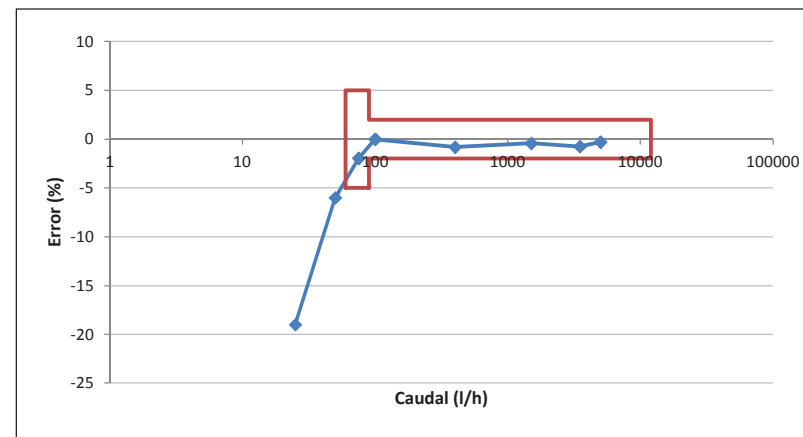
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	3640	12,8%
30-60	3796	13,4%
60-120	6337	22,3%
120-400	9619	33,9%
400-1500	4963	17,5%
1500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	32

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	11,42
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-18,99
50	-6
75	-1,95
100	0
400	-0,82
1500	-0,42
3500	-0,75
5000	-0,3

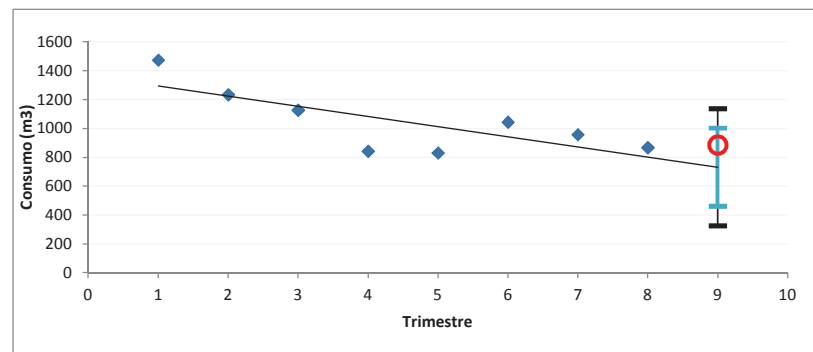
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-9,51
Error a origen	-6,4
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-2,38
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,335

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1474
02/2009	1234
03/2009	1127
04/2009	843
01/2010	831
02/2010	1044
03/2010	958
04/2010	868



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	12,38
Contador nuevo instalado	11,79
Evolución del registro	
	-4,77%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,6
Pendiente	-70,0
Constante	1362,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	224,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	135,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1002,3
Mínimo	462,1
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1137,4
Mínimo	327,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	886
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	732

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 640121039  
18/04/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	640121039
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Panadería-Pastelería
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	50
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2006
Fecha instalación	15/12/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	9147
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1784
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

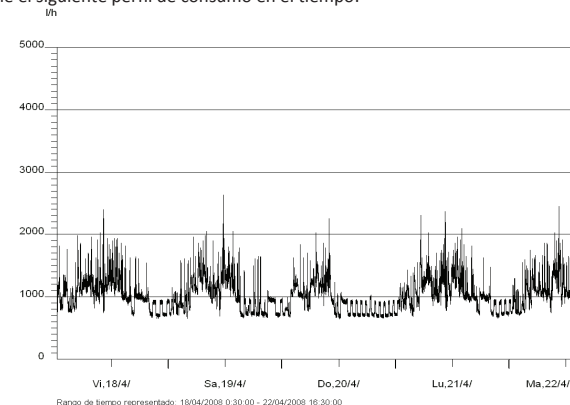
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

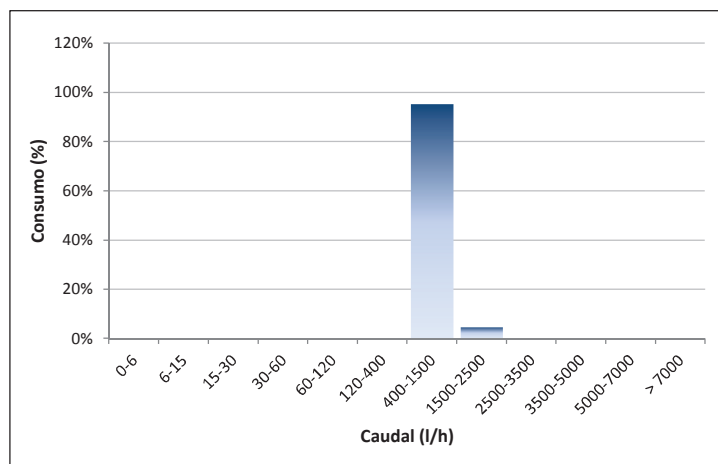
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	18/04/2008
Duración medición (días)	4
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	114937
Caudal mínimo (l/h)	642
Caudal medio (l/h)	1012
Caudal máximo (l/h)	2645

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

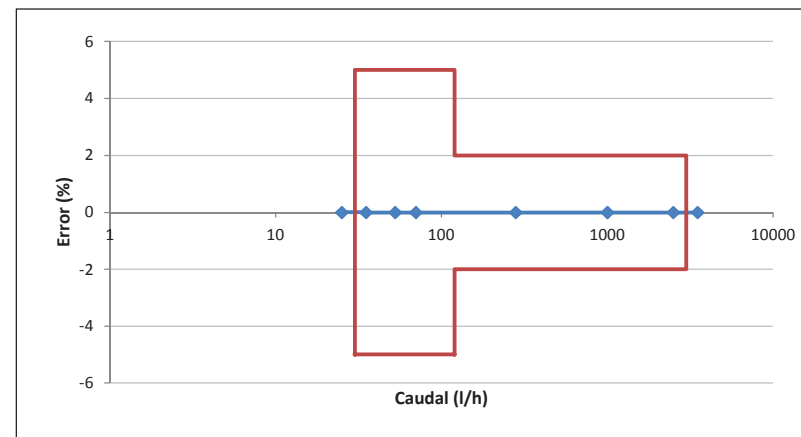
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	0	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	109591	95,3%
1500-2500	5341	4,6%
2500-3500	4	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	



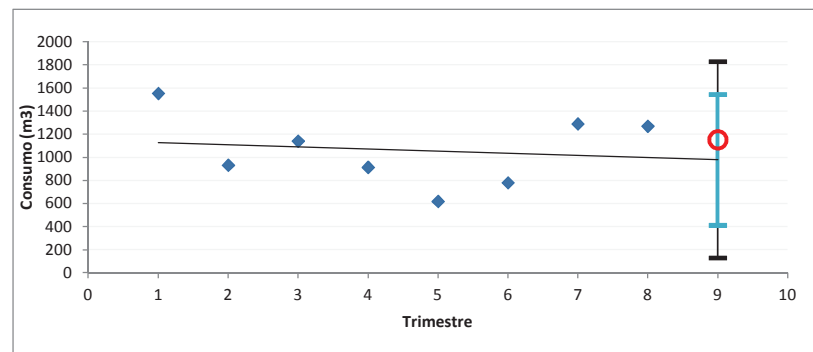
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1554
02/2009	933
03/2009	1141
04/2009	914
01/2010	620
02/2010	781
03/2010	1290
04/2010	1270



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	19,74
Contador nuevo instalado	12,65
Evolución del registro	
	-35,92%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-18,8
Constante	1147,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	306,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	283,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1544,8
Mínimo	412,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1828,0
Mínimo	128,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1153
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	978

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 320021039  
31/05/2008**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	320021039
Sector	Industrial
Actividad	Vehículos-Accesorios
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	31
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	08/11/2001
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	20262
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	5942
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

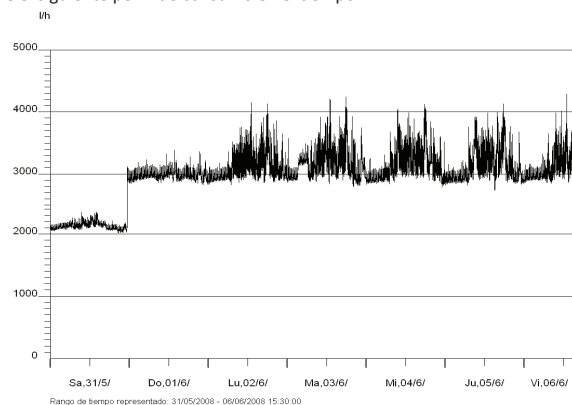
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

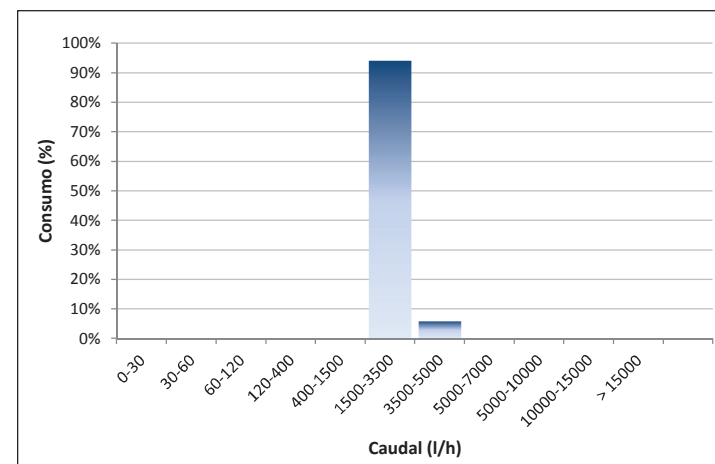
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	31/05/2008
Duración medición (días)	6
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	473570
Caudal mínimo (l/h)	2016
Caudal medio (l/h)	2949
Caudal máximo (l/h)	4292

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

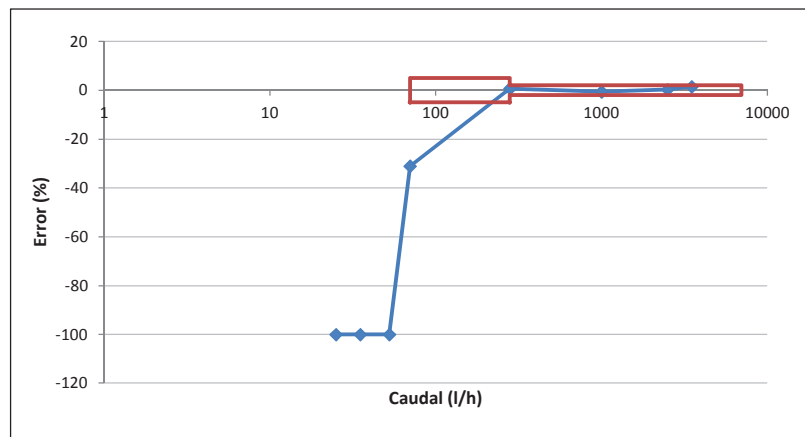
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	0	0,0%
1500-3500	445810	94,1%
3500-5000	27750	5,9%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	58,82
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-31,03
280	0,75
1000	-0,61
2500	0,34
3500	1,5

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

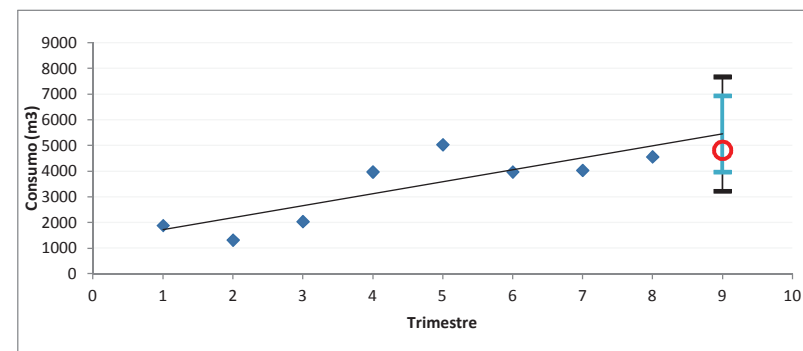
Error medio ponderado	0,49
Error a origen	0,48
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,06
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,001

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1886
02/2009	1317
03/2009	2041
04/2009	3973
01/2010	5034
02/2010	3972
03/2010	4035
04/2010	4564



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	65,71
Contador nuevo instalado	31,74
Evolución del registro	
	-51,70%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,7
Pendiente	466,5
Constante	1253,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1391,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	741,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	6935,7
Mínimo	3968,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	7677,5
Mínimo	3226,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4818
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	5452

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 913331039 21/06/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	913331039
Sector	Servicios
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	29
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	25/09/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	12018
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1107
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

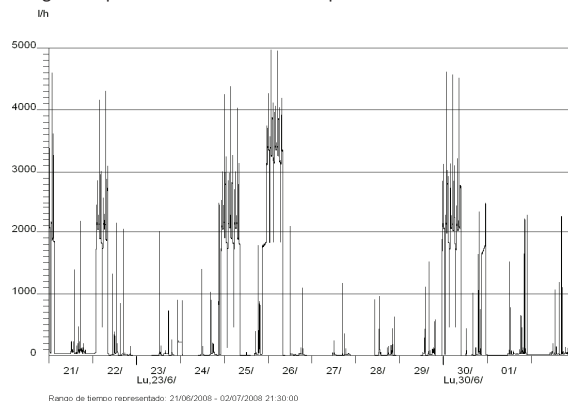
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

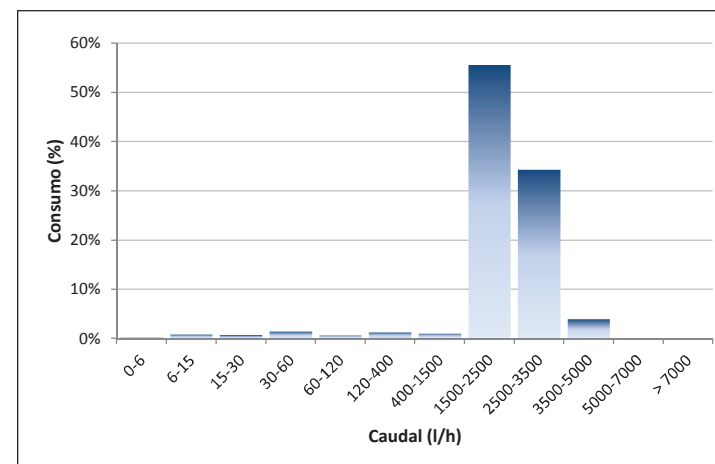
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	21/06/2008
Duración medición (días)	11
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	107550
Caudal mínimo (l/h)	2
Caudal medio (l/h)	375
Caudal máximo (l/h)	4968

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

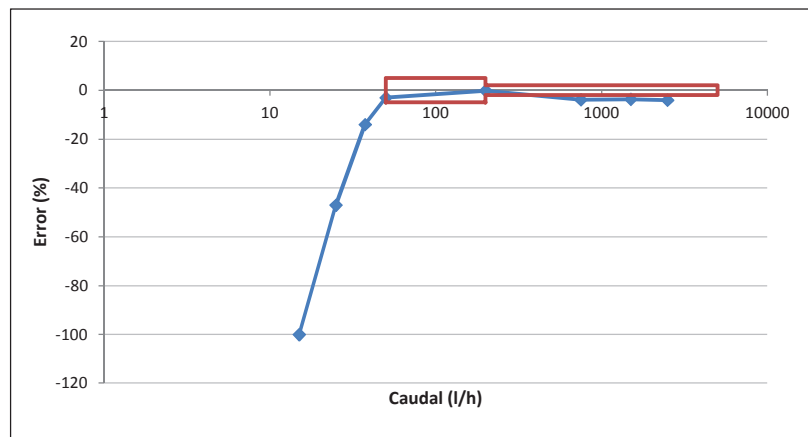
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	260	0,2%
6-15	860	0,8%
15-30	780	0,7%
30-60	1510	1,4%
60-120	750	0,7%
120-400	1380	1,3%
400-1500	1080	1,0%
1500-2500	59770	55,6%
2500-3500	36900	34,3%
3500-5000	4250	4,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	20,66
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
25	-47
37,5	-14
50	-3
200	-0,12
750	-3,84
1500	-3,65
2500	-3,97

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

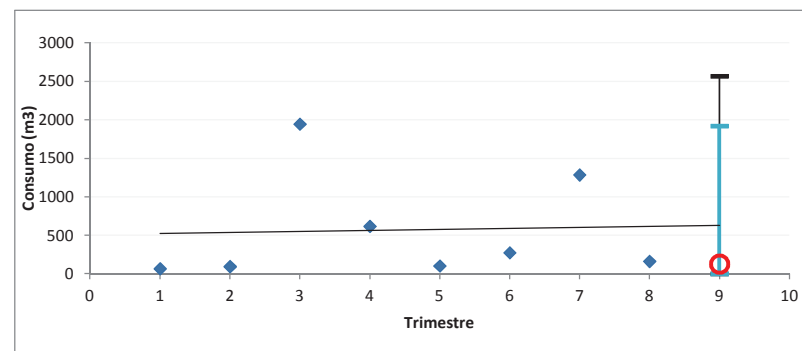
Error medio ponderado	-5,18
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,04
Error / 1000xm <sup>2</sup>	-0,048

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	68
02/2009	96
03/2009	1945
04/2009	618
01/2010	104
02/2010	275
03/2010	1285
04/2010	163



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	11,68
Contador nuevo instalado	5,51
Evolución del registro	-52,83%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	12,9
Constante	511,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	691,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	646,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1920,4
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2566,9
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	129
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	627

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 1395881039 20/11/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1395881039
Sector	Comercio
Actividad	Vehículos-Lavado-Engrase
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	2,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	23/09/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	10472
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1128
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	



## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

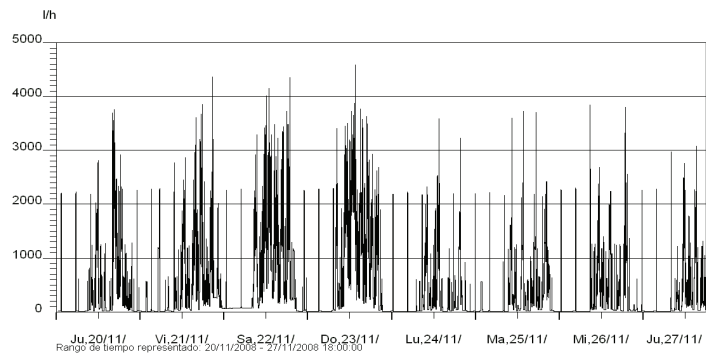
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

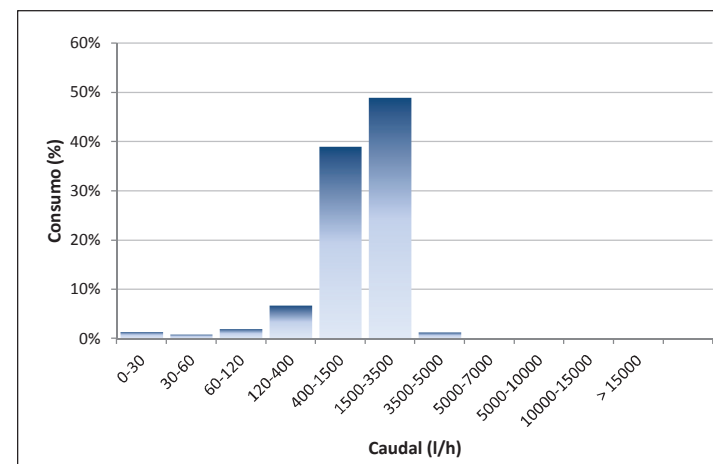
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	20/11/2008
Duración medición (días)	7
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	74420
Caudal mínimo (l/h)	4
Caudal medio (l/h)	100
Caudal máximo (l/h)	4588

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

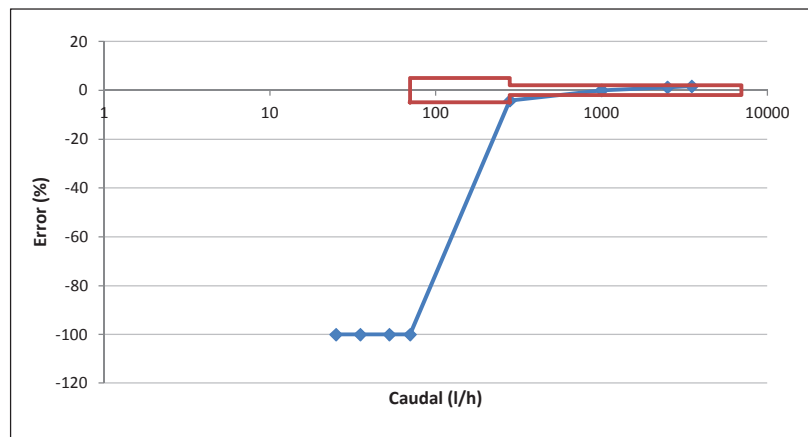
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	980	1,3%
30-60	630	0,8%
60-120	1440	1,9%
120-400	4980	6,7%
400-1500	28990	39,0%
1500-3500	36440	49,0%
3500-5000	950	1,3%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	175
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-100
280	-4,22
1000	0,05
2500	1,27
3500	1,67

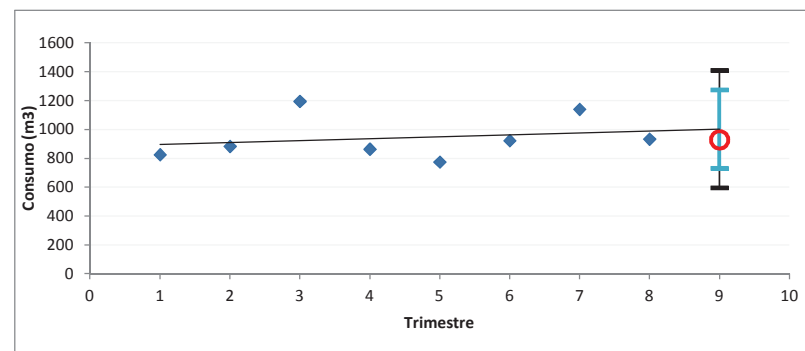
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-5,64
Error a origen	-0,99
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,88
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,076

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	826
02/2009	883
03/2009	1195
04/2009	864
01/2010	775
02/2010	923
03/2010	1140
04/2010	933



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	12,21
Contador nuevo instalado	10,52
Evolución del registro	
	-13,84%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	13,4
Constante	881,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	148,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	135,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1273,9
Mínimo	731,8
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1409,5
Mínimo	596,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	929
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1003

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 667381039 08/07/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	667381039
Sector	Comercio
Actividad	Alimentación-Pescadería
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	2,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2006
Fecha instalación	29/03/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	17369
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1882
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

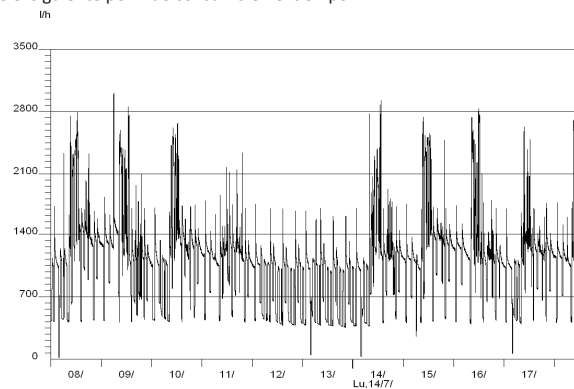
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

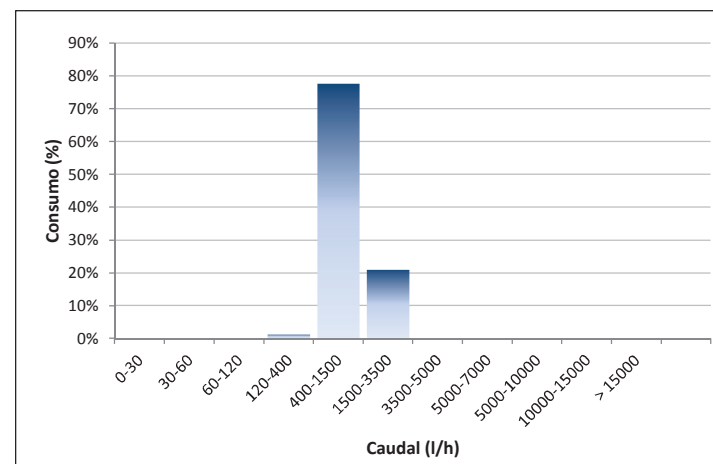
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	08/07/2008
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	285790
Caudal mínimo (l/h)	20
Caudal medio (l/h)	1126
Caudal máximo (l/h)	3007

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

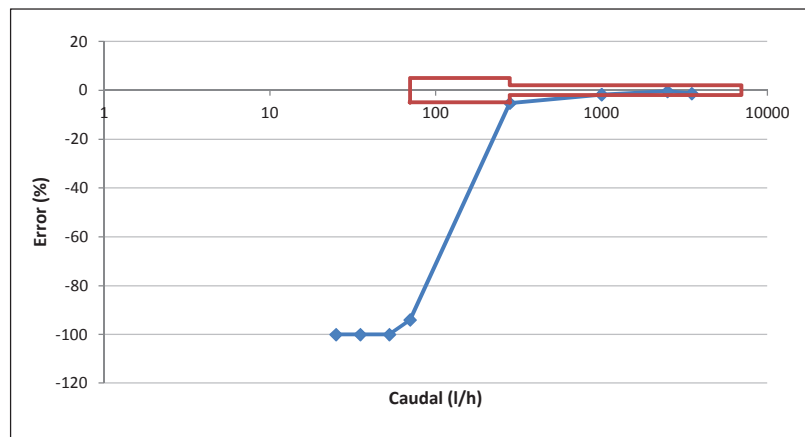
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	10	0,0%
30-60	20	0,0%
60-120	10	0,0%
120-400	3700	1,3%
400-1500	222120	77,7%
1500-3500	59920	21,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	68
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-94
280	-5,24
1000	-1,7
2500	-0,4
3500	-1,27

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

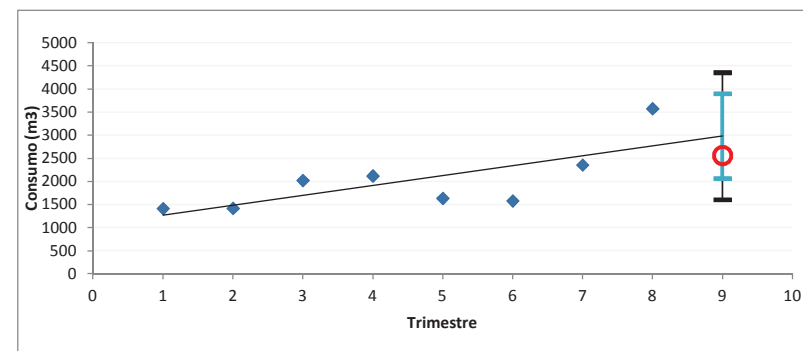
Error medio ponderado	-2,25
Error a origen	22,74
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	10,24
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,072

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1414
02/2009	1420
03/2009	2024
04/2009	2120
01/2010	1636
02/2010	1580
03/2010	2358
04/2010	3576



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	20,47
Contador nuevo instalado	22,24
Evolución del registro	
	8,65%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,5
Pendiente	214,4
Constante	1051,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	718,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	458,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3898,1
Mínimo	2063,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	4356,8
Mínimo	1604,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2564
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2981

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Refrigeración



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 649171039 28/11/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	649171039
Sector	Comercio
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2002
Fecha instalación	04/04/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	49115
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2059
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

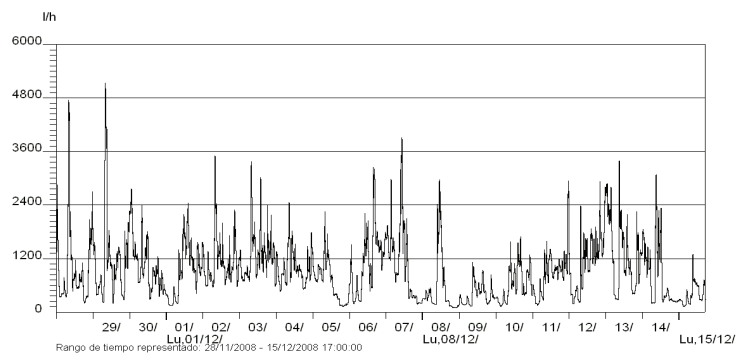
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

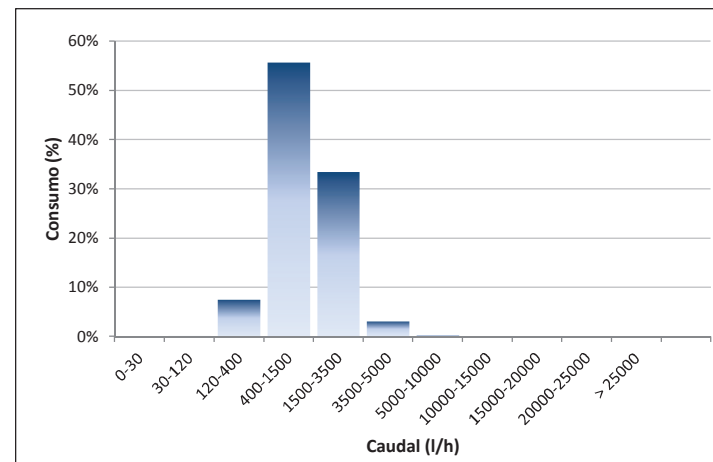
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	28/11/2008
Duración medición (días)	17
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	394950
Caudal mínimo (l/h)	95
Caudal medio (l/h)	926
Caudal máximo (l/h)	5138

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

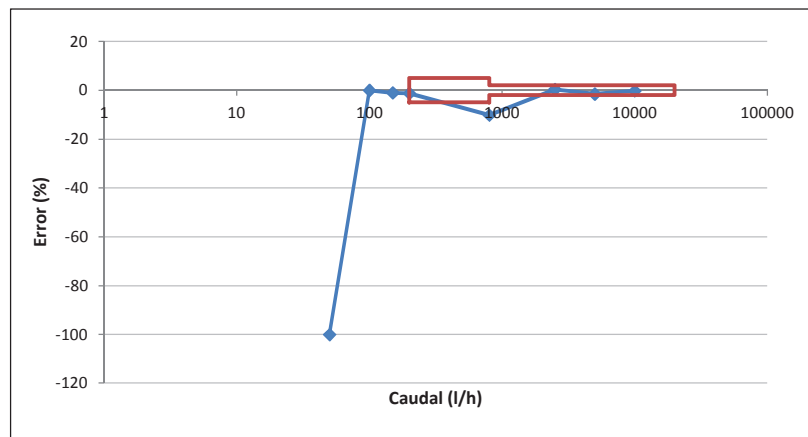
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	410	0,1%
120-400	29460	7,5%
400-1500	219870	55,7%
1500-3500	131970	33,4%
3500-5000	12130	3,1%
5000-10000	1100	0,3%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	65
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
50	-100
100	0
150	-0,99
200	-1,19
800	-10,14
2500	0,4
5000	-1,5
10000	-0,2

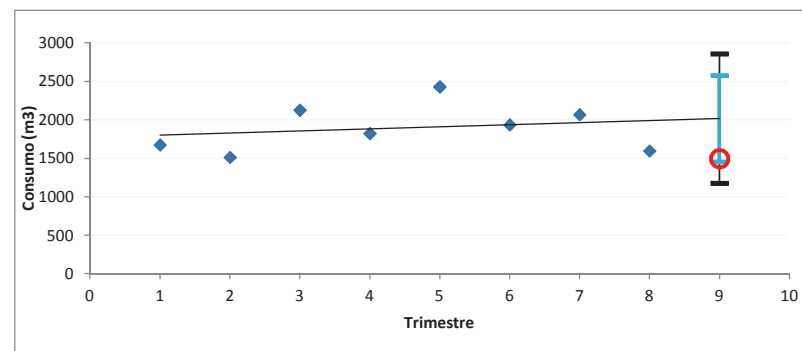
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-4,96
Error a origen	0,56
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-0,83
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,013

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
<b>Trimestre</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>
01/2009	1675
02/2009	1514
03/2009	2126
04/2009	1824
01/2010	2429
02/2010	1935
03/2010	2068
04/2010	1597





Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	22,83
Contador nuevo instalado	19,52
Evolución del registro	
	-14,50%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	26,9
Constante	1775,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	306,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	280,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2576,8
Mínimo	1456,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2856,8
Mínimo	1176,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1497
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2017

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 1149001039 16/04/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1149001039
Sector	Servicios
Actividad	Químicas-Laboratorio análisis
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	1996
Fecha instalación	08/03/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	18282
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1739
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

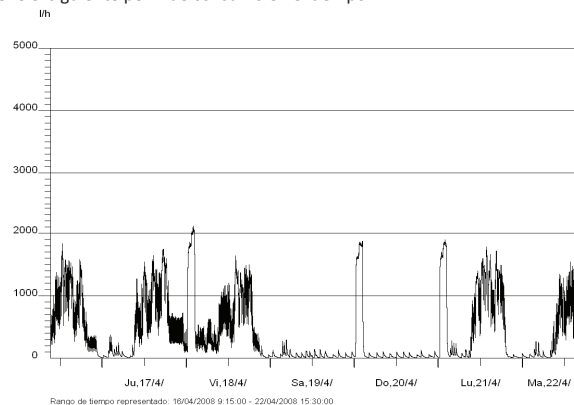
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

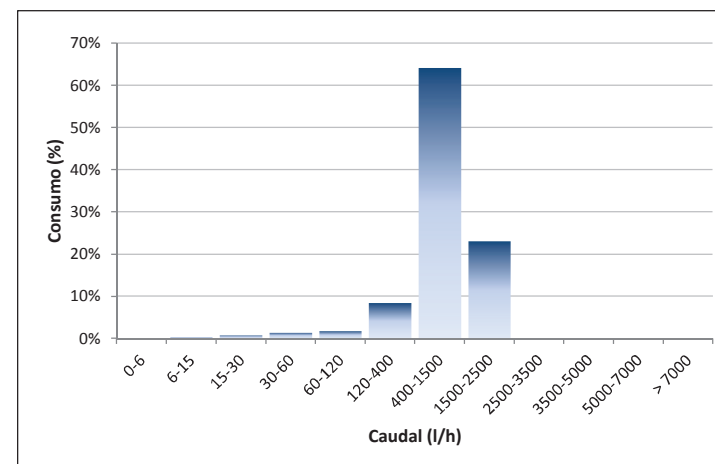
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/04/2008
Duración medición (días)	6
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	64505
Caudal mínimo (l/h)	6
Caudal medio (l/h)	424
Caudal máximo (l/h)	2116

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

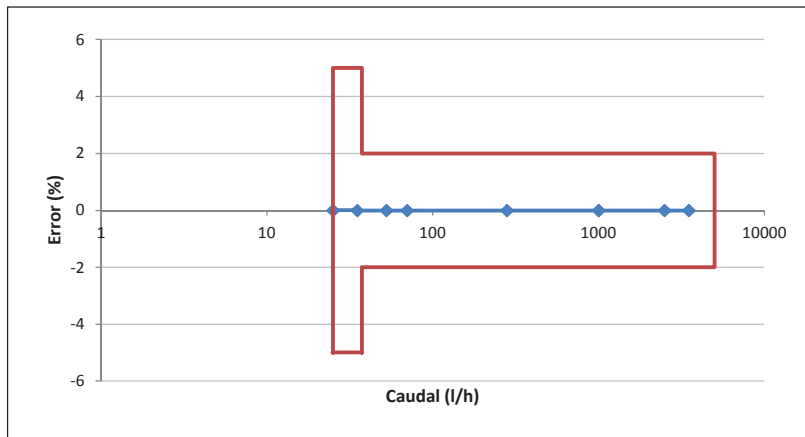
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	1	0,0%
6-15	218	0,3%
15-30	500	0,8%
30-60	857	1,3%
60-120	1171	1,8%
120-400	5449	8,4%
400-1500	41407	64,2%
1500-2500	14901	23,1%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	20

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

**ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR**

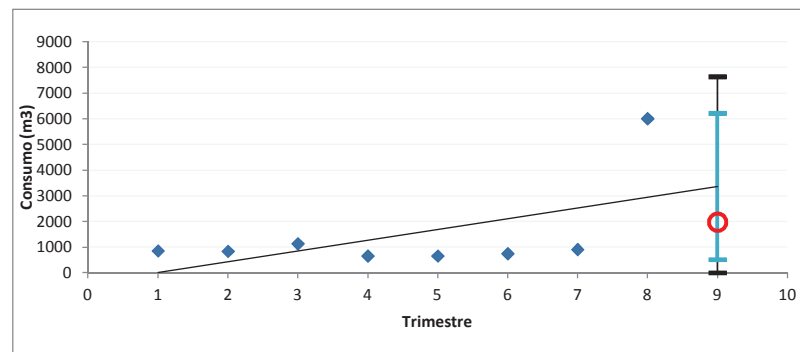
Error medio ponderado	
Error a origen	
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

**4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES**

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

**HISTÓRICO CONSUMOS**

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	858
02/2009	844
03/2009	1139
04/2009	660
01/2010	660
02/2010	752
03/2010	913
04/2010	6010



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	19,2
Contador nuevo instalado	14,24
Evolución del registro	
	-25,83%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,3
Pendiente	419,6
Constante	-408,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1837,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	1424,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	6216,4
Mínimo	519,1
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	7640,7
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1980
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3368

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

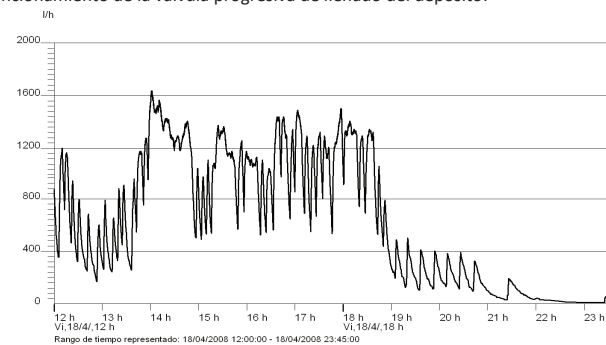
Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Asimismo se adjunta detalle del perfil de consumo del abonado donde puede observarse el funcionamiento de la válvula progresiva de llenado del depósito:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 484561039  
18/04/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	484561039
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Centro Enseñanza Oficial
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	31
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	07/03/2001
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	44565
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2908
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

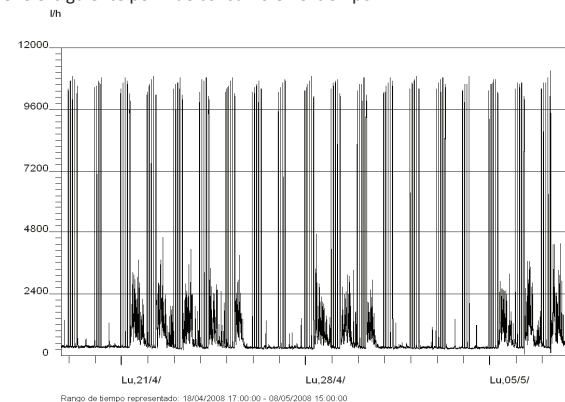
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

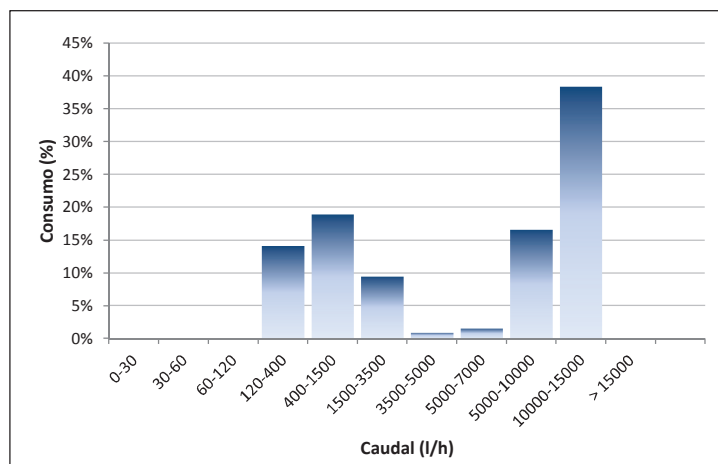
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	18/04/2008
Duración medición (días)	20
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	443726
Caudal mínimo (l/h)	62
Caudal medio (l/h)	1265
Caudal máximo (l/h)	11102

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

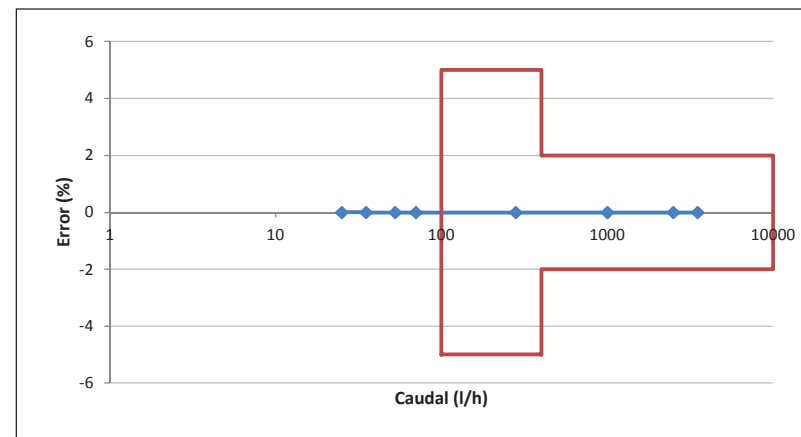
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	13,33	0,0%
120-400	62776,67	14,1%
400-1500	83907,33	18,9%
1500-3500	42035,33	9,5%
3500-5000	3984,33	0,9%
5000-7000	6912	1,6%
5000-10000	73692	16,6%
10000-15000	170405	38,4%
> 15000	0,33	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

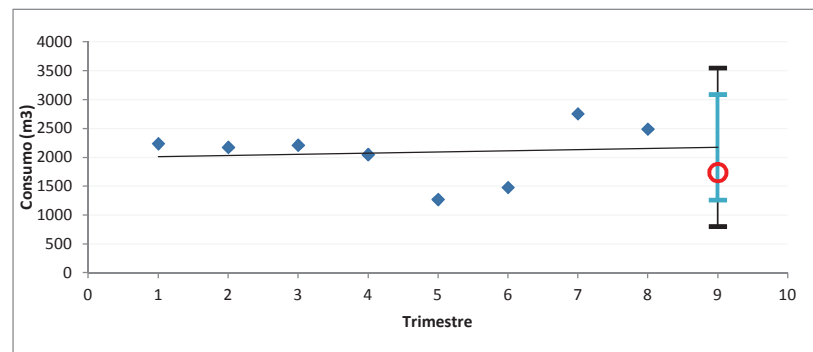
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2238
02/2009	2176
03/2009	2211
04/2009	2049
01/2010	1272
02/2010	1481
03/2010	2755
04/2010	2490



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	32,61
Contador nuevo instalado	23,24
Evolución del registro	-28,73%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	20,1
Constante	1993,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	491,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	457,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3088,6
Mínimo	1260,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	3545,5
Mínimo	803,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1739
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2175

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (11.102 l/h) supera al correspondiente por dn (10.000 l/h), el 56,6% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 800961039  
07/06/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	800961039
Sector	Comercio
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2002
Fecha instalación	18/01/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	16242
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1271
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

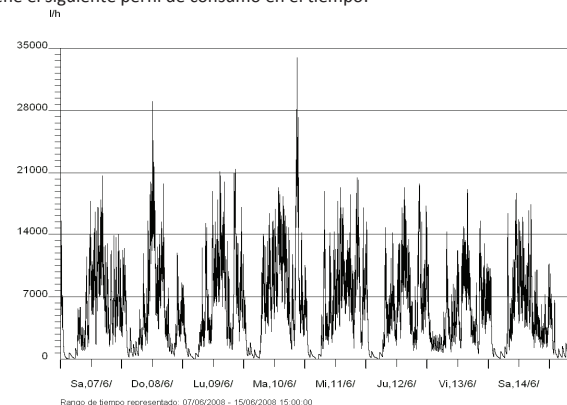
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

**DATOS PATRÓN CONSUMO**

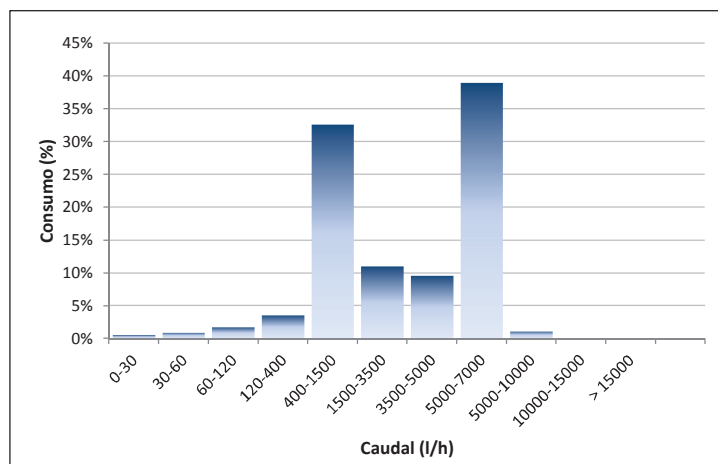
Fecha inicio	07/06/2008
Duración medición (días)	8
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	165710
Caudal mínimo (l/h)	4
Caudal medio (l/h)	655
Caudal máximo (l/h)	7993

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

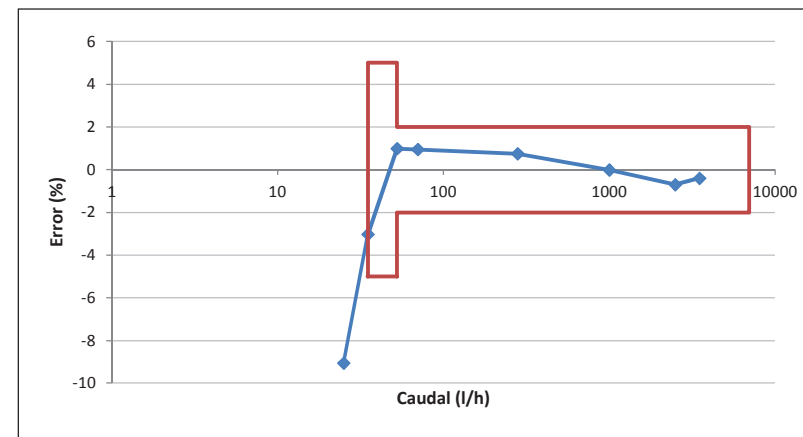
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	970	0,6%
30-60	1450	0,9%
60-120	2900	1,8%
120-400	5850	3,5%
400-1500	54070	32,6%
1500-3500	18220	11,0%
3500-5000	15840	9,6%
5000-7000	64580	39,0%
5000-10000	1830	1,1%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	8,93
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-9,05
35	-3,02
52,5	0,99
70	0,95
280	0,75
1000	-0,01
2500	-0,7
3500	-0,4

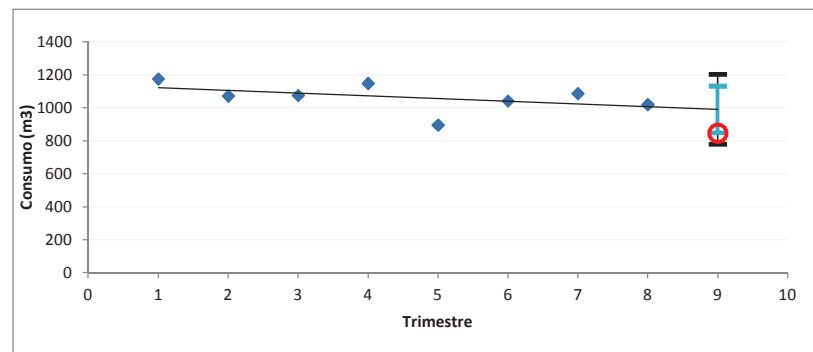
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-0,37
Error a origen	0,07
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,06
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,002

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1175
02/2009	1072
03/2009	1075
04/2009	1148
01/2010	896
02/2010	1042
03/2010	1087
04/2010	1020



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	13,77
Contador nuevo instalado	11,65
Evolución del registro	
	-15,40%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	-16,2
Constante	1137,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	85,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	70,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1132,4
Mínimo	850,6
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1202,8
Mínimo	780,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	847
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	991

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (7.993 l/h) supera al correspondiente por dn (7.000 l/h), el 49,7% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1209441039  
26/03/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	1209441039
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	75
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2006
Fecha instalación	01/06/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	148176
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	18897
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	62
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

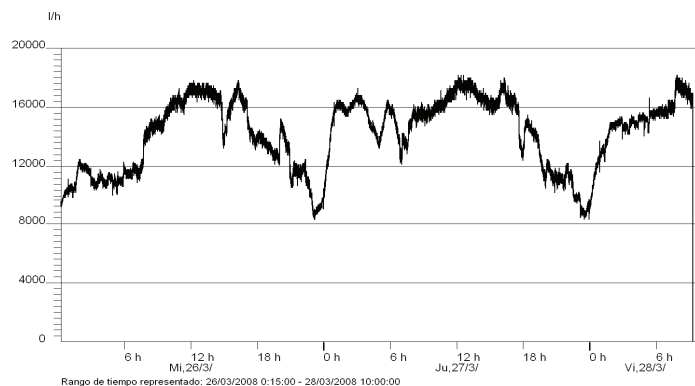
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

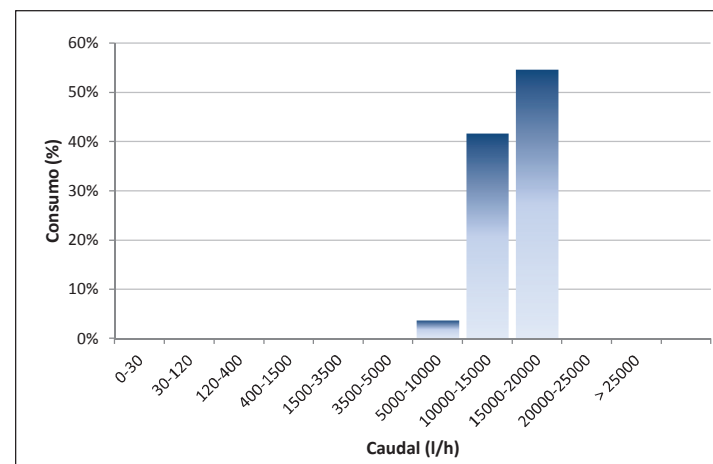
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	14/03/2008
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	816570
Caudal mínimo (l/h)	8288
Caudal medio (l/h)	14228
Caudal máximo (l/h)	18167

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

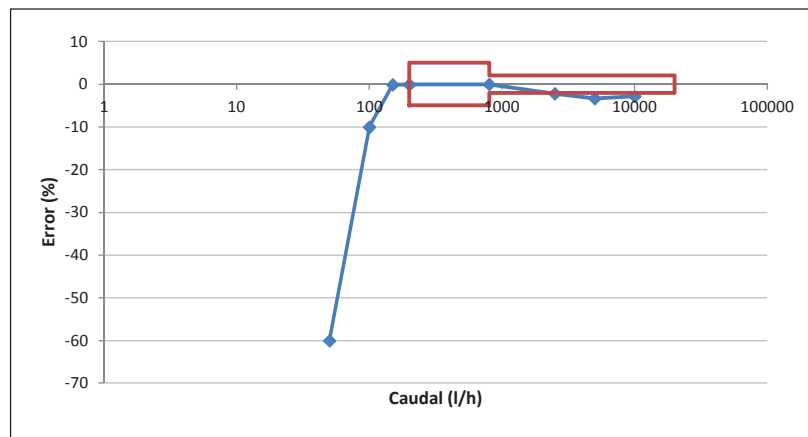
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	0	0,0%
1500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-10000	29990	3,7%
10000-15000	340400	41,7%
15000-20000	446170	54,6%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	43,34
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-60,01
100	-10,05
150	-0,11
200	-0,09
800	-0,01
2500	-2,2
5000	-3,34
10000	-2,84

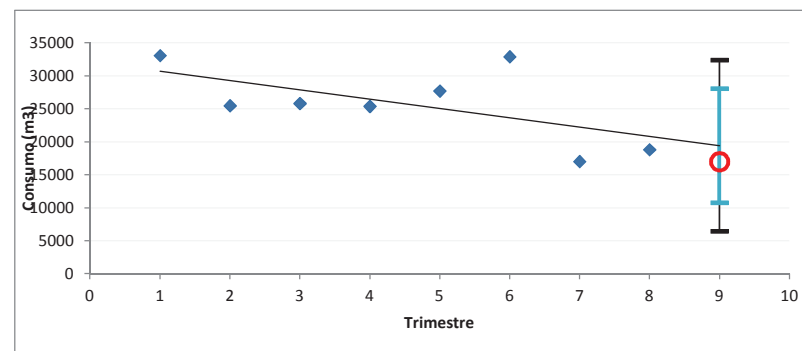
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-2,64
Error a origen	1,2
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,32
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,003

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	33077
02/2009	25484
03/2009	25819
04/2009	25388
01/2010	27713
02/2010	32898
03/2010	17039
04/2010	18818



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	221,38
Contador nuevo instalado	189,47
Evolución del registro	
	-14,41%

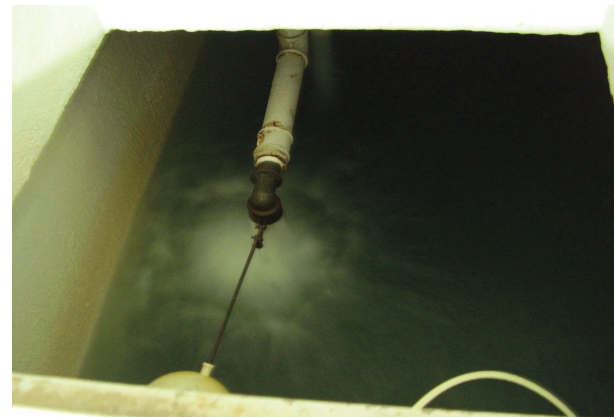
Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,4
Pendiente	-1410,4
Constante	32126,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	5766,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	4318,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	28070,1
Mínimo	10795,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	32388,9
Mínimo	6476,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	17010
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	19433

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:

Consumo continuo: Llenado depósito

Al ser su magnitud tan elevada (8.288 l/h) provocó la rotura del pistón del contador volumétrico, como puede observarse tanto en la foto adjunta como en el perfil de consumo, donde queda registrado el momento de la rotura.

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 706741039  
17/11/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	706741039
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	50
Presión media suministro	2,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2002
Fecha instalación	30/08/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	27437
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1101
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

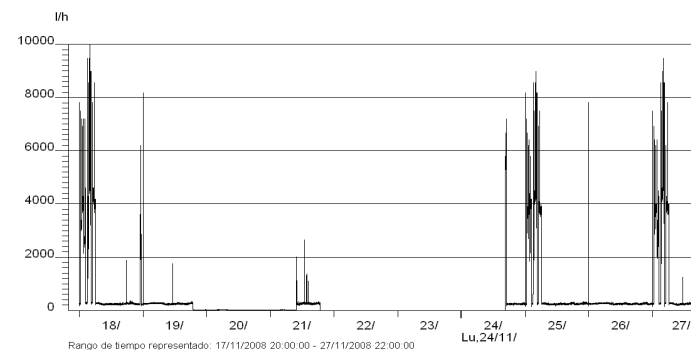
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

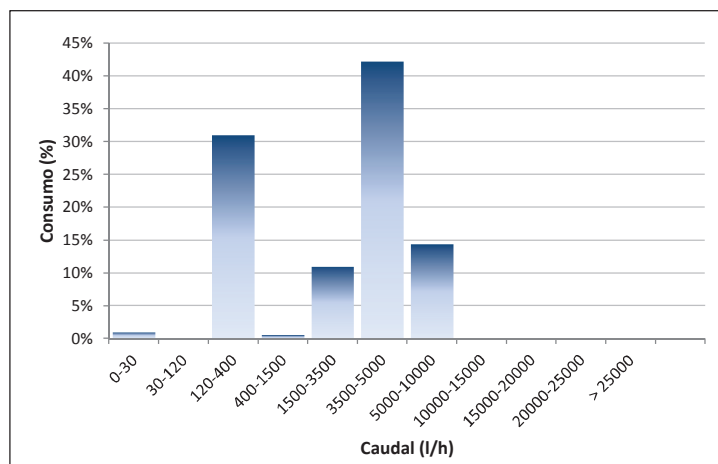
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/11/2008
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	87688
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	374
Caudal máximo (l/h)	9992

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

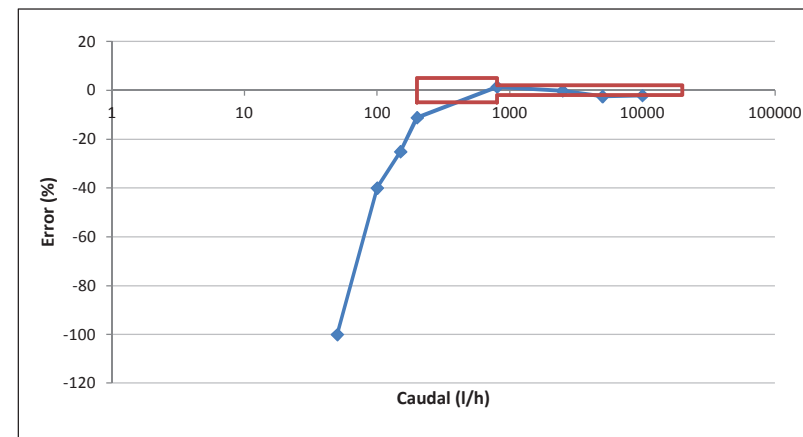
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	819	0,9%
30-120	5	0,0%
120-400	27188	31,0%
400-1500	464	0,5%
1500-3500	9594	10,9%
3500-5000	37030	42,2%
5000-10000	12588	14,4%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	75,01
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-40,03
150	-25,08
200	-11,15
800	1,4
2500	-0,2
5000	-2,5
10000	-2,12



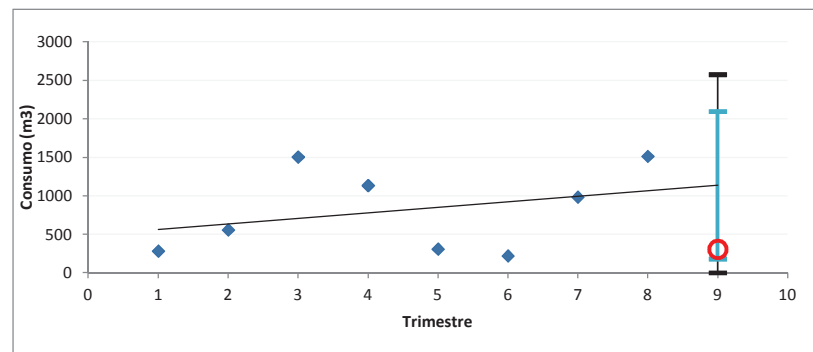
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-6,09
Error a origen	-0,98
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-1,02
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,069

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	284
02/2009	559
03/2009	1505
04/2009	1135
01/2010	310
02/2010	221
03/2010	985
04/2010	1514



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	13,85
Contador nuevo instalado	7,94
<b>Evolución del registro</b>	
	-42,67%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	72,2
Constante	489,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	541,3
Sigma total con ajuste lineal (N)	478,6
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2096,1
Mínimo	181,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2574,8
Mínimo	0,0
<b>Consumo real trim 01/2011 (m<sup>3</sup>)</b>	
	307
<b>Predicción consumo trim 01/2011 (m<sup>3</sup>)</b>	
	1139

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1254221039  
01/11/2008**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	1254221039
Sector	Servicios
Actividad	Organismos-Iglesia
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	2,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2002
Fecha instalación	10/12/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	30081
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1291
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

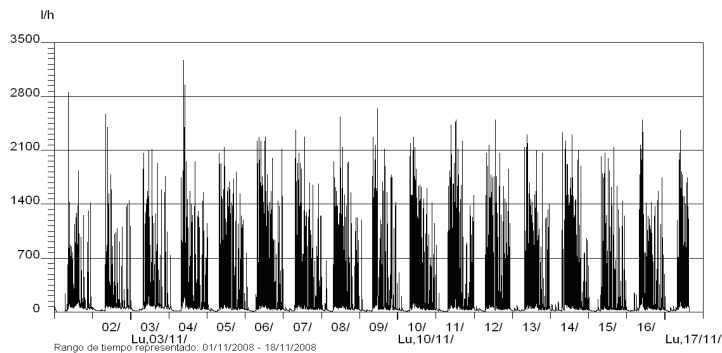
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

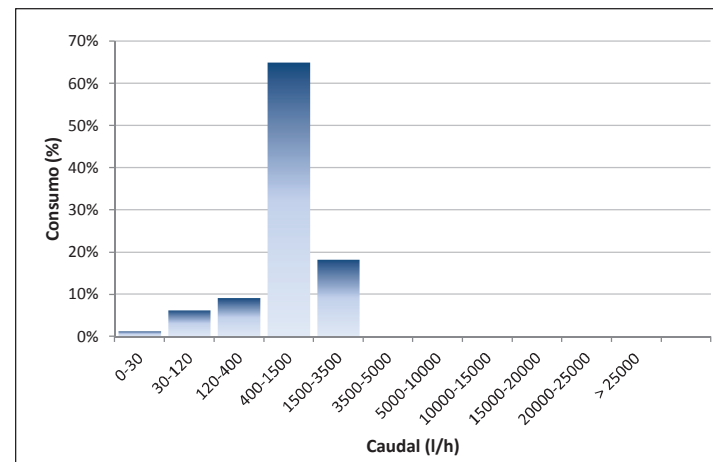
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	01/11/2008
Duración medición (días)	17
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	87888
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	149
Caudal máximo (l/h)	3270

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

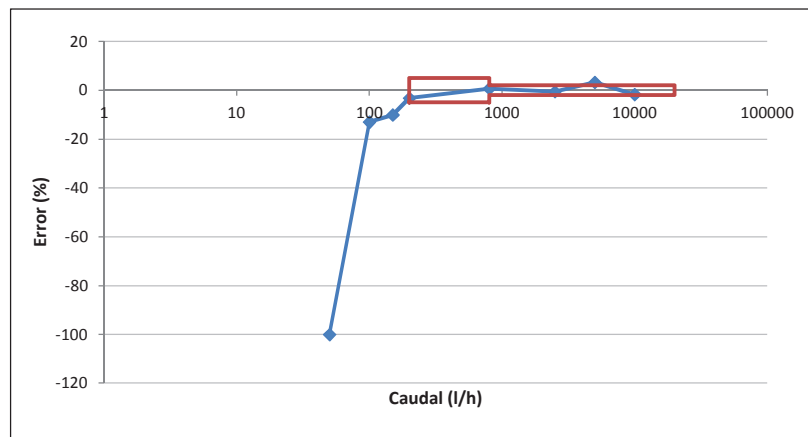
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1155,5	1,3%
30-120	5478	6,2%
120-400	8015	9,1%
400-1500	57106	65,0%
1500-3500	16064,5	18,3%
3500-5000	69	0,1%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	58,7
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-13
150	-10,05
200	-3,15
800	0,7
2500	-0,55
5000	3,27
10000	-1,69

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

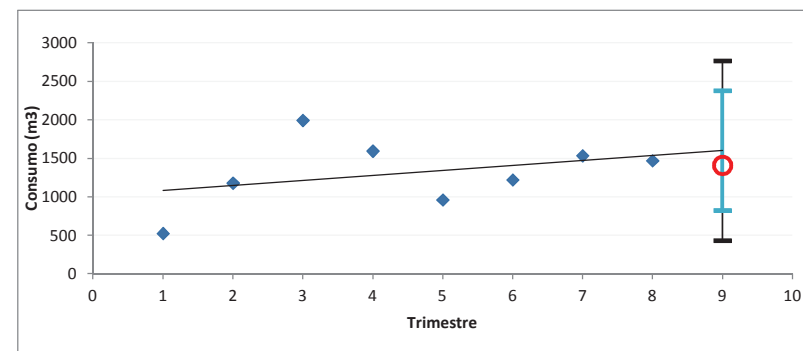
Error medio ponderado	-2,22
Error a origen	-0,99
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,37
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,025

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	526
02/2009	1179
03/2009	1993
04/2009	1595
01/2010	961
02/2010	1221
03/2010	1535
04/2010	1470



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	13,37
Contador nuevo instalado	14,22
Evolución del registro	
	6,36%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,1
Pendiente	64,7
Constante	1018,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	444,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	388,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2379,0
Mínimo	823,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2767,8
Mínimo	434,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1410
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1601

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 360611039  
21/05/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	360611039
Sector	Servicios
Actividad	Organismos-Oficiales
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	90
Presión media suministro	2,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	31
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2000
Fecha instalación	03/11/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	233380
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	6782
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

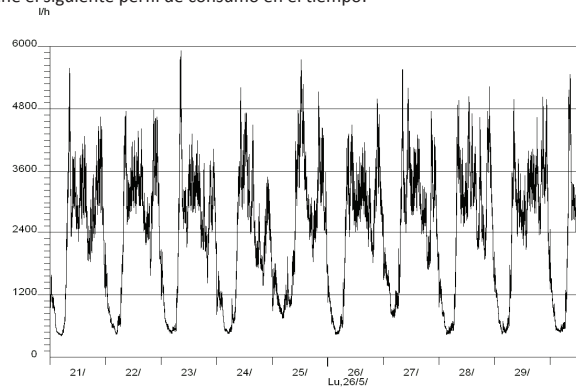
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

### DATOS PATRÓN CONSUMO

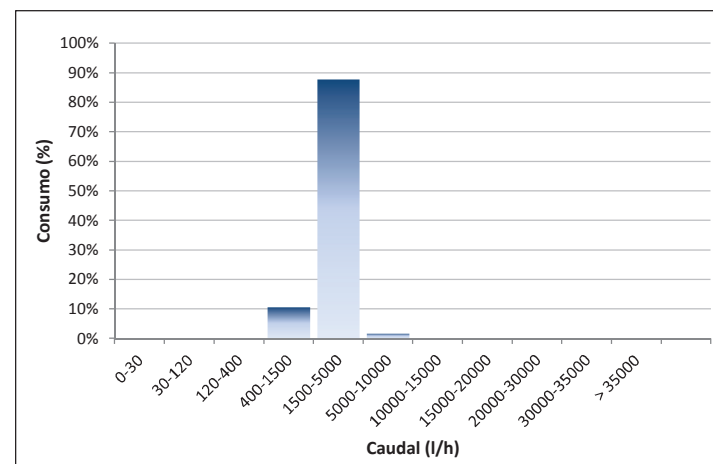
Fecha inicio	21/05/2008
Duración medición (días)	9
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	542970
Caudal mínimo (l/h)	404
Caudal medio (l/h)	2358
Caudal máximo (l/h)	5916

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



Rango de tiempo representado: 21/05/2008 - 30/05/2008 12:30:00

El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

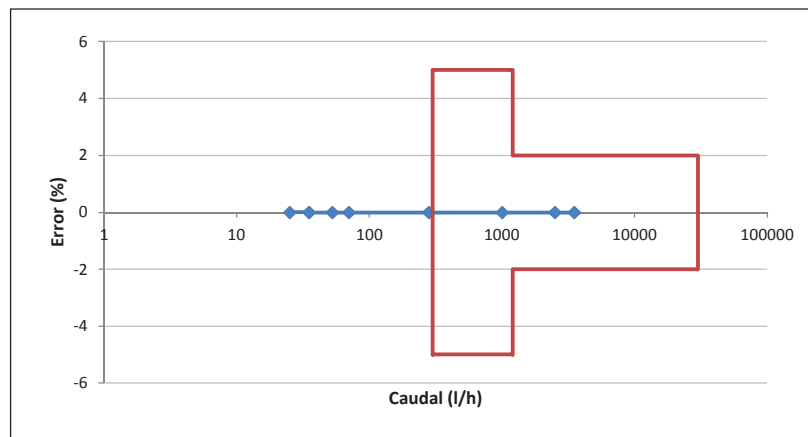
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	57300	10,6%
1500-5000	476680	87,8%
5000-10000	8980	1,7%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

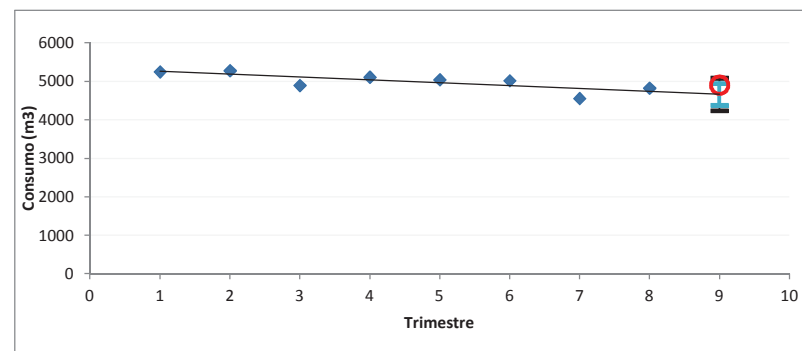
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	5248
02/2009	5278
03/2009	4892
04/2009	5109
01/2010	5042
02/2010	5019
03/2010	4556
04/2010	4824



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	75,28
Contador nuevo instalado	55,12
Evolución del registro	
	-26,78%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,6
Pendiente	-74,6
Constante	5331,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	236,8
Sigma total con ajuste lineal (N)	140,9
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	4942,3
Mínimo	4378,6
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	5083,2
Mínimo	4237,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4905
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4660

Alarma 2 $\sigma$  Ok  
Alarma 3 $\sigma$  Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 486771039  
25/06/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	486771039
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	03/03/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	39935
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	4730
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

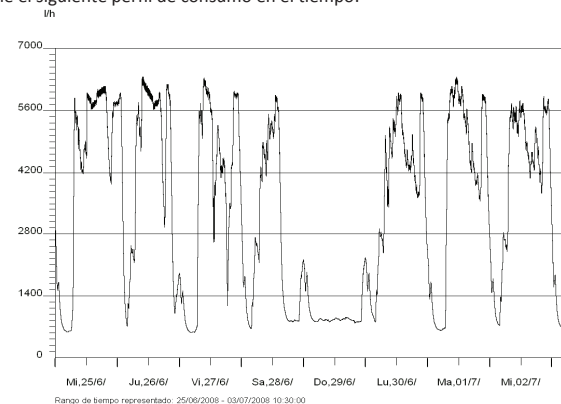
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

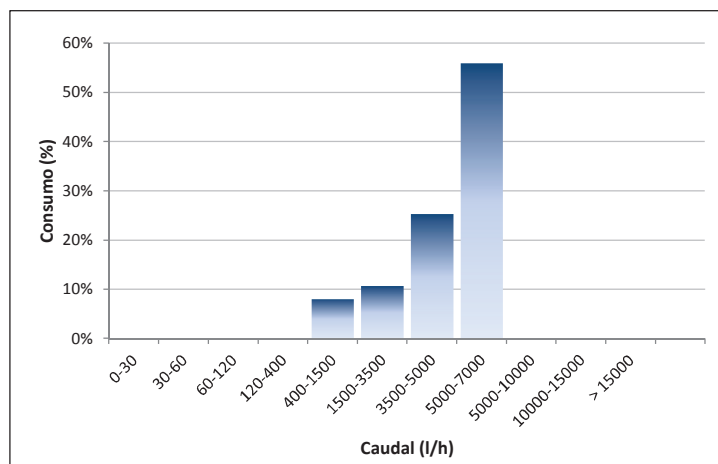
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	25/06/2008
Duración medición (días)	8
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	691220
Caudal mínimo (l/h)	568
Caudal medio (l/h)	3368
Caudal máximo (l/h)	6355

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

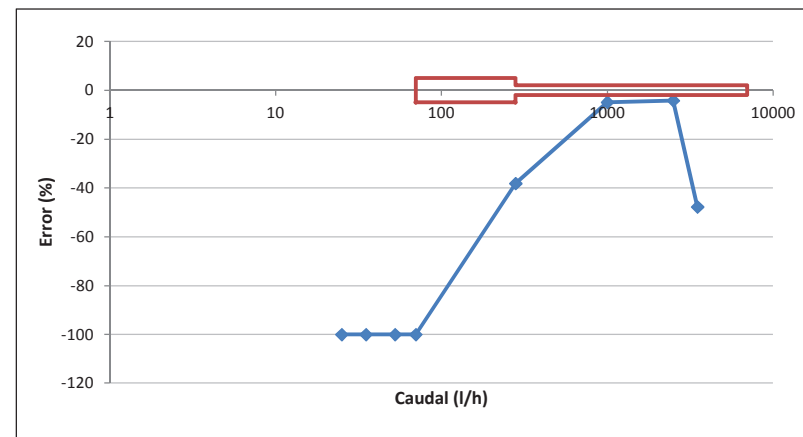
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	55450	8,0%
1500-3500	73780	10,7%
3500-5000	175070	25,3%
5000-7000	386910	56,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	171,85
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-100
280	-38,14
1000	-4,85
2500	-4,17
3500	-47,74

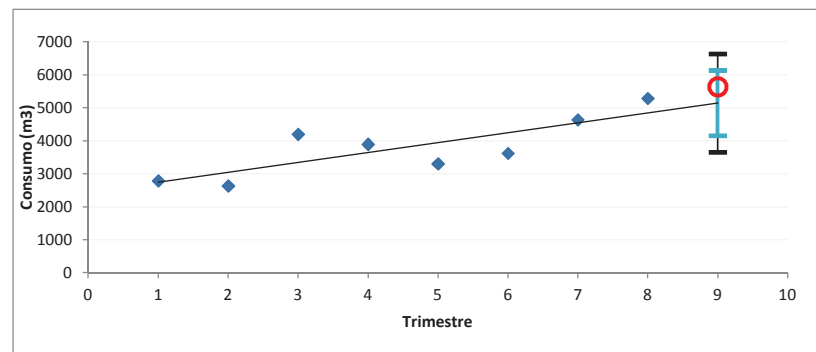
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-45,29
Error a origen	-0,57
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-15,10
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,066

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2790
02/2009	2636
03/2009	4200
04/2009	3895
01/2010	3306
02/2010	3622
03/2010	4639
04/2010	5285



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	50,36
Contador nuevo instalado	45,14
Evolución del registro	
	-10,37%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,7
Pendiente	299,5
Constante	2448,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	904,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	495,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	6134,7
Mínimo	4153,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	6629,9
Mínimo	3658,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	5640
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	5144

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 486761039  
25/06/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	486761039
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	25
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2006
Fecha instalación	02/06/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	33567
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	4221
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

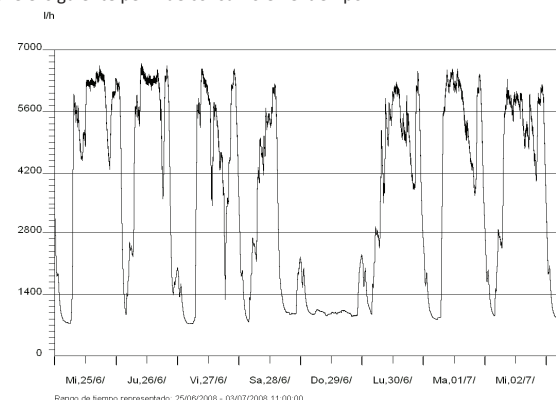
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

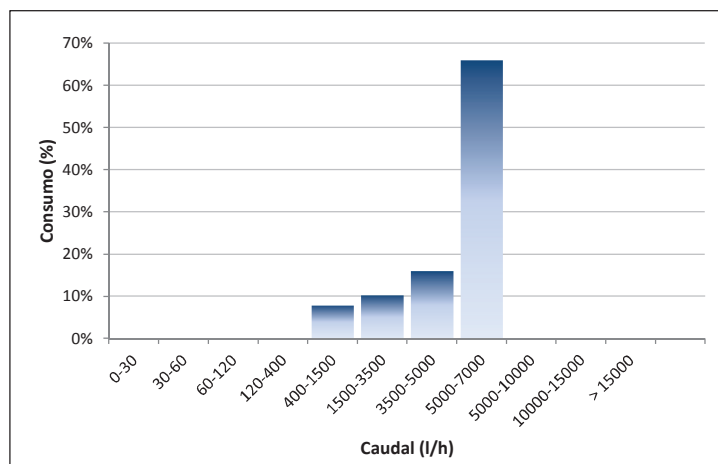
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	25/06/2008
Duración medición (días)	8
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	746280
Caudal mínimo (l/h)	750
Caudal medio (l/h)	3645
Caudal máximo (l/h)	6686

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

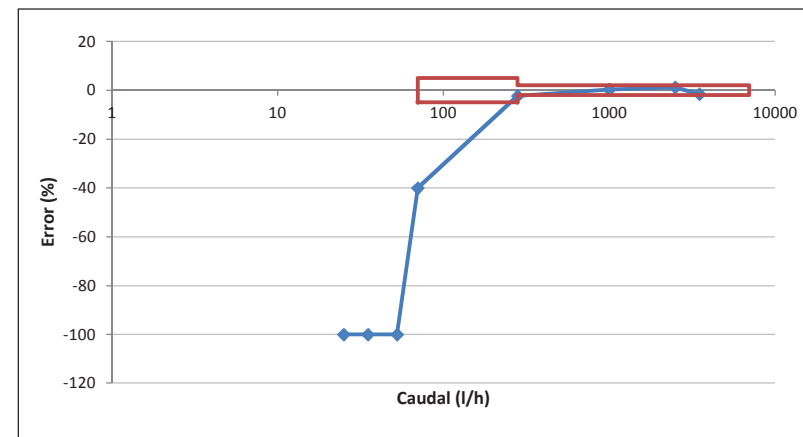
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	58230	7,8%
1500-3500	76370	10,2%
3500-5000	119270	16,0%
5000-7000	492400	66,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	60
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-100
70	-40,03
280	-2,23
1000	0,35
2500	1,22
3500	-1,57

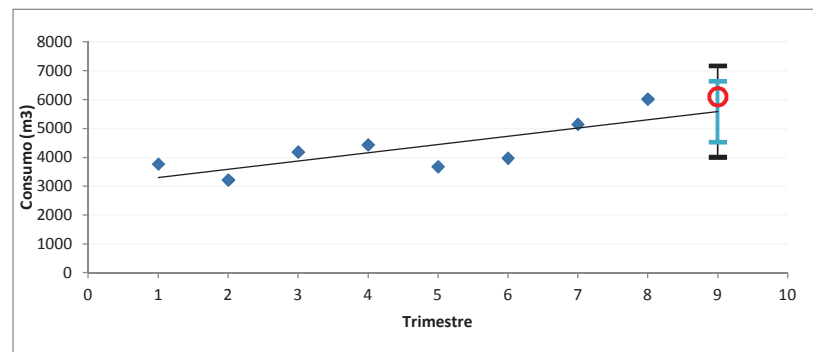
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-49,05
Error a origen	-0,68
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-24,53
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,066

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3773
02/2009	3218
03/2009	4187
04/2009	4433
01/2010	3677
02/2010	3974
03/2010	5148
04/2010	6019



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	43,08
Contador nuevo instalado	52,03
Evolución del registro	
	20,78%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,6
Pendiente	285,4
Constante	3019,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	898,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	527,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	6642,9
Mínimo	4533,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	7170,3
Mínimo	4005,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	6102
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	5588

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 124991039  
31/05/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	124991039
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	12/05/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	29884
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2389
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	57
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

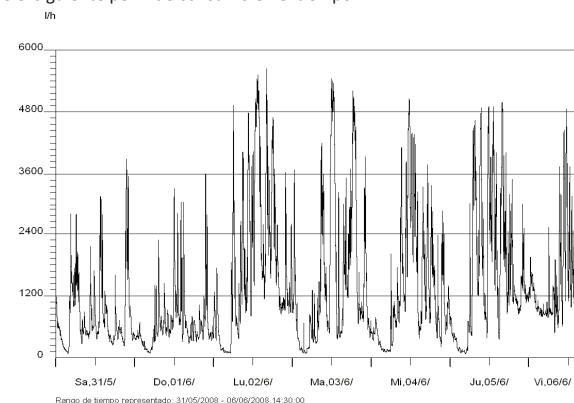
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

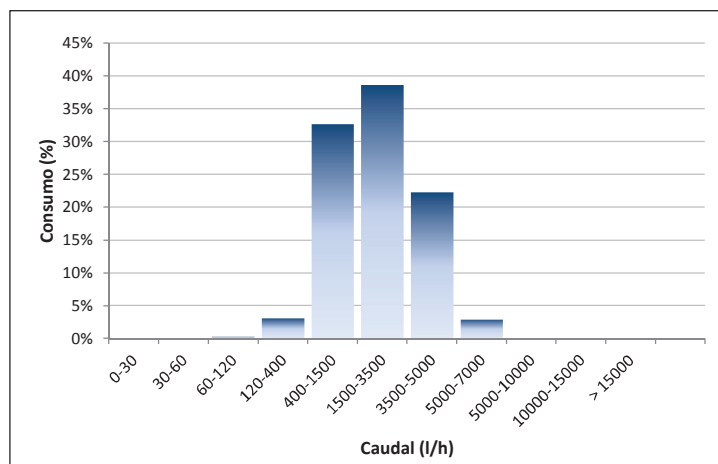
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	31/05/2008
Duración medición (días)	6
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	207730
Caudal mínimo (l/h)	76
Caudal medio (l/h)	1303
Caudal máximo (l/h)	5638

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

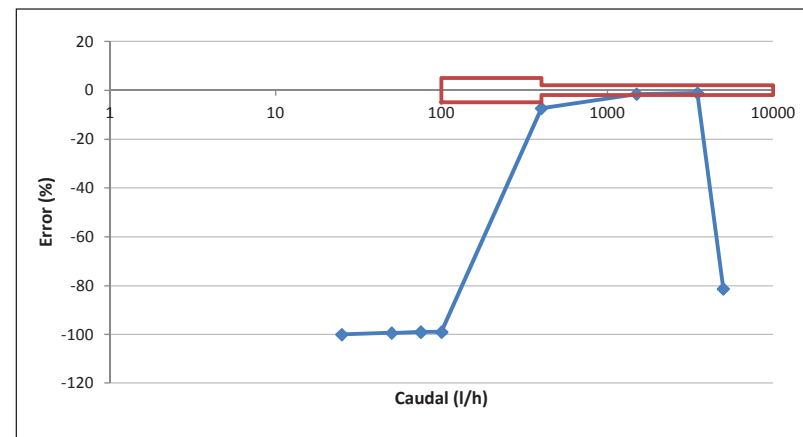
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	620	0,3%
120-400	6410	3,1%
400-1500	67910	32,7%
1500-3500	80360	38,7%
3500-5000	46370	22,3%
5000-7000	6050	2,9%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	35
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
50	-99,4
75	-99
100	-99
400	-7,37
1500	-1,51
3500	-1,12
5000	-81,31



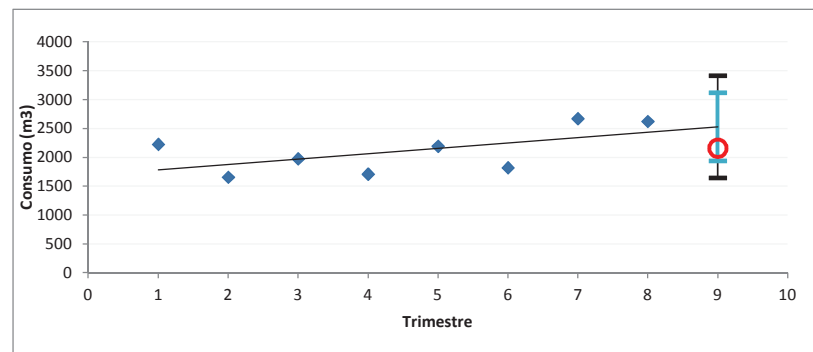
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-15,71
Error a origen	0,1
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-5,24
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,076

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2227
02/2009	1658
03/2009	1977
04/2009	1710
01/2010	2193
02/2010	1821
03/2010	2671
04/2010	2622



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	28,3
Contador nuevo instalado	24,12
Evolución del registro	
	-14,77%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,3
Pendiente	93,4
Constante	1689,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	389,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	295,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3120,3
Mínimo	1940,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	3415,4
Mínimo	1644,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2160
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2530

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1289031039  
08/07/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	1289031039
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2003
Fecha instalación	12/09/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	59807
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3298
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

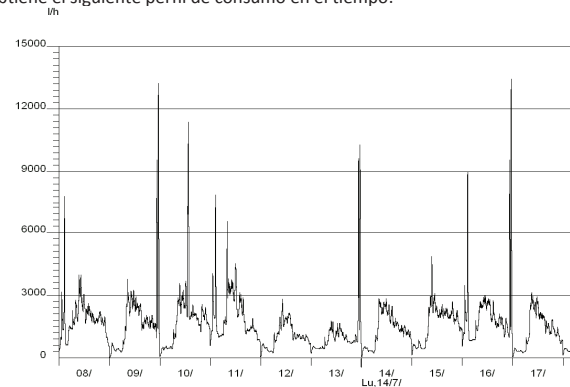
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

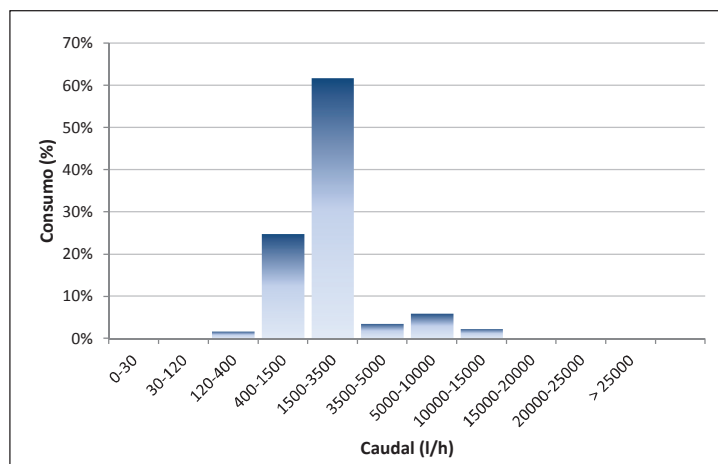
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	08/07/2008
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	400250
Caudal mínimo (l/h)	38
Caudal medio (l/h)	1580
Caudal máximo (l/h)	13422

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

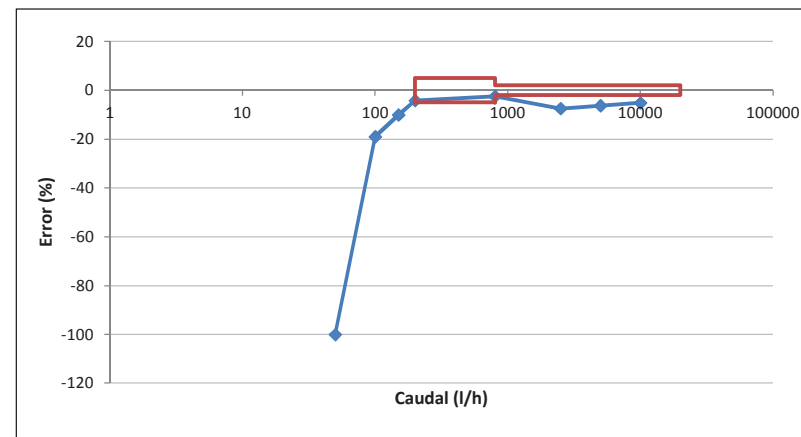
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	150	0,0%
120-400	6750	1,7%
400-1500	99180	24,8%
1500-3500	247040	61,7%
3500-5000	14180	3,5%
5000-10000	23750	5,9%
10000-15000	9190	2,3%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	68,52
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-19
150	-10,05
200	-4,14
800	-2,4
2500	-7,44
5000	-6,26
10000	-5,13

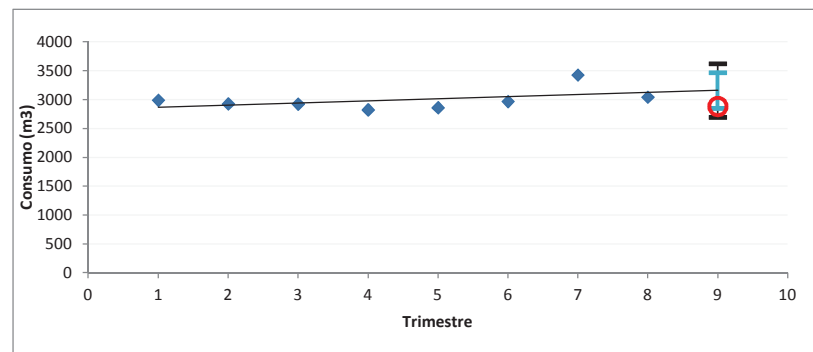
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-5,67
Error a origen	0,38
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,13
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,014

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2989
02/2009	2926
03/2009	2923
04/2009	2824
01/2010	2861
02/2010	2967
03/2010	3426
04/2010	3042



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	36,1
Contador nuevo instalado	33,65
Evolución del registro	
	-6,79%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	36,2
Constante	2831,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	187,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	154,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3466,6
Mínimo	2848,6
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	3621,1
Mínimo	2694,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2883
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3158

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 965271039  
27/03/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	965271039
Sector	Comercio
Actividad	Energía-Estación de Servicio
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	15
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	1998
Fecha instalación	19/08/1999
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	32529
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3711
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

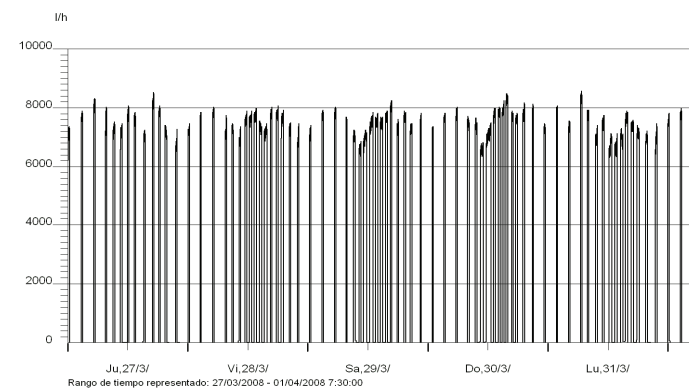
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

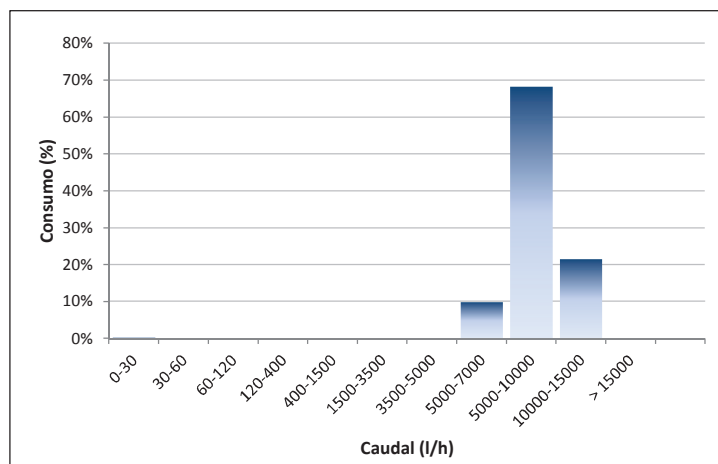
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	27/03/2008
Duración medición (días)	5
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	165727
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	1683
Caudal máximo (l/h)	8564

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

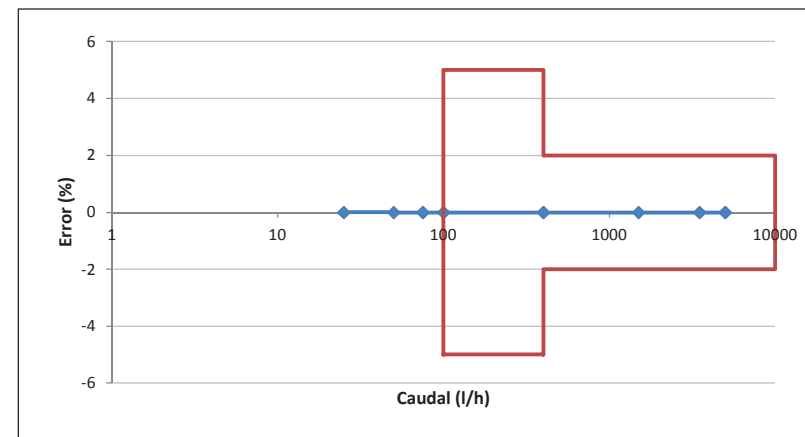
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	463,5	0,3%
30-60	26	0,0%
60-120	21	0,0%
120-400	1	0,0%
400-1500	3	0,0%
1500-3500	6,5	0,0%
3500-5000	8	0,0%
5000-7000	16286	9,8%
5000-10000	113159,5	68,3%
10000-15000	35752	21,6%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
50	
75	
100	
400	
1500	
3500	
5000	

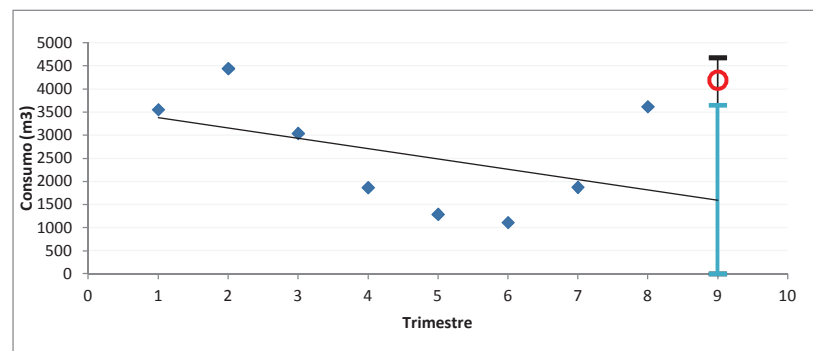
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3555
02/2009	4444
03/2009	3041
04/2009	1869
01/2010	1291
02/2010	1113
03/2010	1876
04/2010	3620



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	40,5
Contador nuevo instalado	27,48
Evolución del registro	
	-32,15%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

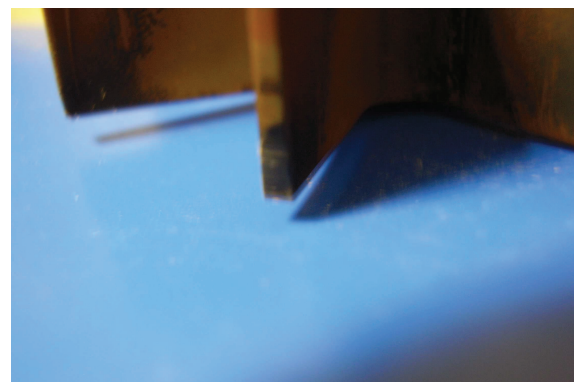
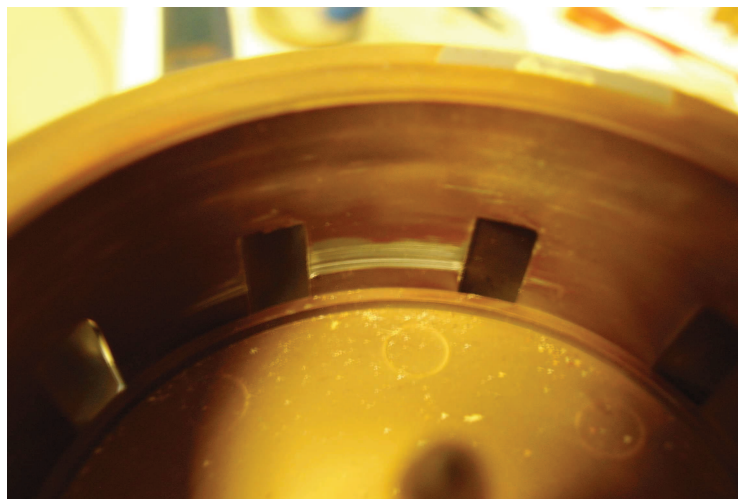
PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	-223,2
Constante	3605,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1226,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	1027,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	3650,9
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	4677,9
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4194
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1597

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Ok

5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:





**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 824081039  
07/06/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	824081039
Sector	Comercio
Actividad	Vehículos-Venta
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	31
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	14/12/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	23434
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1402
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	59
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

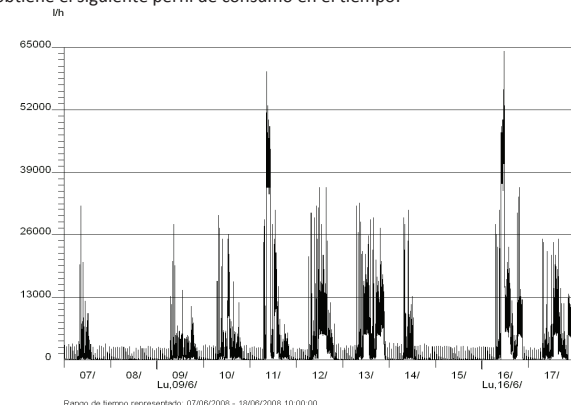
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

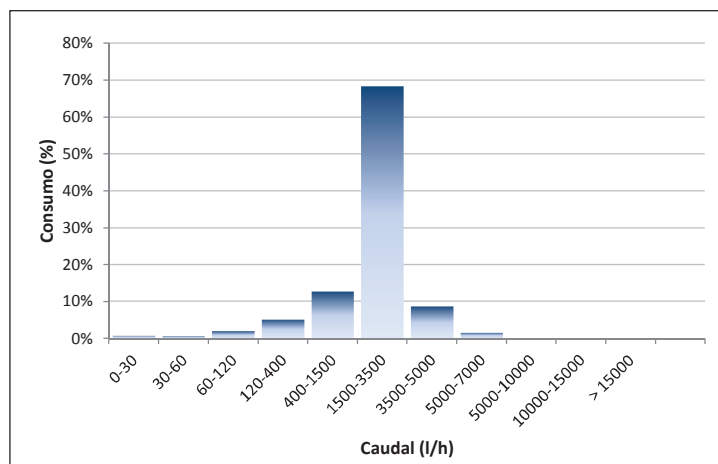
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	07/06/2008
Duración medición (días)	11
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	155640
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	654
Caudal máximo (l/h)	6891

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

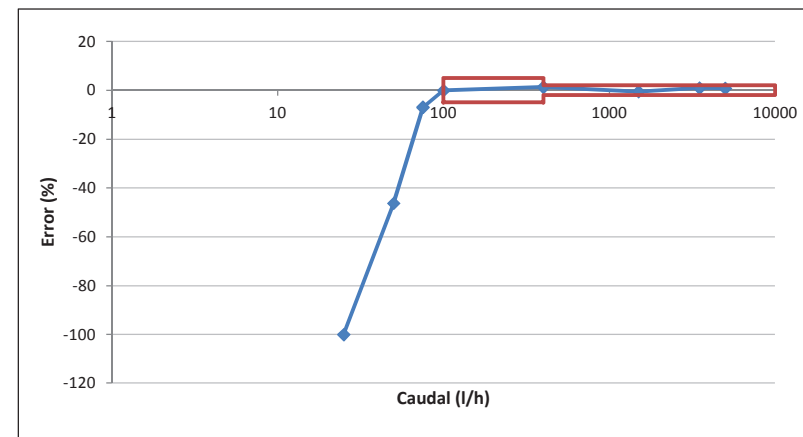
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1190	0,8%
30-60	1070	0,7%
60-120	3150	2,0%
120-400	8010	5,1%
400-1500	19790	12,7%
1500-3500	106460	68,4%
3500-5000	13530	8,7%
5000-7000	2430	1,6%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	43,24
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
50	-46,23
75	-6,91
100	-0,03
400	1,32
1500	-0,52
3500	0,97
5000	0,85

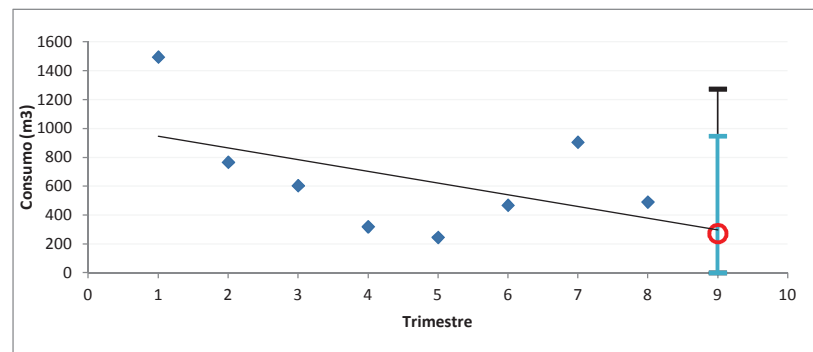
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-0,96
Error a origen	-0,74
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,12
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,006

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1495
02/2009	767
03/2009	605
04/2009	320
01/2010	246
02/2010	469
03/2010	905
04/2010	491



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	17,95
Contador nuevo instalado	6,7
Evolución del registro	
	-62,67%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	-81,2
Constante	1027,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	400,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	325,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	947,6
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1273,0
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	273
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	297

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1292931039  
28/11/2008**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	1292931039
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	14/07/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	22930
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1782
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

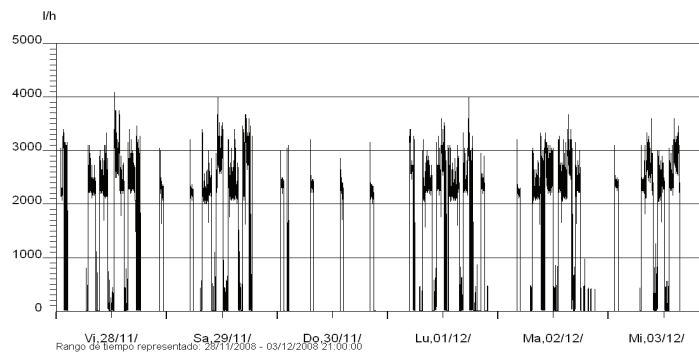
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

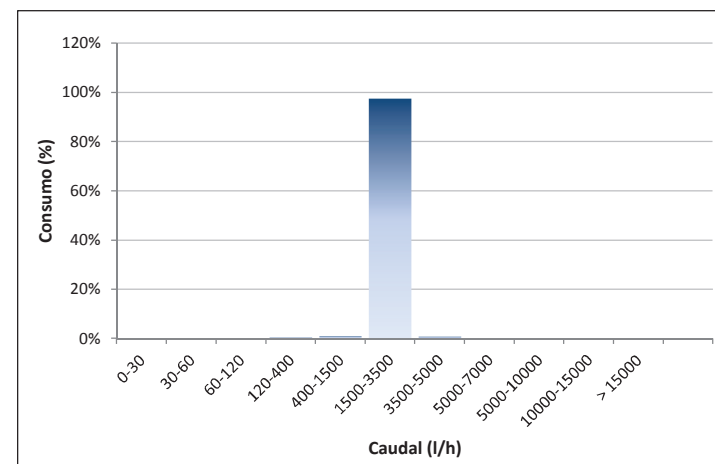
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	28/11/2008
Duración medición (días)	5
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	116497
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	864
Caudal máximo (l/h)	4087

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

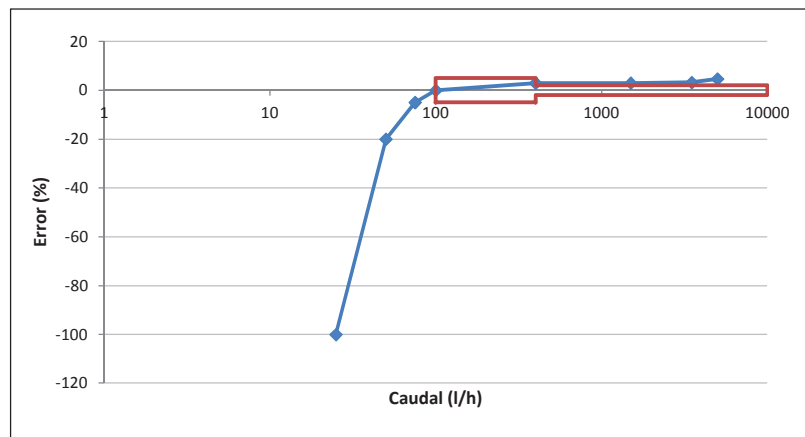
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	199	0,2%
30-60	54	0,0%
60-120	37	0,0%
120-400	472	0,4%
400-1500	1172	1,0%
1500-3500	113727	97,6%
3500-5000	836	0,7%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	25
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
50	-20
75	-4,95
100	0
400	2,98
1500	2,98
3500	3,24
5000	4,68

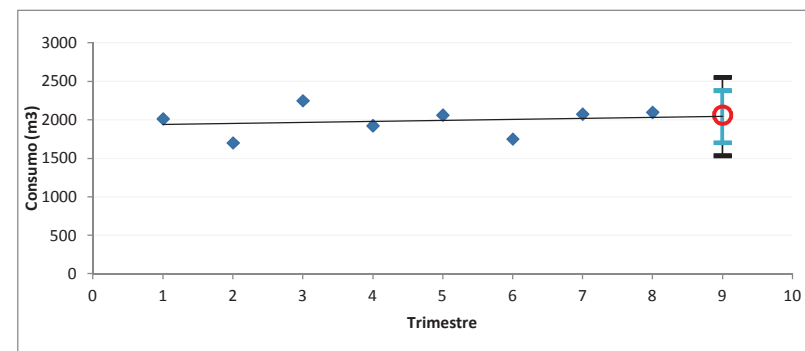
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	2,92
Error a origen	0,12
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,58
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,025

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2014
02/2009	1701
03/2009	2249
04/2009	1925
01/2010	2062
02/2010	1751
03/2010	2075
04/2010	2098



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	20,78
Contador nuevo instalado	22,54
Evolución del registro	
	8,47%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	13,1
Constante	1925,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	183,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	169,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2381,8
Mínimo	1704,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2551,1
Mínimo	1535,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2063
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2043

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1292911039  
17/04/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1292911039
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	50
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2007
Fecha instalación	01/04/2008
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	25277
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1761
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Reinstalado

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

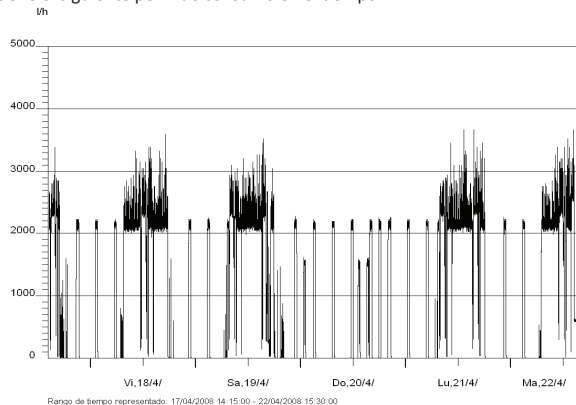
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

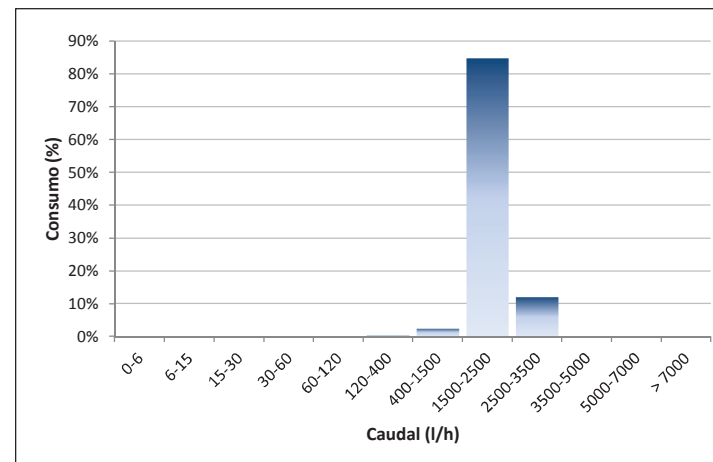
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/04/2008
Duración medición (días)	5
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	113913
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	926
Caudal máximo (l/h)	3671

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	86	0,1%
6-15	22	0,0%
15-30	31	0,0%
30-60	42	0,0%
60-120	65	0,1%
120-400	374	0,3%
400-1500	2819	2,5%
1500-2500	96684	84,9%
2500-3500	13753	12,1%
3500-5000	37	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

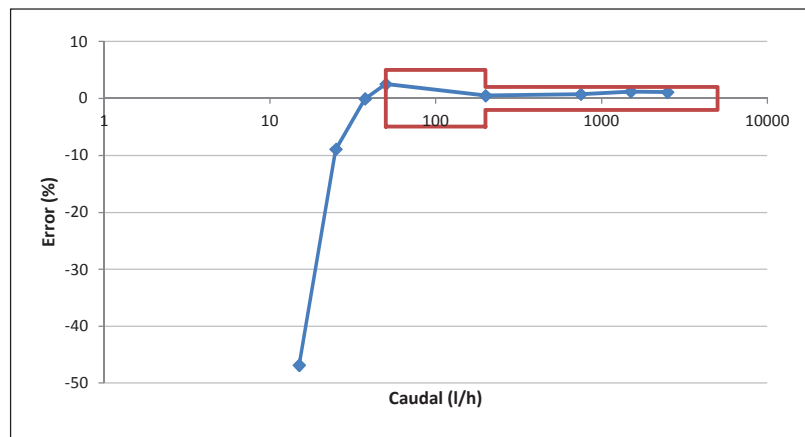
A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	20



### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	8,89
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-46,82
25	-8,89
37,5	-0,05
50	2,52
200	0,5
750	0,75
1500	1,23
2500	1,1

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

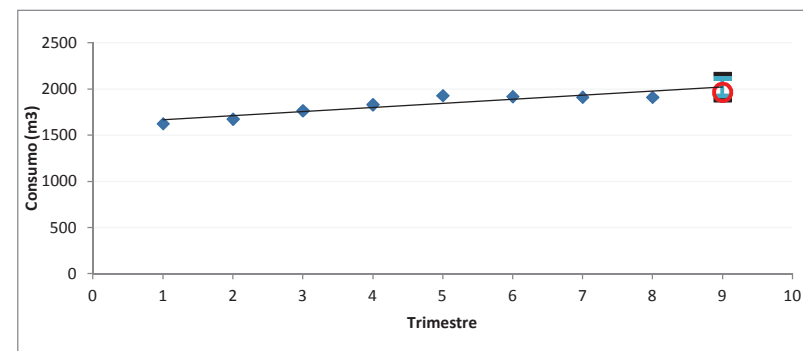
Error medio ponderado	1,05
Error a origen	0,65
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	1,05
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,009

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1625
02/2009	1675
03/2009	1766
04/2009	1832
01/2010	1930
02/2010	1919
03/2010	1912
04/2010	1911



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	18,29
Contador nuevo instalado	20,36
Evolución del registro	
	11,32%

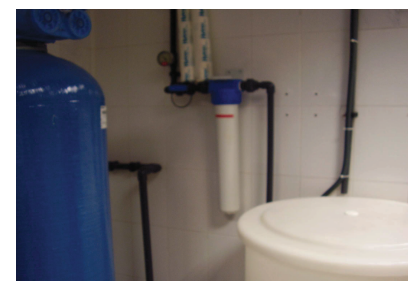
Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,8
Pendiente	44,6
Constante	1620,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	120,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	46,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2114,8
Mínimo	1928,8
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2161,4
Mínimo	1882,3
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1966
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2022

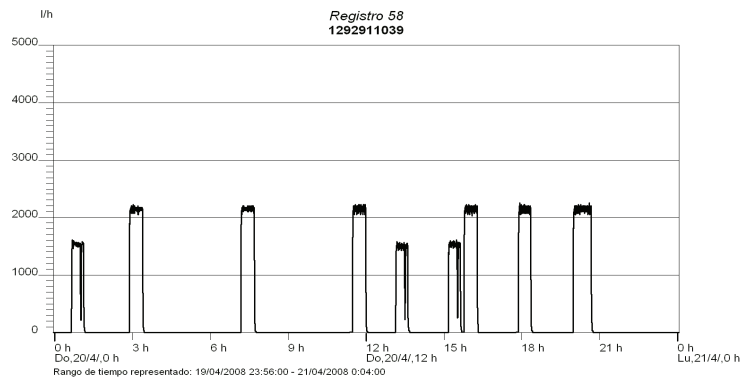
Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 24 horas:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 504661039  
14/08/2009**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	504661039
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Urbana
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	15
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	1997
Fecha instalación	15/06/1998
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	35727
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	3370
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	Extraviado para ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

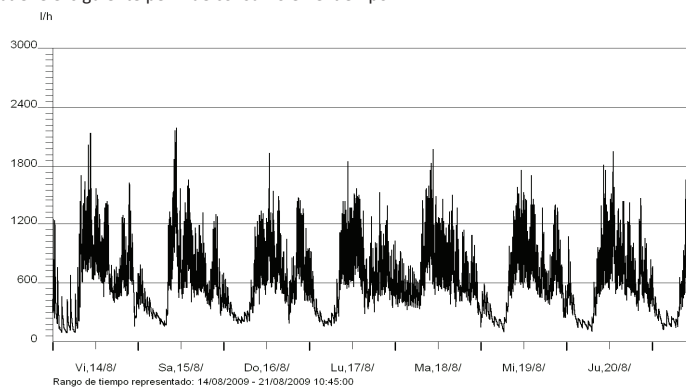
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

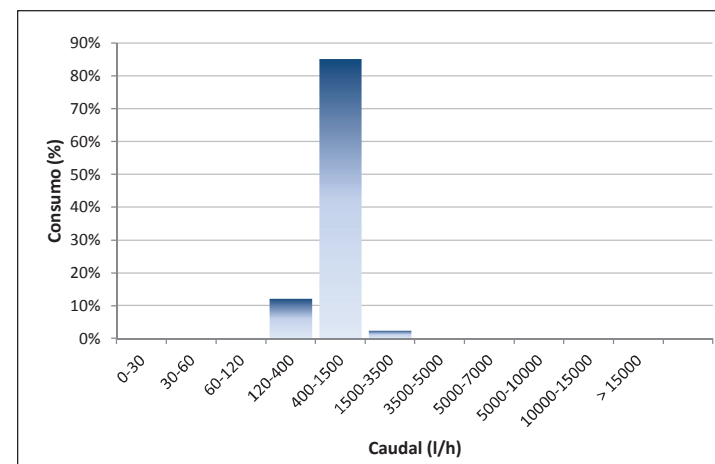
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	14/08/2009
Duración medición (días)	7
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	108676
Caudal mínimo (l/h)	89
Caudal medio (l/h)	606
Caudal máximo (l/h)	2193

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

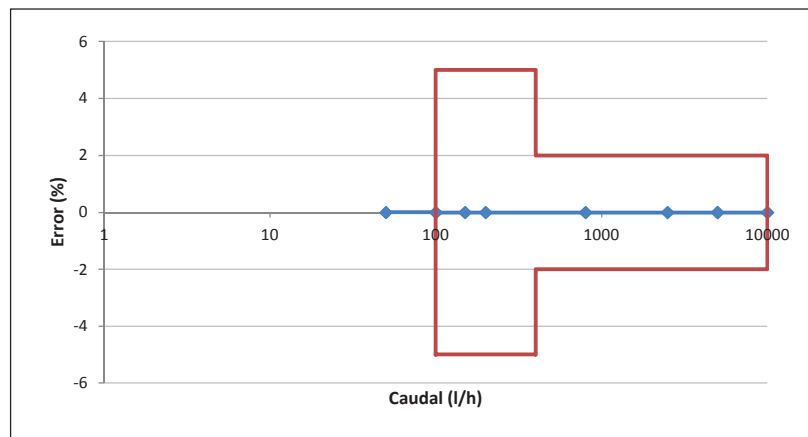
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	172	0,2%
120-400	13194	12,1%
400-1500	92683	85,3%
1500-3500	2627	2,4%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

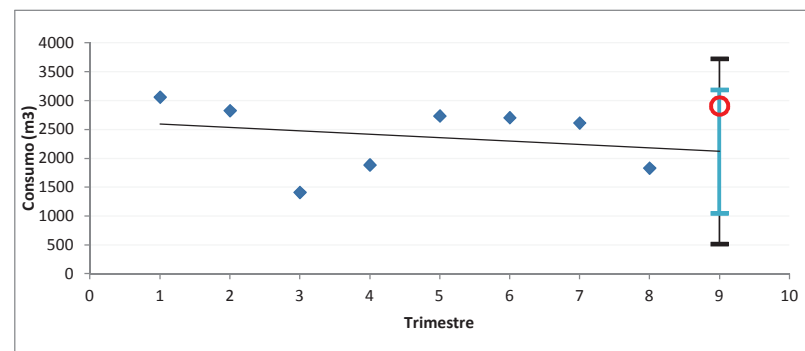
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3061
02/2009	2828
03/2009	1412
04/2009	1888
01/2010	2736
02/2010	2705
03/2010	2614
04/2010	1833



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	36,91
Contador nuevo instalado	27,8
Evolución del registro	
	-24,68%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-58,8
Constante	2649,2
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	589,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	534,4
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	3188,8
Mínimo	1051,3
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	3723,2
Mínimo	516,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2908
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	2120

Alarma 2 $\sigma$  Ok  
Alarma 3 $\sigma$  Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 932191039 17/12/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	932191039
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Urbana
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2002
Fecha instalación	10/04/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	188237
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2484
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

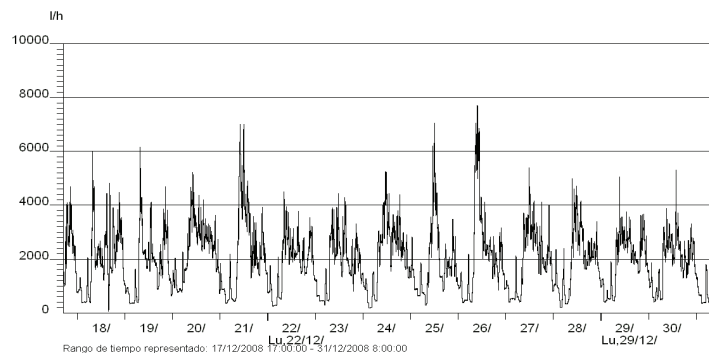
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

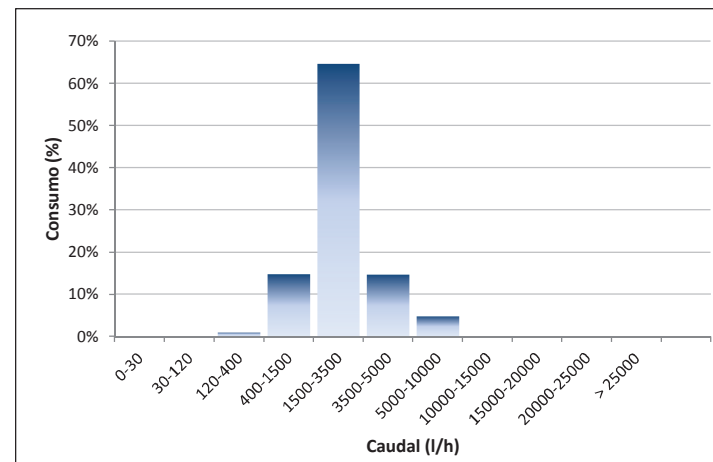
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/12/2008
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	638270
Caudal mínimo (l/h)	47
Caudal medio (l/h)	1947
Caudal máximo (l/h)	7719

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

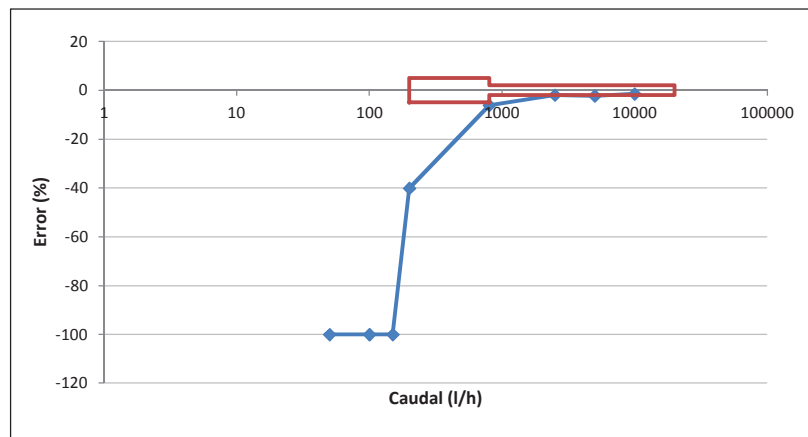
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	20	0,0%
120-400	6340	1,0%
400-1500	94540	14,8%
1500-3500	412730	64,7%
3500-5000	93890	14,7%
5000-10000	30750	4,8%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	175,05
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-100
150	-100
200	-40,12
800	-6,14
2500	-1,95
5000	-2,24
10000	-1,49

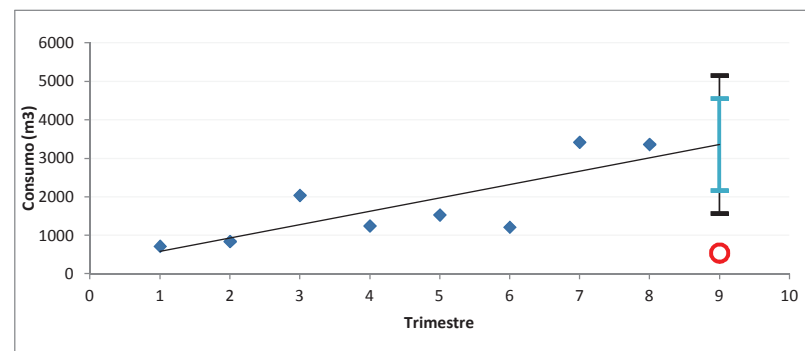
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-4,01
Error a origen	0,21
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,67
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,006

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	720
02/2009	844
03/2009	2039
04/2009	1248
01/2010	1532
02/2010	1214
03/2010	3420
04/2010	3364





Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	73,42
Contador nuevo instalado	60,51
Evolución del registro	
	-17,58%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,6
Pendiente	347,6
Constante	233,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1064,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	597,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	4556,2
Mínimo	2167,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	5153,5
Mínimo	1570,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	545
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3362

Alarma 2σ *Alarma*  
Alarma 3σ *Ok*

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 224871039 08/07/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	224871039
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Urbana
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	31
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	11/09/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	46497
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1488
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	57
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

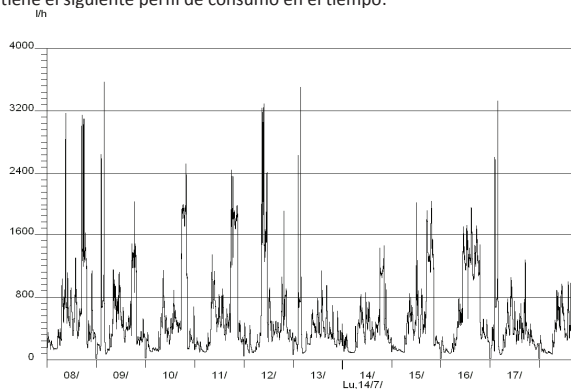
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

### DATOS PATRÓN CONSUMO

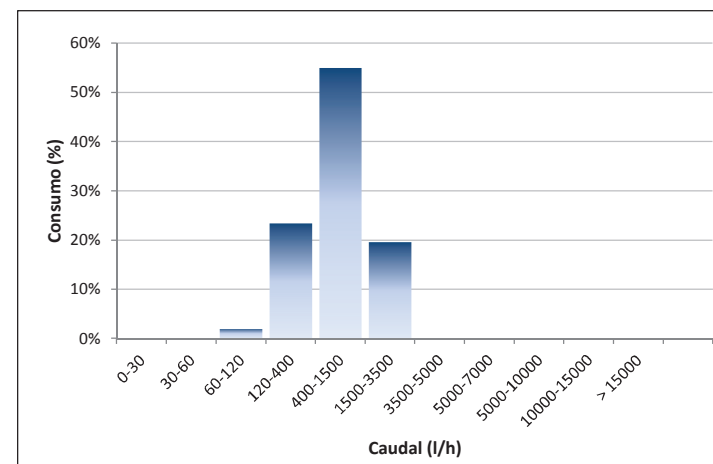
Fecha inicio	08/07/2008
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	128790
Caudal mínimo (l/h)	16
Caudal medio (l/h)	499
Caudal máximo (l/h)	3568

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



Rango de tiempo representado: 08/07/2008 - 18/07/2008 18:00:00

El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

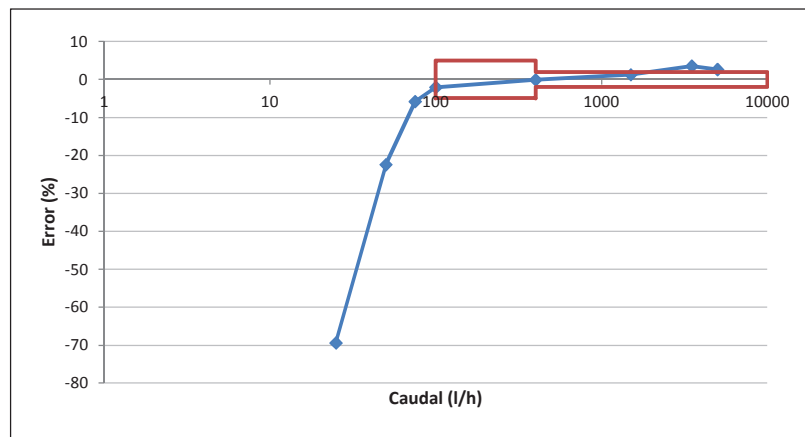
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	50	0,0%
30-60	10	0,0%
60-120	2480	1,9%
120-400	30130	23,4%
400-1500	70780	55,0%
1500-3500	25240	19,6%
3500-5000	90	0,1%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	24,74
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-69,34
50	-22,43
75	-5,79
100	-2,03
400	-0,08
1500	1,27
3500	3,56
5000	2,64

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

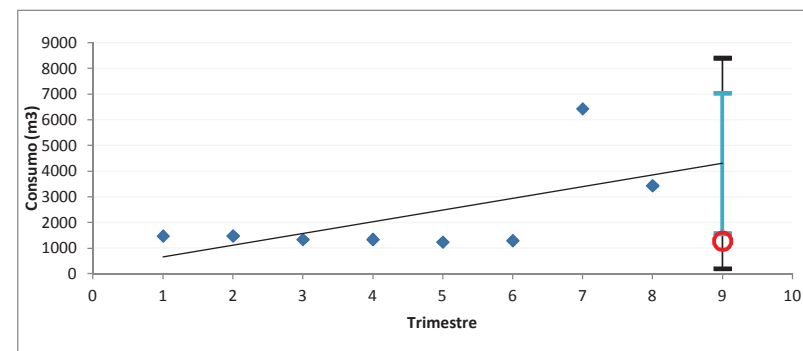
Error medio ponderado	0,45
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,06
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,003

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1478
02/2009	1482
03/2009	1339
04/2009	1347
01/2010	1242
02/2010	1299
03/2010	6432
04/2010	3438



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	16,43
Contador nuevo instalado	21,08
Evolución del registro	
	28,30%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,4
Pendiente	455,3
Constante	208,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	1838,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	1366,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	7039,6
Mínimo	1572,4
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	8406,4
Mínimo	205,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1278
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4306

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 285401039  
06/01/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	285401039
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Temporada
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	75
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	1995
Fecha instalación	21/12/1995
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	114752
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2875
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	50
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

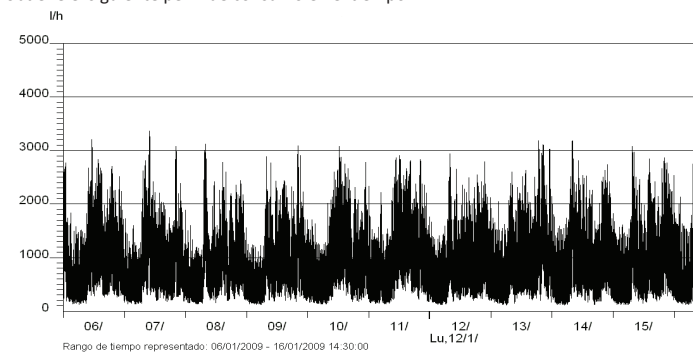
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

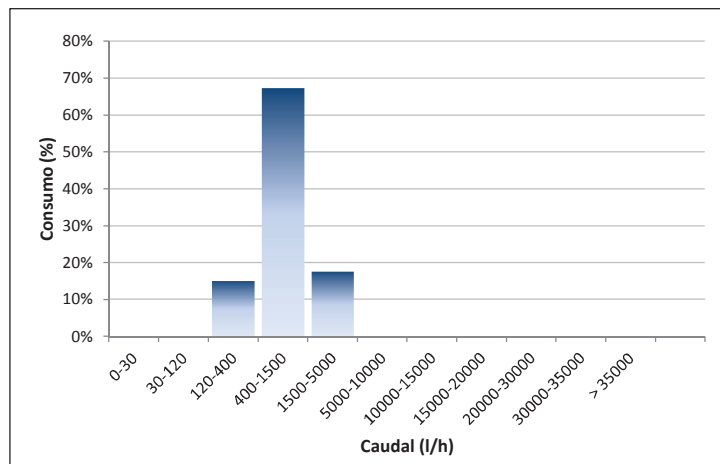
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/01/2009
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	160380
Caudal mínimo (l/h)	110
Caudal medio (l/h)	628
Caudal máximo (l/h)	3361

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

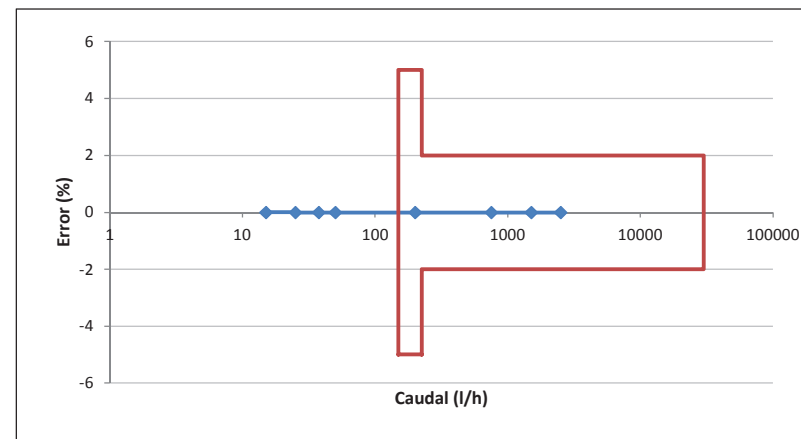
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-120	50	0,0%
120-400	24160	15,1%
400-1500	107950	67,3%
1500-5000	28220	17,6%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	50

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

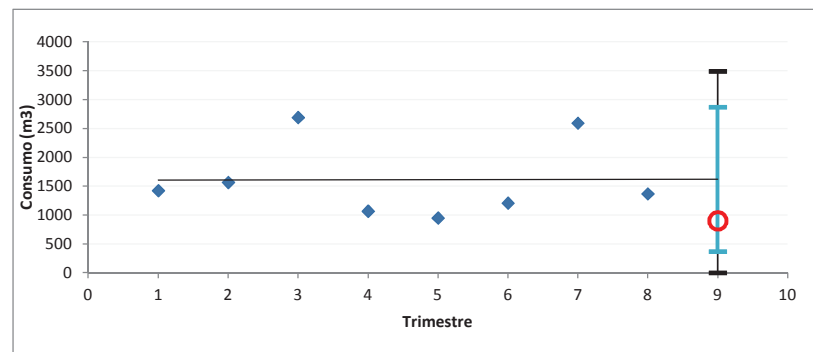
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1425
02/2009	1567
03/2009	2692
04/2009	1069
01/2010	952
02/2010	1209
03/2010	2593
04/2010	1369



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	33,59
Contador nuevo instalado	16,43
Evolución del registro	
	-51,09%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	2,0
Constante	1600,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	667,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	624,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2867,2
Mínimo	370,2
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	3491,4
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	903
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1619

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 976951039  
16/04/2008**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	976951039
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Colegio Privado
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2002
Fecha instalación	24/02/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	30996
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1604
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	



## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

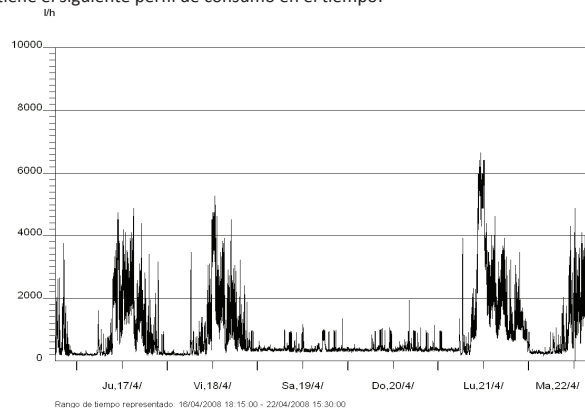
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

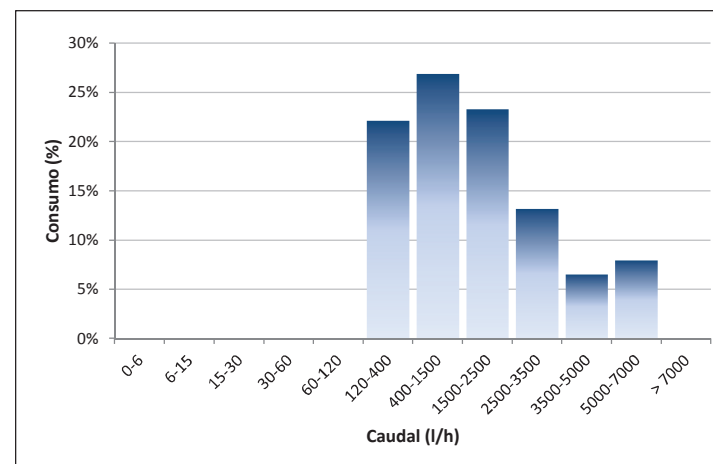
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/04/2008
Duración medición (días)	6
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	113401
Caudal mínimo (l/h)	13
Caudal medio (l/h)	788
Caudal máximo (l/h)	6661

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

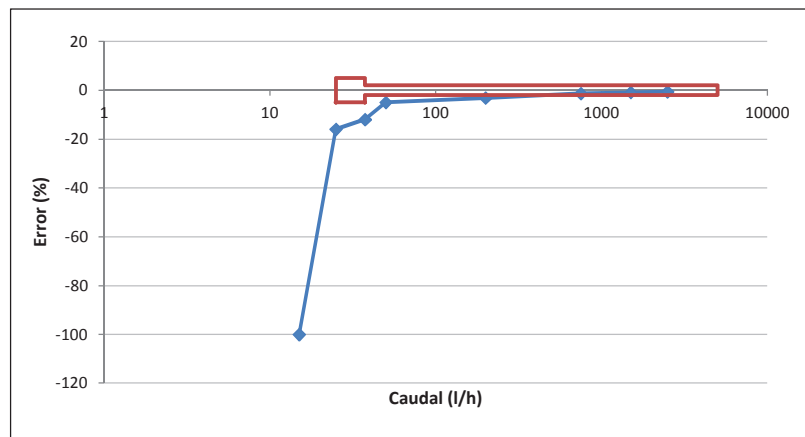
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	1	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	25119	22,2%
400-1500	30511	26,9%
1500-2500	26404	23,3%
2500-3500	14959	13,2%
3500-5000	7408	6,5%
5000-7000	8999	7,9%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	18,41
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-100
25	-15,96
37,5	-11,96
50	-4,95
200	-3,1
750	-1,3
1500	-0,85
2500	-0,6

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

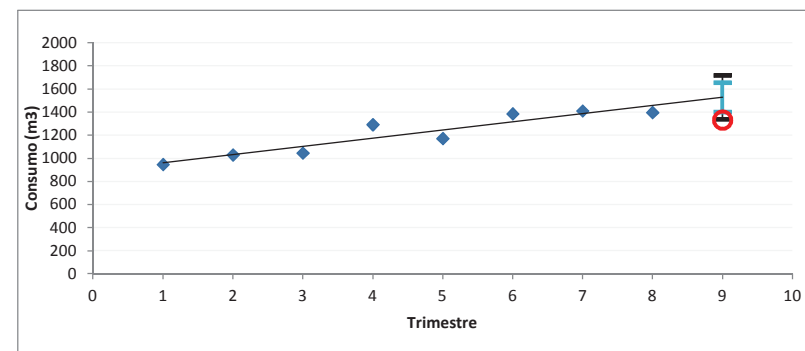
Error medio ponderado	-1,3
Error a origen	0,55
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-0,22
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,011

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	947
02/2009	1030
03/2009	1046
04/2009	1292
01/2010	1172
02/2010	1386
03/2010	1411
04/2010	1397



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	17,6
Contador nuevo instalado	13,59
Evolución del registro	
	-22,78%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,9
Pendiente	70,9
Constante	891,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	186,3
Sigma total con ajuste lineal (N)	63,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1655,4
Mínimo	1402,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1718,6
Mínimo	1339,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1332
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1529

Alarma 2σ *Alarma*  
Alarma 3σ *Ok*

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (6.661 l/h) supera al correspondiente por dn (5.000 l/h), el 27,6% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 1347061039 27/02/2009

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1347061039
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	16
Tipo	Woltmann horizontal
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15
Año fabricación	2004
Fecha instalación	20/10/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	42775
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2697
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Calibre excede Banco de ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	16
Tipo	Woltmann horizontal
DN (mm)	50
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	15

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

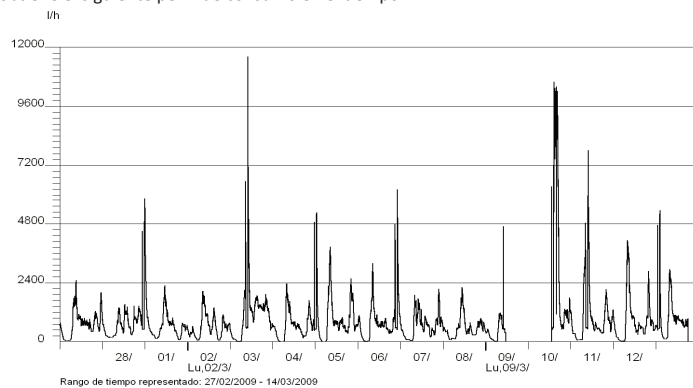
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

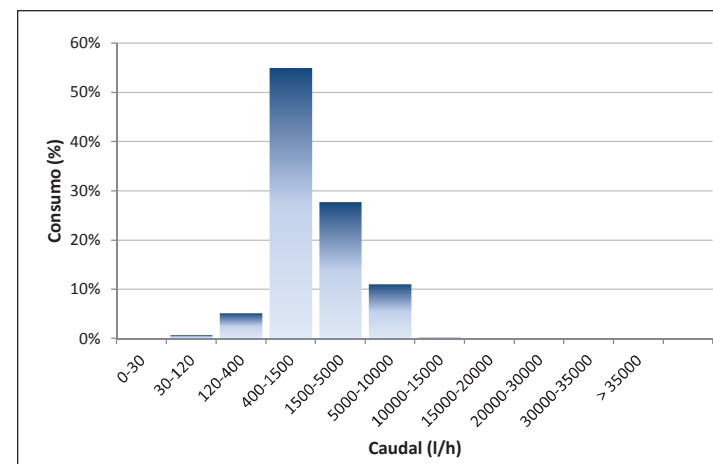
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	27/02/2009
Duración medición (días)	15
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	277540
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	783
Caudal máximo (l/h)	11604

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

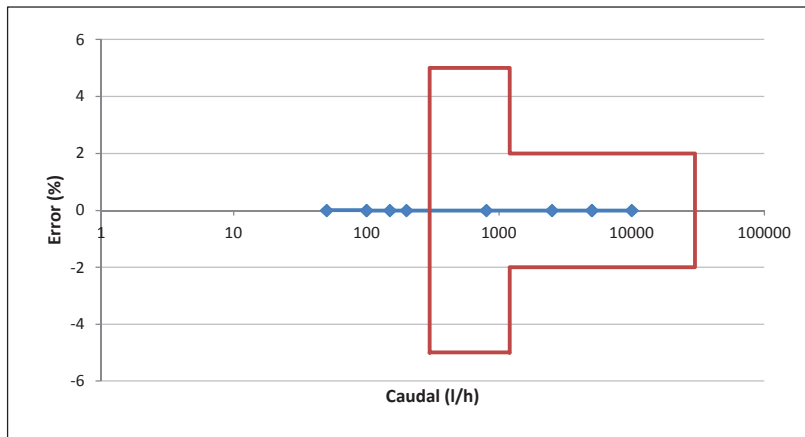
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	230	0,1%
30-120	2110	0,8%
120-400	14230	5,1%
400-1500	152630	55,0%
1500-5000	77030	27,8%
5000-10000	30660	11,0%
10000-15000	640	0,2%
15000-20000	0	0,0%
20000-30000	0	0,0%
30000-35000	0	0,0%
> 35000	10	0,0%
	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	50

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

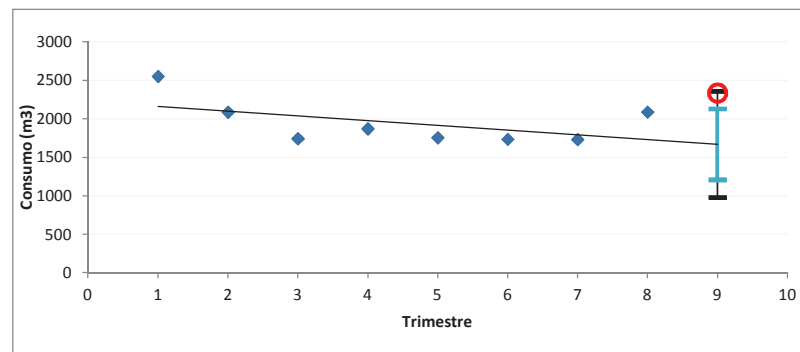
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

**4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES**

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	2552
02/2009	2087
03/2009	1743
04/2009	1872
01/2010	1756
02/2010	1735
03/2010	1732
04/2010	2089



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	29,12
Contador nuevo instalado	21,46
Evolución del registro	
	-26,30%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,3
Pendiente	-61,4
Constante	2222,0
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	288,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	229,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2129,1
Mínimo	1210,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2358,9
Mínimo	980,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2336
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1670

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1052841039  
05/12/2008**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1052841039
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2002
Fecha instalación	30/04/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	44993
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1856
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

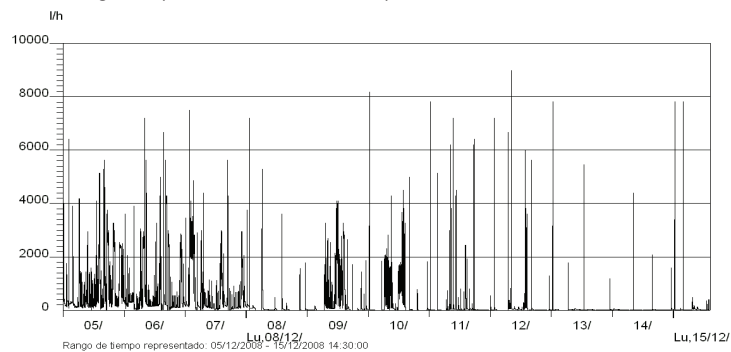
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

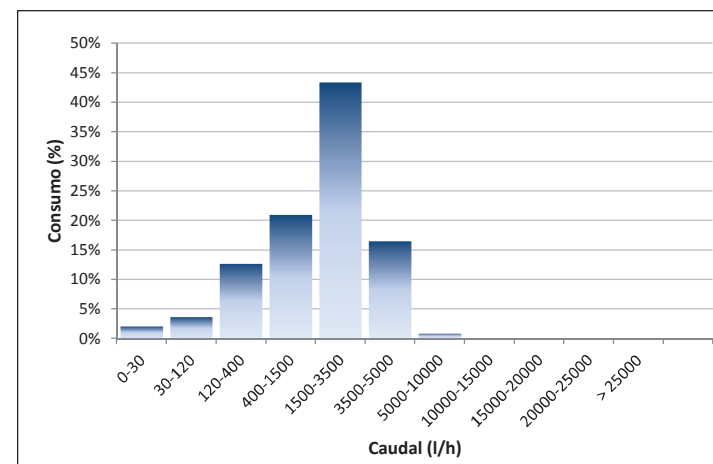
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	05/12/2008
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	72897
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	287
Caudal máximo (l/h)	8992

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

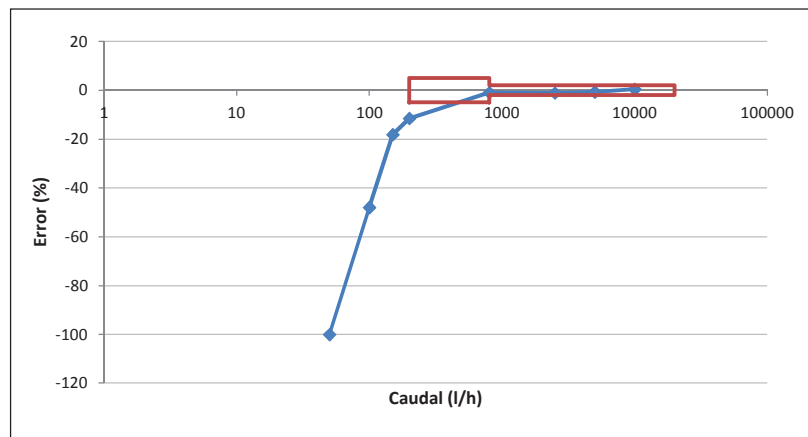
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1484	2,0%
30-120	2665	3,7%
120-400	9222	12,7%
400-1500	15272	21,0%
1500-3500	31611	43,4%
3500-5000	12033	16,5%
5000-10000	610	0,8%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	78,82
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-47,95
150	-18,13
200	-11,51
800	-0,9
2500	-1,07
5000	-0,7
10000	0,45

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

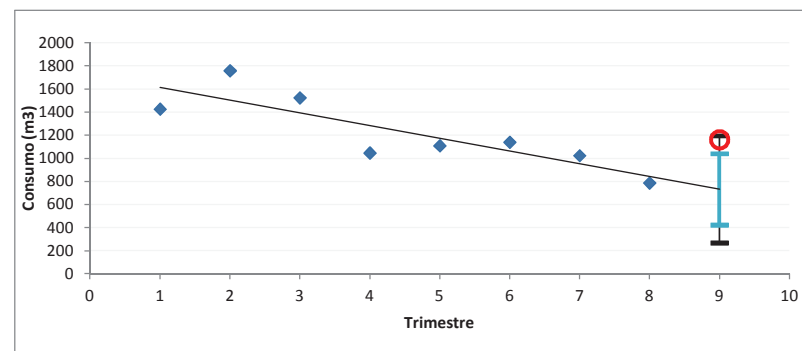
Error medio ponderado	-7,47
Error a origen	-2,47
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,25
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,102

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1427
02/2009	1759
03/2009	1524
04/2009	1047
01/2010	1110
02/2010	1140
03/2010	1024
04/2010	787





Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	20,15
Contador nuevo instalado	13,22
Evolución del registro	
	-34,39%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,7
Pendiente	-110,0
Constante	1722,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	316,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	154,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1041,1
Mínimo	423,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1195,7
Mínimo	268,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1162
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	732

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 1067641039  
20/11/2008**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1067641039
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1998
Fecha instalación	26/02/1999
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	52983
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1430
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

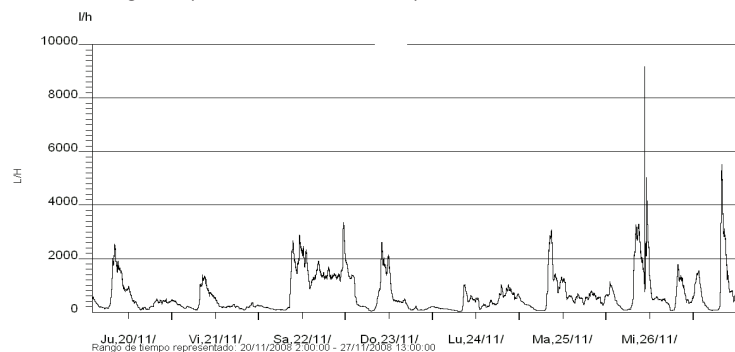
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

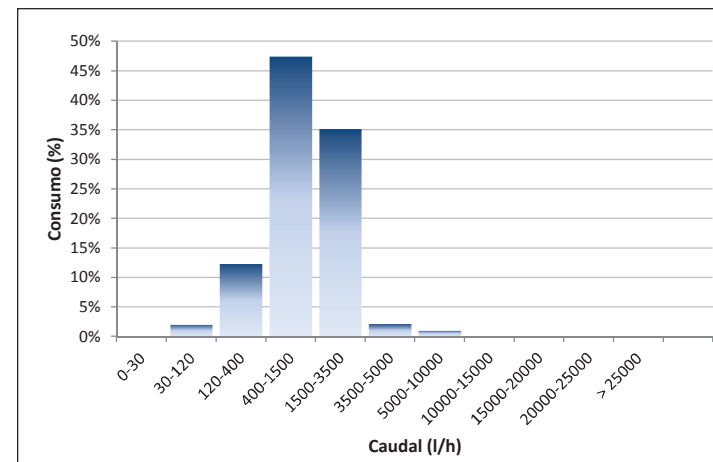
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	20/11/2008
Duración medición (días)	7
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	116920
Caudal mínimo (l/h)	21
Caudal medio (l/h)	652
Caudal máximo (l/h)	9176

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

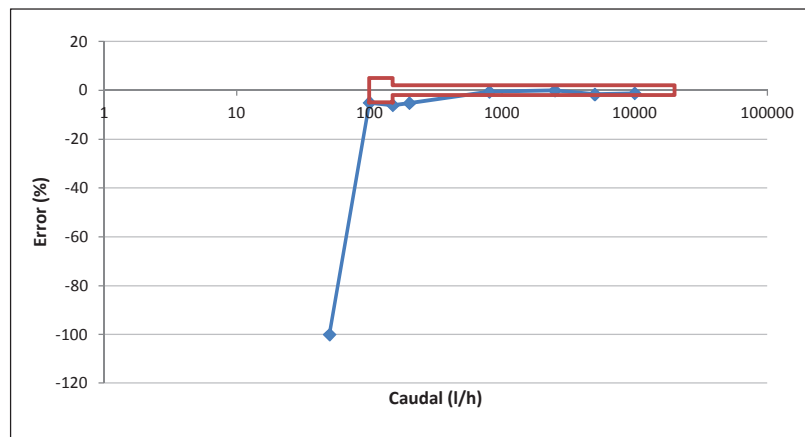
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	10	0,0%
30-120	2350	2,0%
120-400	14370	12,3%
400-1500	55410	47,4%
1500-3500	41080	35,1%
3500-5000	2530	2,2%
5000-10000	1170	1,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	65,43
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-5,02
150	-6,09
200	-5,19
800	-0,62
2500	-0,05
5000	-1,67
10000	-1,2

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

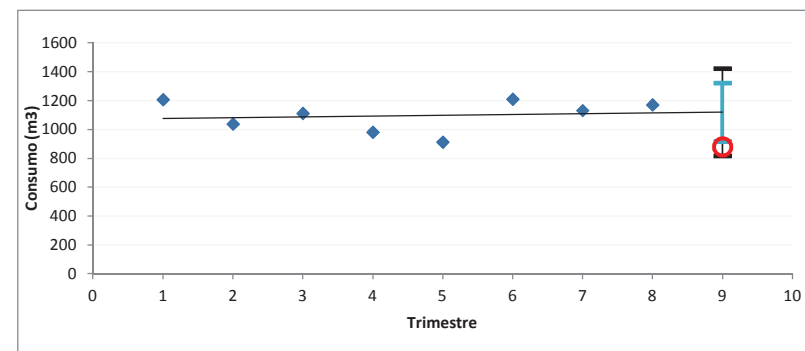
Error medio ponderado	-2,28
Error a origen	1,58
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,23
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,020

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1207
02/2009	1038
03/2009	1112
04/2009	981
01/2010	913
02/2010	1210
03/2010	1132
04/2010	1171



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	15,86
Contador nuevo instalado	11,68
Evolución del registro	-26,36%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	5,3
Constante	1071,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	108,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	100,9
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1321,0
Mínimo	917,5
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1421,9
Mínimo	816,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	880
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1119

Alarma 2σ *Alarma*  
Alarma 3σ *Ok*

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 1172661039 05/12/2008

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	1172661039
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	44
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	30
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5
Año fabricación	2004
Fecha instalación	13/09/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	18578
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1257
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

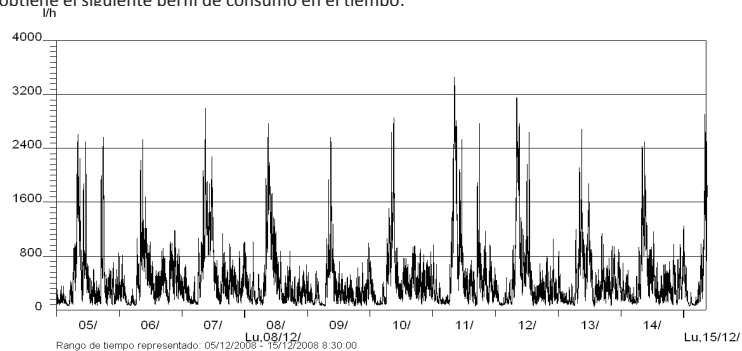
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

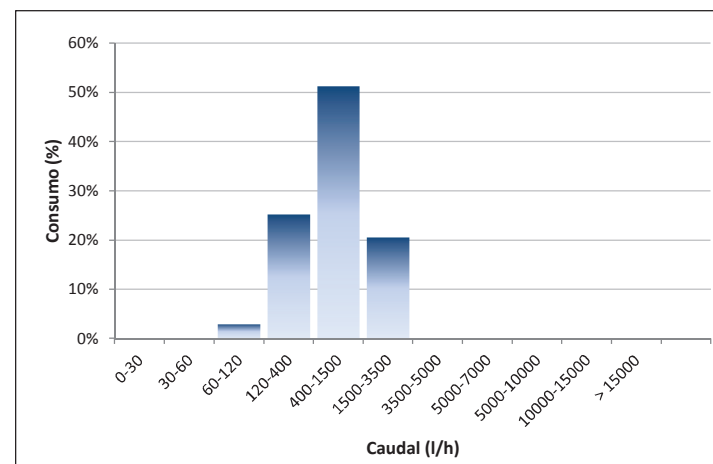
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	05/12/2008
Duración medición (días)	10
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	112631
Caudal mínimo (l/h)	55
Caudal medio (l/h)	449
Caudal máximo (l/h)	3458

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

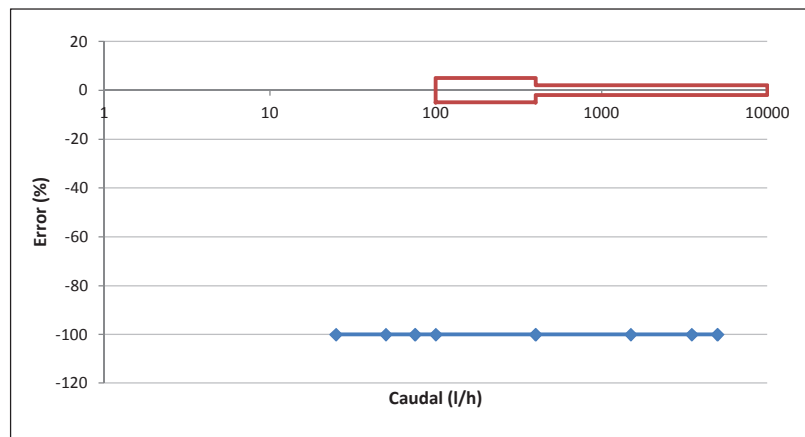
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	0	0,0%
30-60	38	0,0%
60-120	3284	2,9%
120-400	28418	25,2%
400-1500	57744	51,3%
1500-3500	23146	20,6%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	30

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	10000
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
50	-100
75	-100
100	-100
400	-100
1500	-100
3500	-100
5000	-100

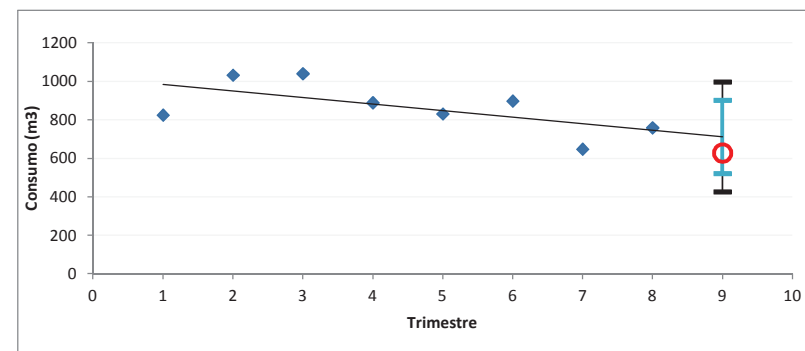
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0
Error a origen	1,03
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,00
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,000

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	825
02/2009	1032
03/2009	1040
04/2009	889
01/2010	831
02/2010	898
03/2010	648
04/2010	759



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	12,91
Contador nuevo instalado	8,75
Evolución del registro	
	-32,22%

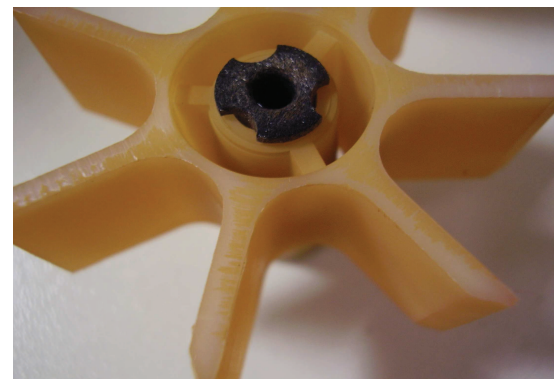
Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,4
Pendiente	-34,1
Constante	1018,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	131,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	95,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	901,9
Mínimo	521,5
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	997,0
Mínimo	426,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	628
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	712

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 229801048  
16/04/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	229801048
Sector	Servicios
Actividad	Local-Almacén
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	50
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2009
Fecha instalación	13/11/2009
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	1802
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	319
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

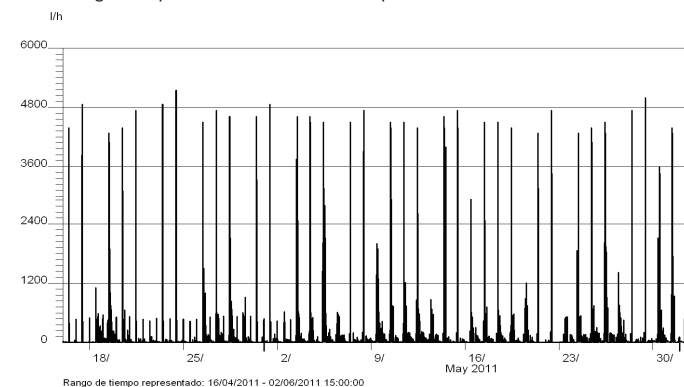
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

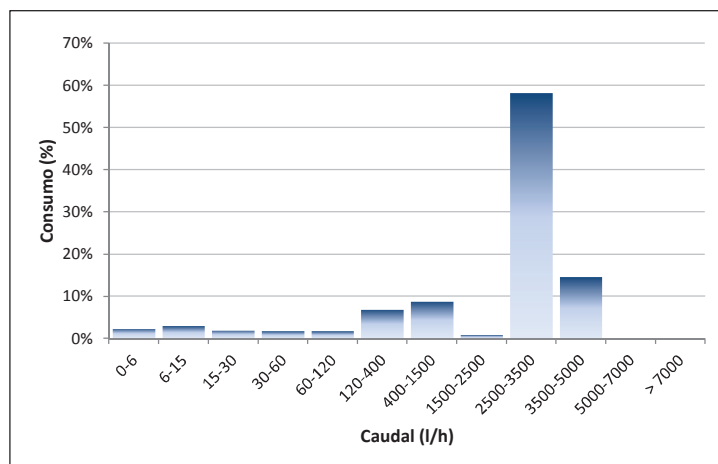
Fecha inicio	16/04/2011
Duración medición (días)	47
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	89875
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	78
Caudal máximo (l/h)	5139

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

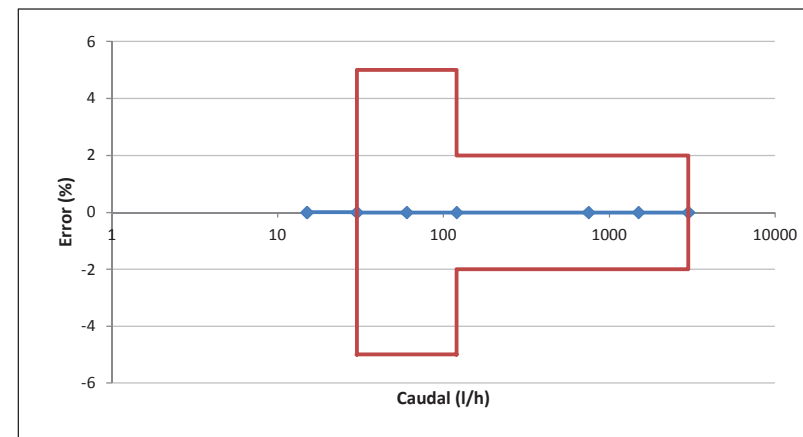
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	2041	2,3%
6-15	2698	3,0%
15-30	1731	1,9%
30-60	1589	1,8%
60-120	1578	1,8%
120-400	6107	6,8%
400-1500	7851	8,7%
1500-2500	803	0,9%
2500-3500	52300	58,2%
3500-5000	13158	14,6%
5000-7000	19	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

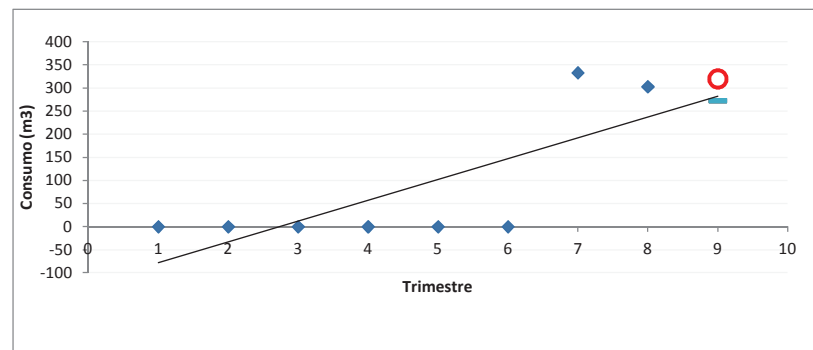
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	
02/2009	
03/2009	
04/2009	
01/2010	
02/2010	
03/2010	333
04/2010	303



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,62
Contador nuevo instalado	1,98
Evolución del registro	
	-24,43%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	1,0
Pendiente	-30,0
Constante	543,0
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	
Sigma total con ajuste lineal (N)	0,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	273,0
Mínimo	273,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	273,0
Mínimo	273,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	320
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	273

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Alarma

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (5.139 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 73,7% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 114461048  
06/07/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	114461048
Sector	Comercio
Actividad	Hostelería-Cafetería-Bar
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	15
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	1996
Fecha instalación	15/02/1996
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	32277
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	174
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

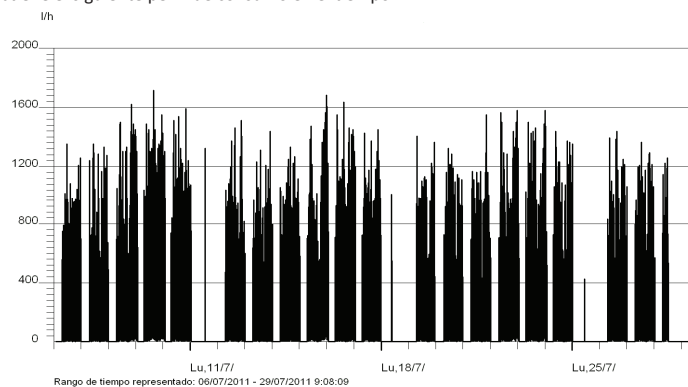
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

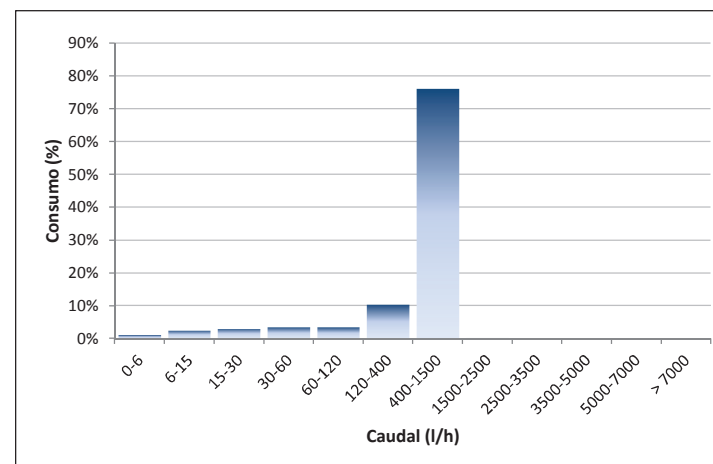
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/07/2011
Duración medición (días)	23
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	39246
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	73
Caudal máximo (l/h)	1713

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

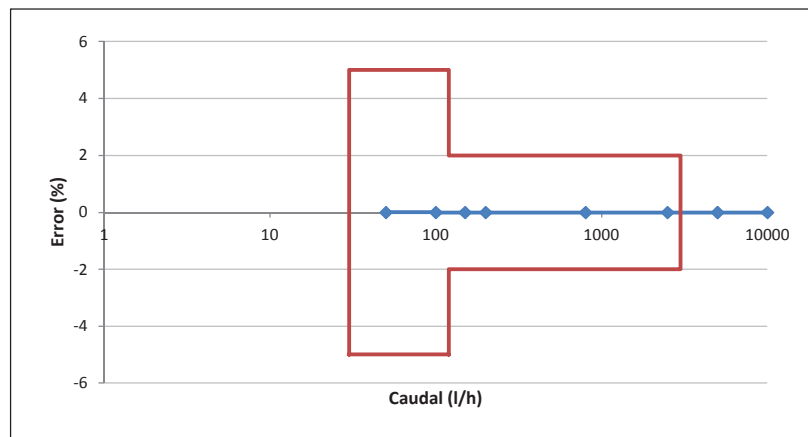
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	440	1,1%
6-15	930	2,4%
15-30	1132	2,9%
30-60	1365	3,5%
60-120	1343	3,4%
120-400	4036	10,3%
400-1500	29902	76,2%
1500-2500	97	0,2%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	13
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	
100	
150	
200	
800	
2500	
5000	
10000	

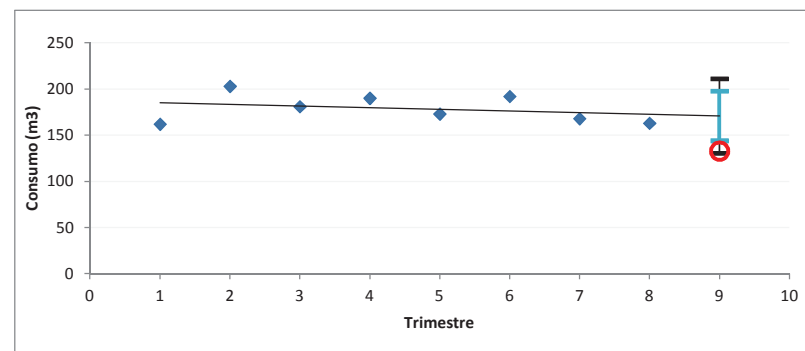
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	162
02/2009	203
03/2009	181
04/2009	190
01/2010	173
02/2010	192
03/2010	168
04/2010	163



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	1,93
Contador nuevo instalado	1,85
Evolución del registro	-4,15%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,1
Pendiente	-1,8
Constante	187,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	15,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	13,4
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	197,6
Mínimo	144,1
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	211,0
Mínimo	130,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	133
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	171

Alarma 2 $\sigma$

Alarma

Alarma 3 $\sigma$

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 143841048  
17/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	143841048
Sector	Industrial
Actividad	Metal-Industria
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1999
Fecha instalación	26/05/1999
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	11509
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	228
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

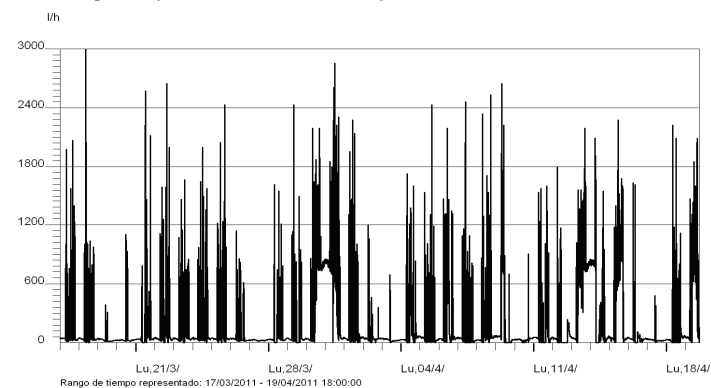
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

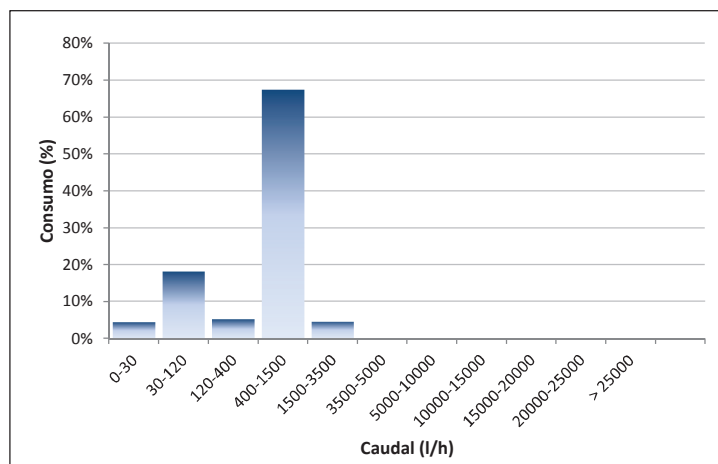
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/03/2011
Duración medición (días)	33
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	103686
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	128
Caudal máximo (l/h)	2997

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

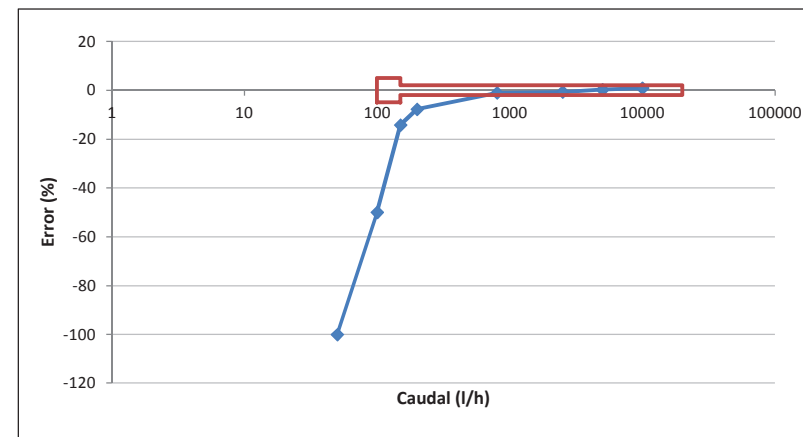
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	4634	4,5%
30-120	18902	18,2%
120-400	5458	5,3%
400-1500	69929	67,4%
1500-3500	4762	4,6%
3500-5000	1	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	79,96
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-49,94
150	-14,18
200	-7,73
800	-1
2500	-0,65
5000	0,27
10000	0,92



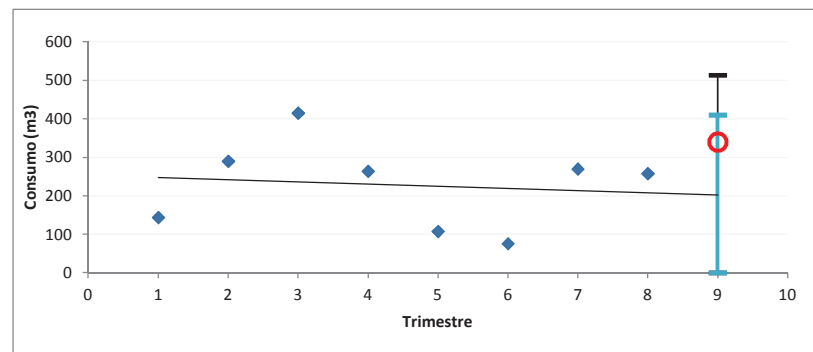
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-20,37
Error a origen	-6,75
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-1,70
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,196

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	144
02/2009	290
03/2009	415
04/2009	264
01/2010	108
02/2010	76
03/2010	270
04/2010	258



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,64
Contador nuevo instalado	3,47
Evolución del registro	
	31,44%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-5,7
Constante	253,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	111,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	103,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	410,0
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	513,7
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	340
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	203

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 164791048  
06/07/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	164791048
Sector	Servicios
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	11/04/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	8325
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	347
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

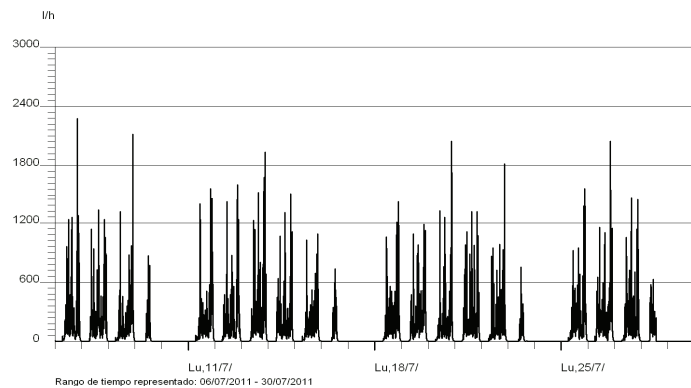
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

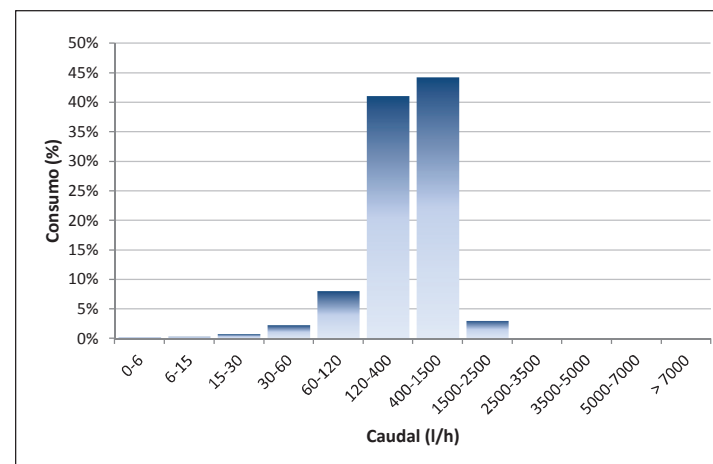
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/07/2011
Duración medición (días)	24
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	62631
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	116
Caudal máximo (l/h)	2277

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

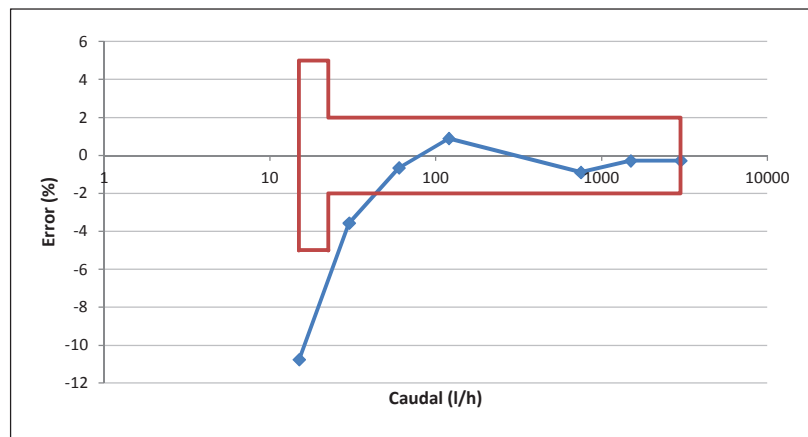
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	168	0,3%
6-15	219	0,3%
15-30	462	0,7%
30-60	1419	2,3%
60-120	5047	8,1%
120-400	25746	41,1%
400-1500	27690	44,2%
1500-2500	1879	3,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	5,61
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-10,75
30	-3,56
60	-0,65
120	0,9
750	-0,89
1500	-0,28
3000	-0,27

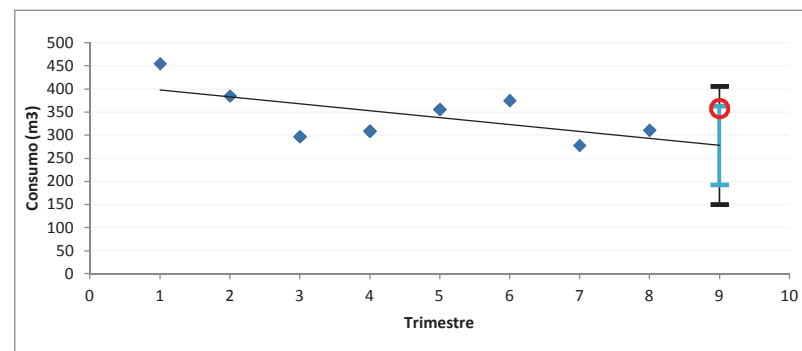
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-0,53
Error a origen	0,31
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-0,09
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,008

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
<b>Trimestre</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>
01/2009	455
02/2009	385
03/2009	297
04/2009	309
01/2010	356
02/2010	375
03/2010	278
04/2010	311



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,69
Contador nuevo instalado	4,43
Evolución del registro	
	20,05%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,4
Pendiente	-15,0
Constante	413,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	58,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	42,5
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	363,2
Mínimo	193,1
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	405,8
Mínimo	150,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	358
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	278

Alarma 2 $\sigma$  Ok  
Alarma 3 $\sigma$  Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 7721048  
11/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	7721048
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Centro Enseñanza Oficial
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2002
Fecha instalación	15/03/2011
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	27934
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	669
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	Imposible inspección

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

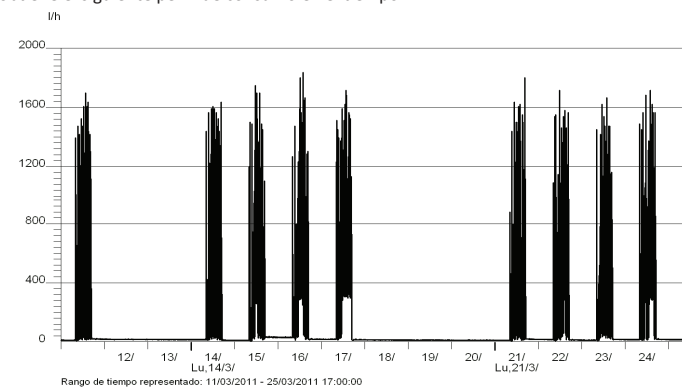
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

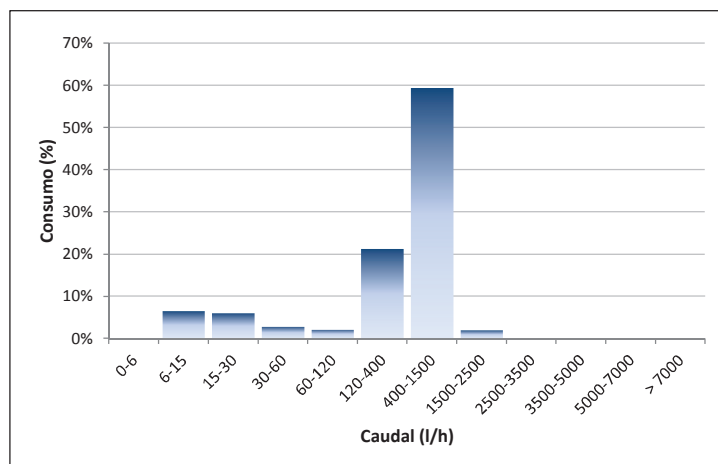
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	31278
Caudal mínimo (l/h)	5
Caudal medio (l/h)	88
Caudal máximo (l/h)	1835

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

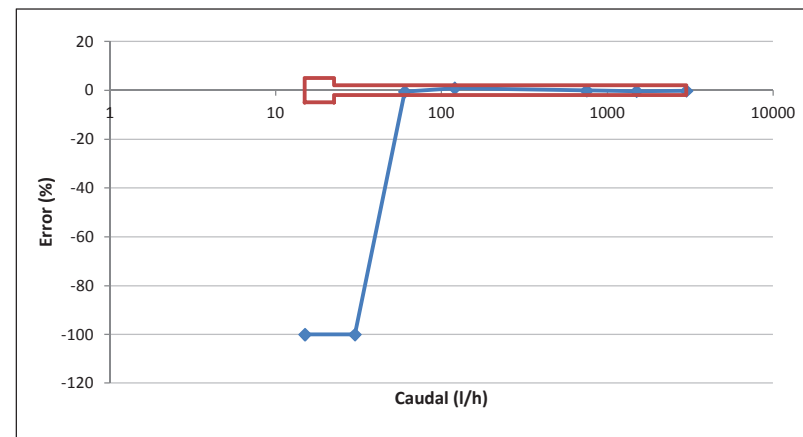
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	3	0,0%
6-15	2036	6,5%
15-30	1891	6,0%
30-60	860	2,7%
60-120	651	2,1%
120-400	6643	21,2%
400-1500	18578	59,4%
1500-2500	616	2,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	38,96
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-100
60	-0,49
120	0,9
750	-0,1
1500	-0,34
3000	-0,2

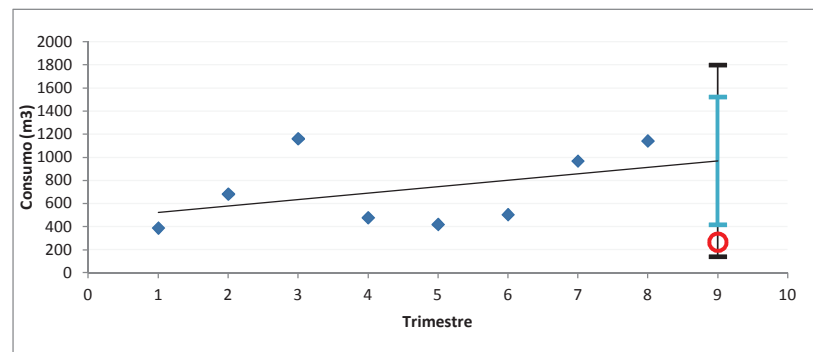
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-13,97
Error a origen	-1,55
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,55
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,447

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	389
02/2009	683
03/2009	1162
04/2009	478
01/2010	421
02/2010	505
03/2010	969
04/2010	1143



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	7,75
Contador nuevo instalado	8,49
Evolución del registro	
	9,55%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	55,7
Constante	468,0
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	325,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	276,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1522,2
Mínimo	416,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1798,6
Mínimo	140,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	267
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	969

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Ok



## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 180061048  
03/03/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	180061048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Constructoras
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2006
Fecha instalación	02/03/2011
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	6932
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	341
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

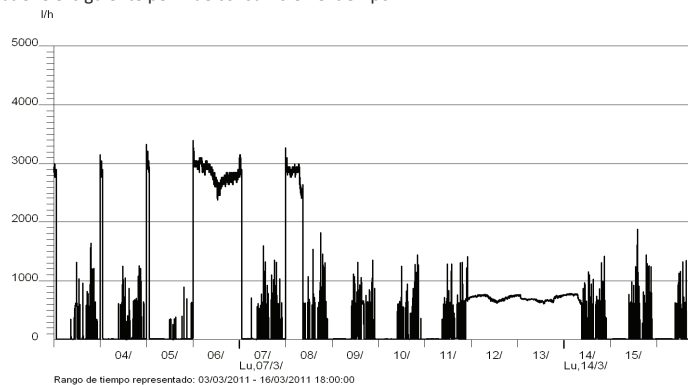
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

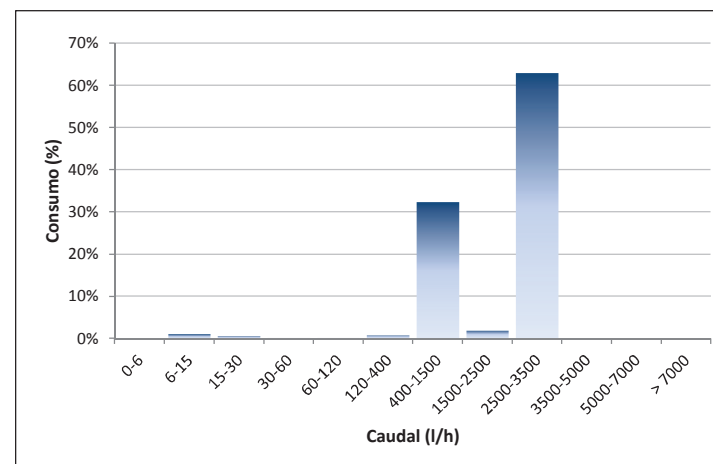
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	03/03/2011
Duración medición (días)	13
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	167868
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	507
Caudal máximo (l/h)	3394

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

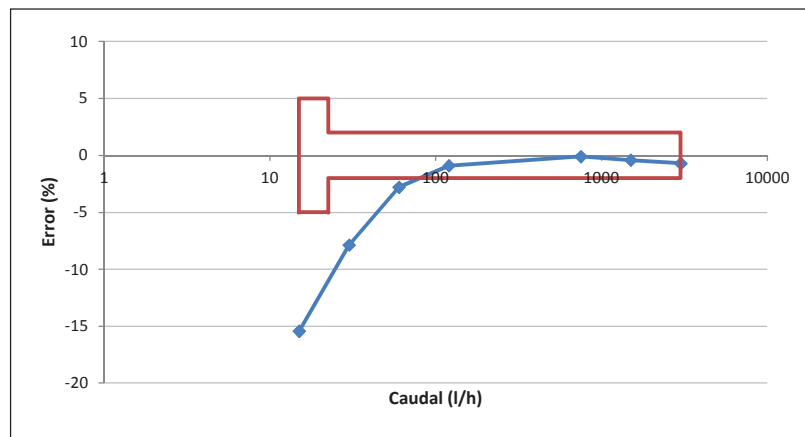
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	5	0,0%
6-15	1729	1,0%
15-30	1000	0,6%
30-60	272	0,2%
60-120	227	0,1%
120-400	1360	0,8%
400-1500	54381	32,4%
1500-2500	3187	1,9%
2500-3500	105707	63,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	6,31
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-15,42
30	-7,86
60	-2,79
120	-0,9
750	-0,1
1500	-0,41
3000	-0,7

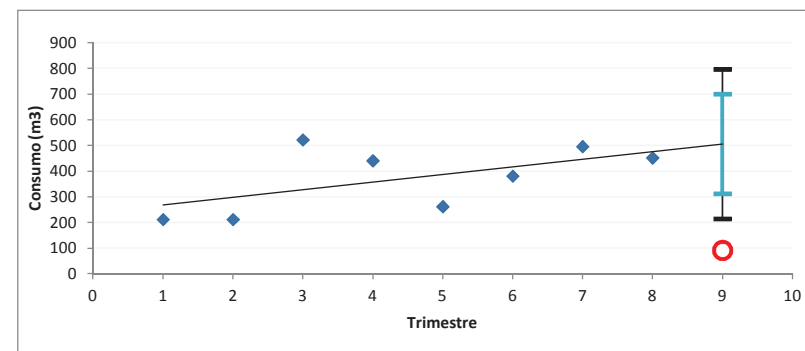
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,06
Error a origen	0,24
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-0,21
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,006

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
<b>Trimestre</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>
01/2009	212
02/2009	212
03/2009	522
04/2009	441
01/2010	262
02/2010	381
03/2010	496
04/2010	452



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,94
Contador nuevo instalado	3,87
Evolución del registro	
	-1,78%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,3
Pendiente	29,7
Constante	238,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	126,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	97,0
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	700,1
Mínimo	312,1
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	797,1
Mínimo	215,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	92
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	506

Alarma 2 $\sigma$

Alarma

Alarma 3 $\sigma$

Alarma

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.394 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 64,9% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 142691048 20/04/2011

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	142691048
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Fábricas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	49
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	11/02/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	5568
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	159
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

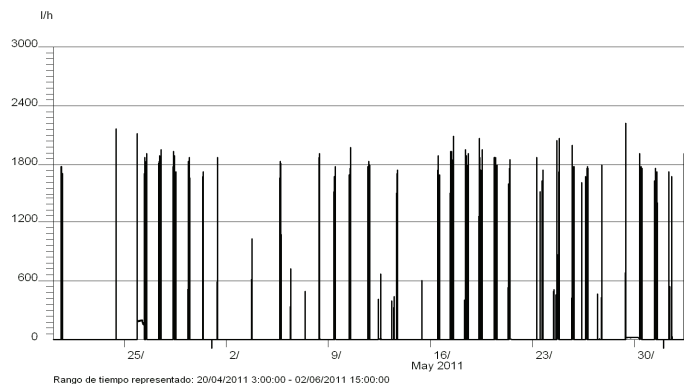
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

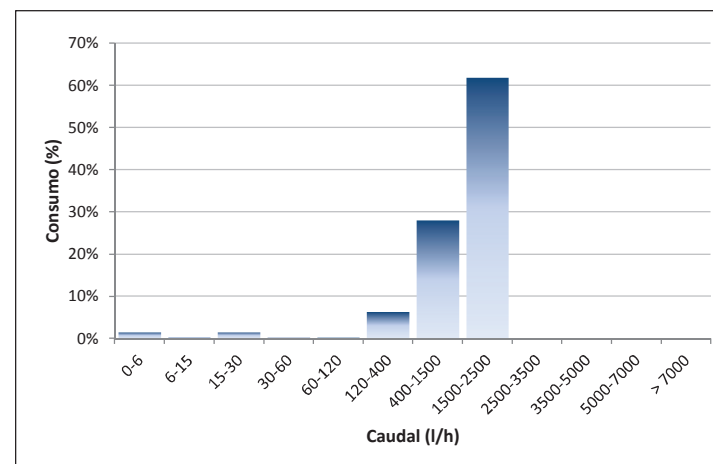
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	20/04/2011
Duración medición (días)	43
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	38966
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	37
Caudal máximo (l/h)	2220

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

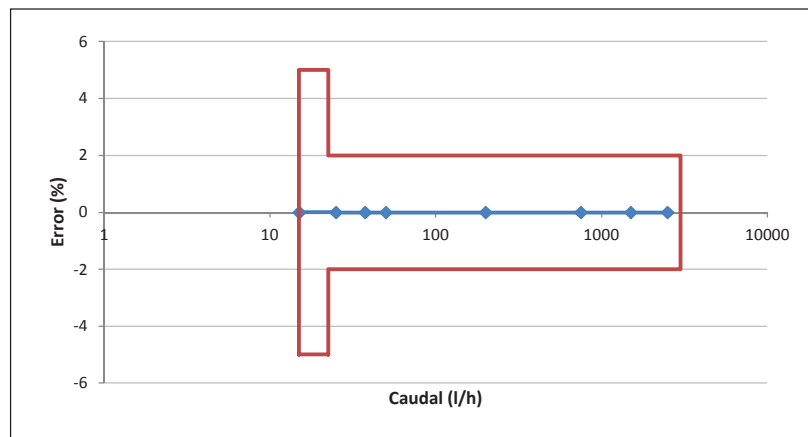
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	576	1,5%
6-15	128	0,3%
15-30	585	1,5%
30-60	112	0,3%
60-120	84	0,2%
120-400	2446	6,3%
400-1500	10935	28,1%
1500-2500	24099	61,8%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
25	
37,5	
50	
200	
750	
1500	
2500	

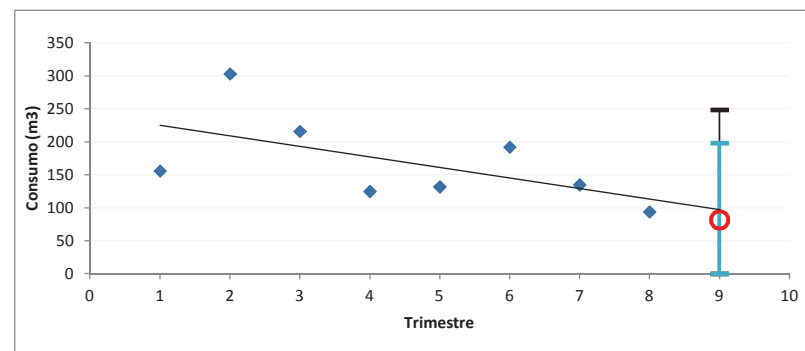
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	156
02/2009	303
03/2009	216
04/2009	125
01/2010	132
02/2010	192
03/2010	135
04/2010	94



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /dia
Contador original	1,76
Contador nuevo instalado	0,93
Evolución del registro	
	-47,16%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,3
Pendiente	-15,9
Constante	240,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	66,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	50,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	198,1
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	248,4
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	82
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	97

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 135791048  
06/05/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	135791048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2002
Fecha instalación	01/10/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	21787
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	545
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

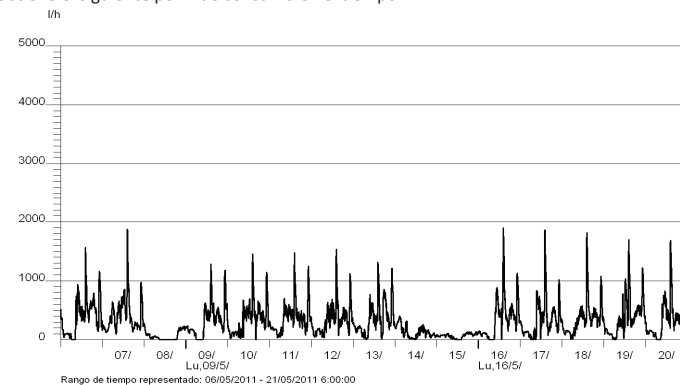
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

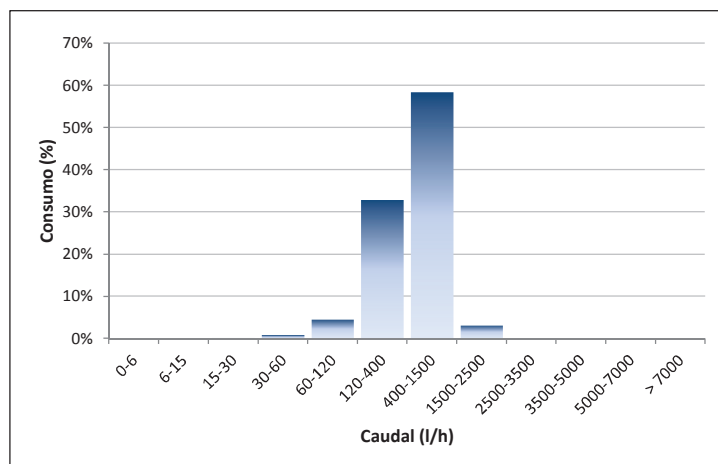
Fecha inicio	06/05/2011
Duración medición (días)	15
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	110539
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	301
Caudal máximo (l/h)	1893

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

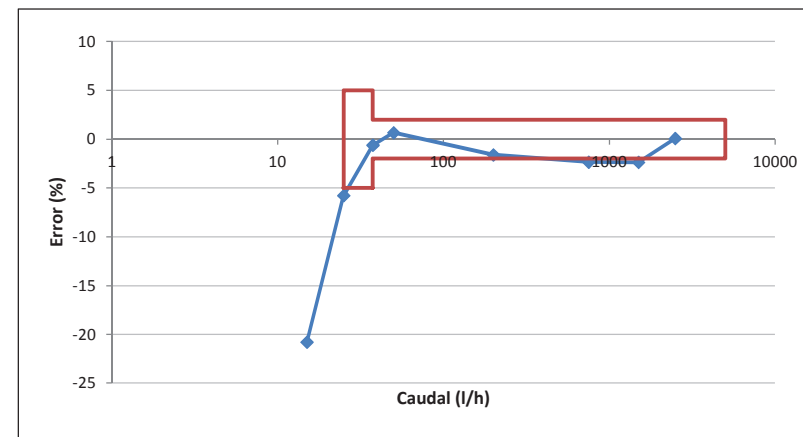
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	50	0,0%
6-15	64	0,1%
15-30	185	0,2%
30-60	916	0,8%
60-120	4979	4,5%
120-400	36383	32,9%
400-1500	64558	58,4%
1500-2500	3404	3,1%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	7,12
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-20,78
25	-5,76
37,5	-0,61
50	0,67
200	-1,6
750	-2,35
1500	-2,37
2500	0,08

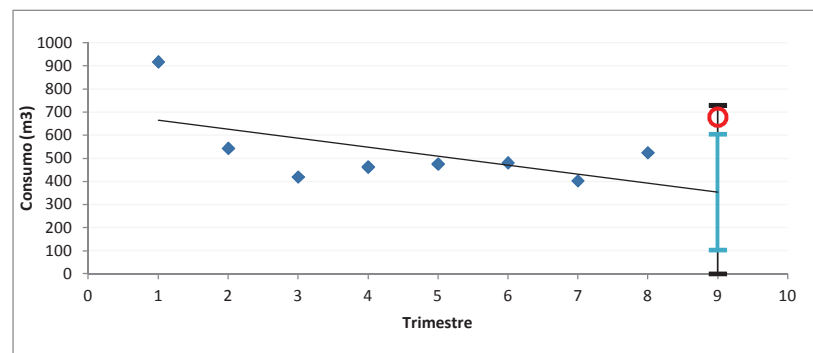
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,47
Error a origen	0,6494
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,16
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,013

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	918
02/2009	544
03/2009	420
04/2009	463
01/2010	476
02/2010	481
03/2010	403
04/2010	525



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	5,5
Contador nuevo instalado	6,89
Evolución del registro	
	25,27%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,3
Pendiente	-38,8
Constante	703,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	164,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	125,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	604,6
Mínimo	103,6
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	729,9
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	679
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	354

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 200101048  
09/04/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	200101048
Sector	Industrial
Actividad	Energía-Electricidad
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	4,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	03/06/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	6346
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	227,63
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

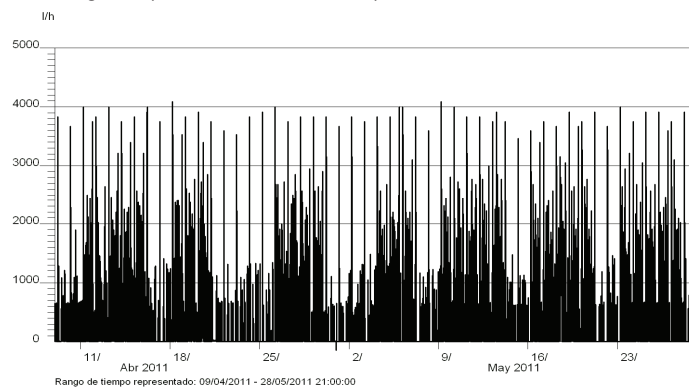
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

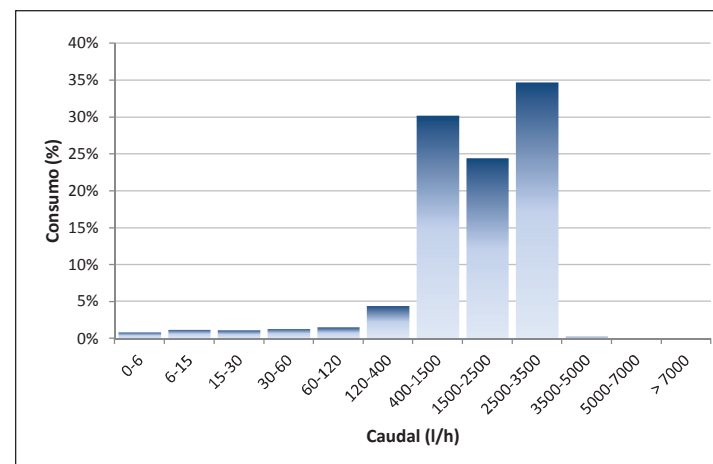
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	09/04/2011
Duración medición (días)	50
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	133026
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	111
Caudal máximo (l/h)	4088

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

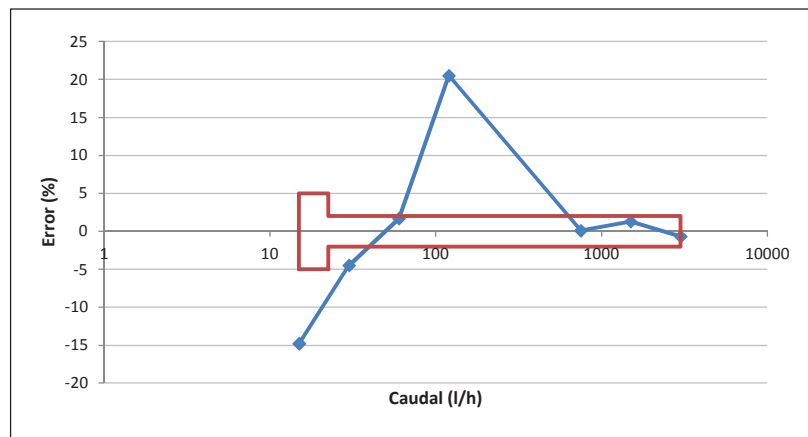
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	1124	0,8%
6-15	1575	1,2%
15-30	1529	1,1%
30-60	1713	1,3%
60-120	2064	1,6%
120-400	5884	4,4%
400-1500	40146	30,2%
1500-2500	32507	24,4%
2500-3500	46152	34,7%
3500-5000	332	0,2%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	6,22
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-14,77
30	-4,46
60	1,71
120	20,5
750	0,1
1500	1,29
3000	-0,67

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

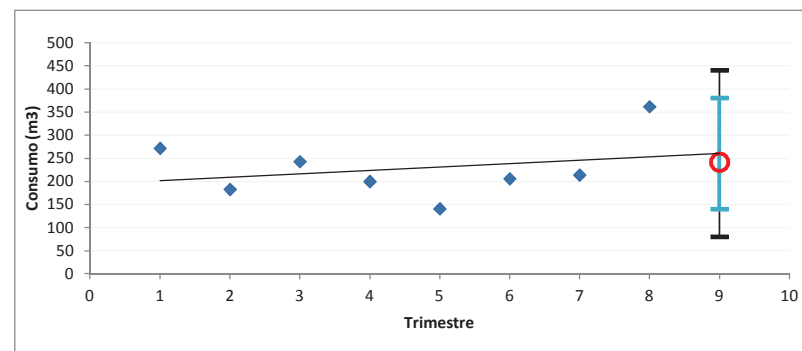
Error medio ponderado	-1,1573
Error a origen	-0,5917
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,19
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,009

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	272
02/2009	183
03/2009	243
04/2009	200
01/2010	141
02/2010	206
03/2010	214
04/2010	362



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,46
Contador nuevo instalado	2,89
Evolución del registro	
	17,48%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,1
Pendiente	7,3
Constante	194,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	66,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	60,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	380,8
Mínimo	140,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	441,0
Mínimo	80,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	242
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	261

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (4.088 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 59,3% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 155091048 16/02/2011

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	155091048
Sector	Servicios
Actividad	Educación-Centro Enseñanza Musical
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	32
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	6
Año fabricación	2000
Fecha instalación	19/12/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	6428
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	153
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	30
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

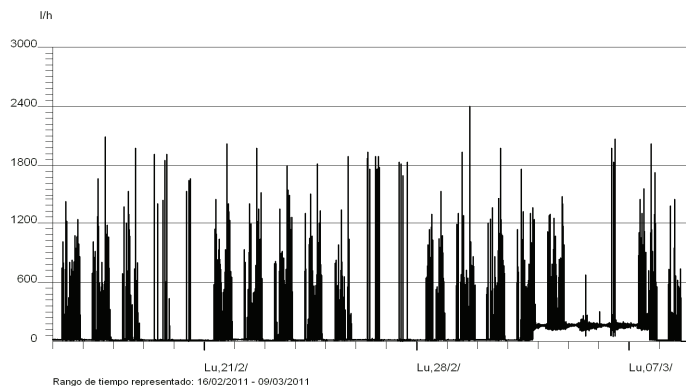
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

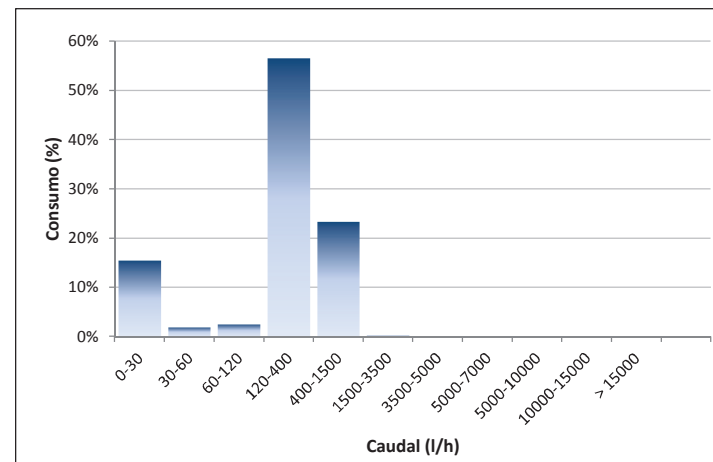
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/02/2011
Duración medición (días)	21
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	33941
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	68
Caudal máximo (l/h)	2398

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

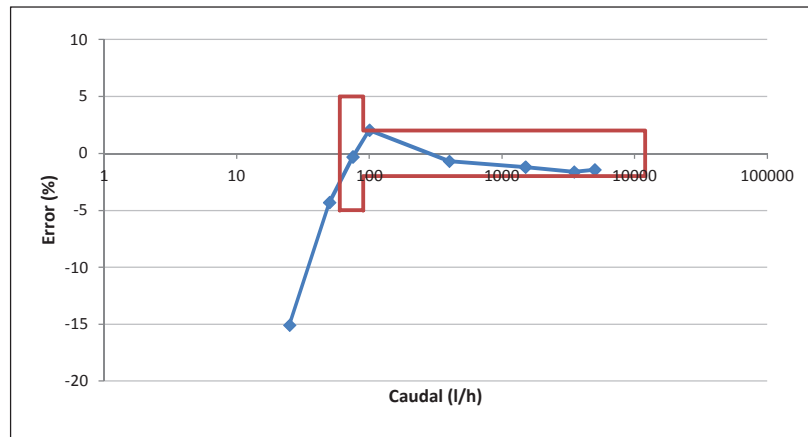
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	5252	15,5%
30-60	635	1,9%
60-120	845	2,5%
120-400	19192	56,5%
400-1500	7924	23,3%
1500-3500	92	0,3%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	32

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	10,44
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-15,07
50	-4,3
75	-0,3
100	2,05
400	-0,68
1500	-1,19
3500	-1,62
5000	-1,43

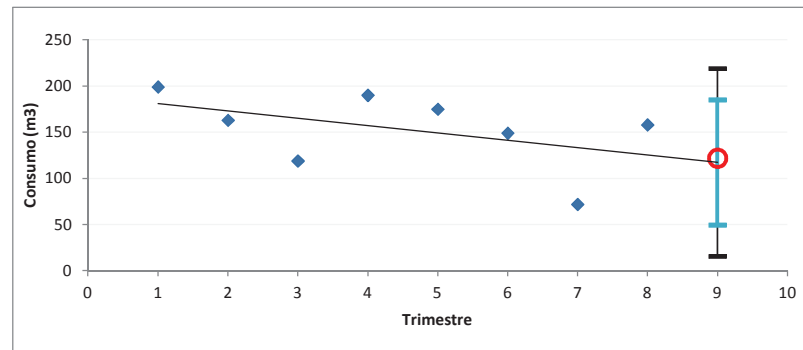
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-8,8277
Error a origen	-7,0097
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,80
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,260

**4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES**

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	199
02/2009	163
03/2009	119
04/2009	190
01/2010	175
02/2010	149
03/2010	72
04/2010	158







**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 19871048  
17/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	19871048
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Cafetería-Bar
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	45
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2007
Fecha instalación	19/10/2007
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	6120
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	352
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

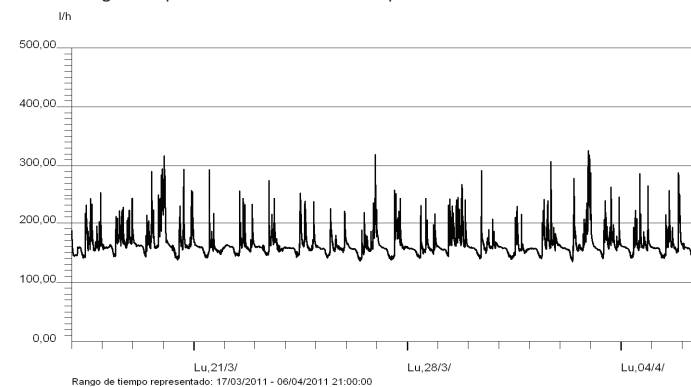
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

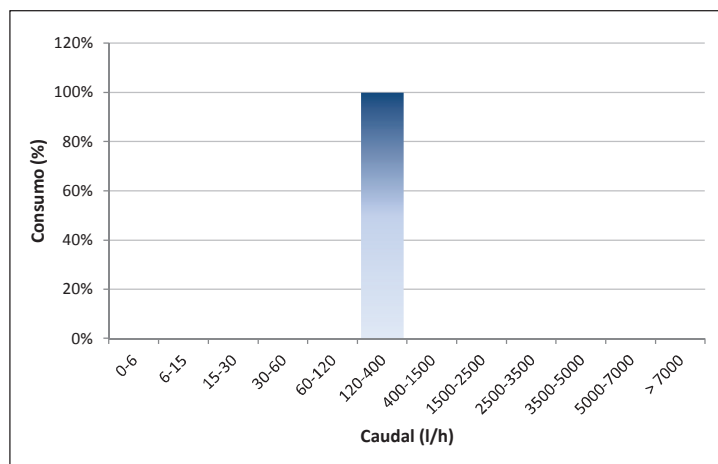
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	17/03/2011
Duración medición (días)	17
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	82453
Caudal mínimo (l/h)	134
Caudal medio (l/h)	164
Caudal máximo (l/h)	355

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

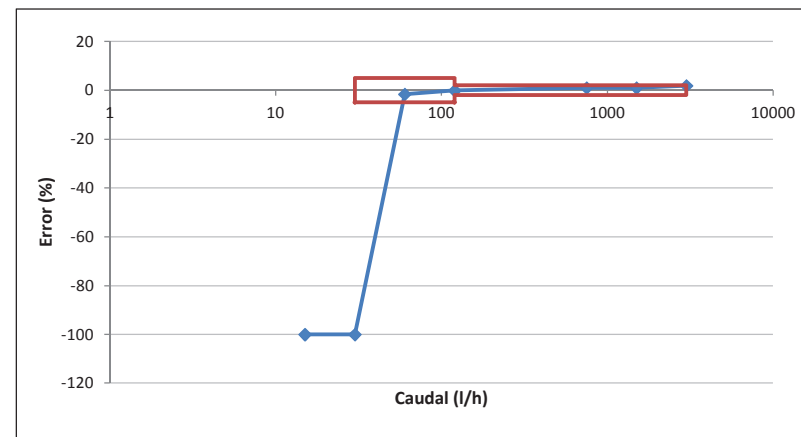
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	0	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	2	0,0%
120-400	82451	100,0%
400-1500	0	0,0%
1500-2500	0	0,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	13
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	38,54
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-100
60	-1,6
120	-0,1
750	1
1500	0,95
3000	1,89

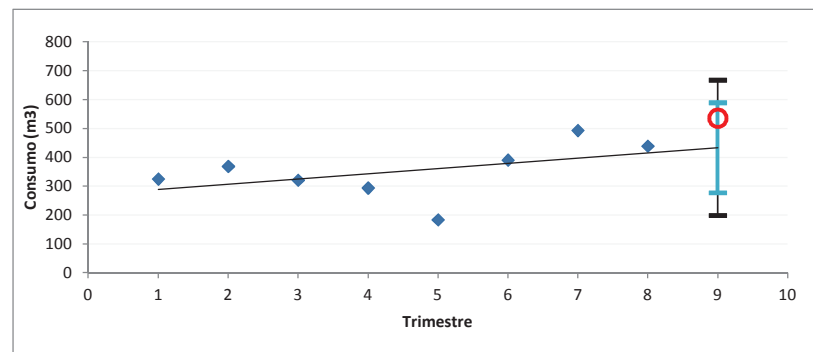
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0,14
Error a origen	1,01
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,04
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,002

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	325
02/2009	369
03/2009	321
04/2009	294
01/2010	184
02/2010	391
03/2010	493
04/2010	439



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,92
Contador nuevo instalado	2,41
Evolución del registro	
	-38,52%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	18,1
Constante	270,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	94,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	78,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	589,6
Mínimo	277,1
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	667,7
Mínimo	199,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	536
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	433

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

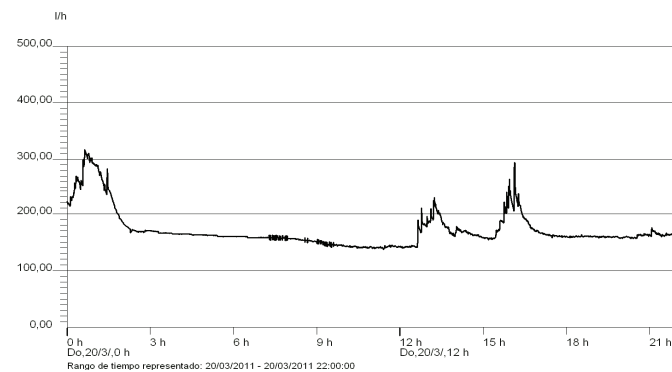
Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



En ellas se observa el deficiente estado tanto del contador como de la instalación interior del abonado, donde se detecta una fuga en la entrada en uno de los depósitos.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

Visto que el caudal mínimo registrado por el contador ha sido de 134 l/h, y como se puede comprobar tanto en el perfil de consumo como en las fotografías anteriores, está motivado por una fuga en la instalación interior del abonado, se detalla a continuación un fragmento del perfil de consumo desde las 0 h. hasta las 21 h., donde puede apreciarse claramente el caudal de la fuga existente:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 191521048  
21/10/2009**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	191521048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Fabric.Material
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2004
Fecha instalación	16/11/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	51009
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	2166
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

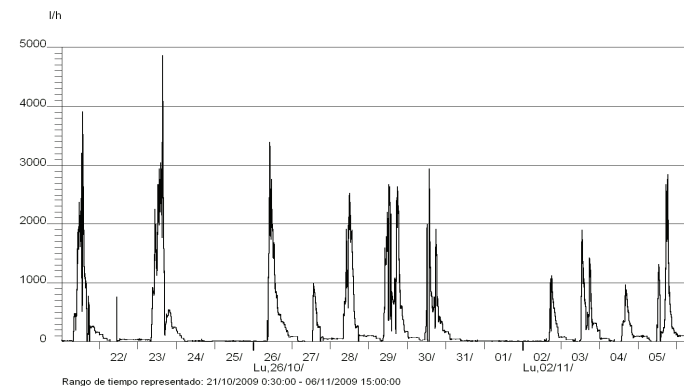
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

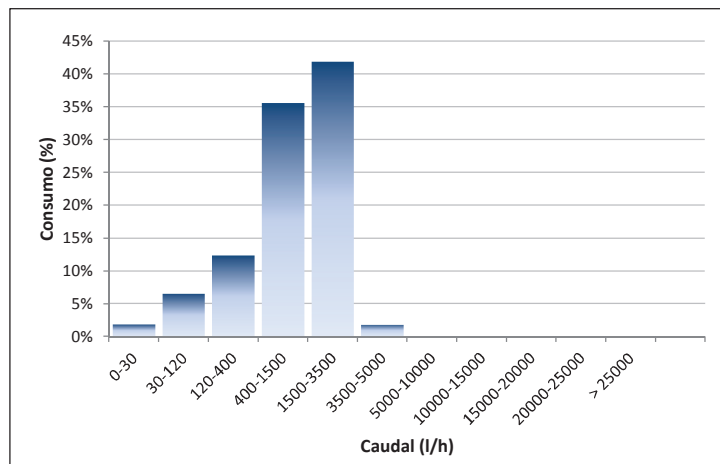
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	21/10/2009
Duración medición (días)	16
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	110568
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	277
Caudal máximo (l/h)	4860

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

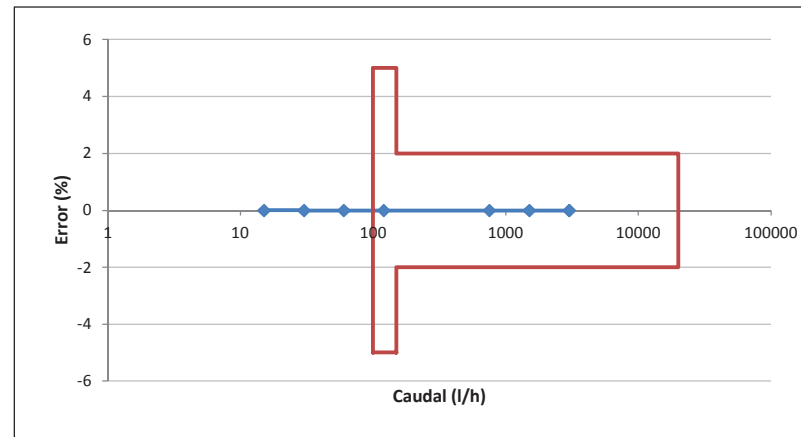
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	2031	1,8%
30-120	7220	6,5%
120-400	13669	12,4%
400-1500	39334	35,6%
1500-3500	46301	41,9%
3500-5000	2013	1,8%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	40

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

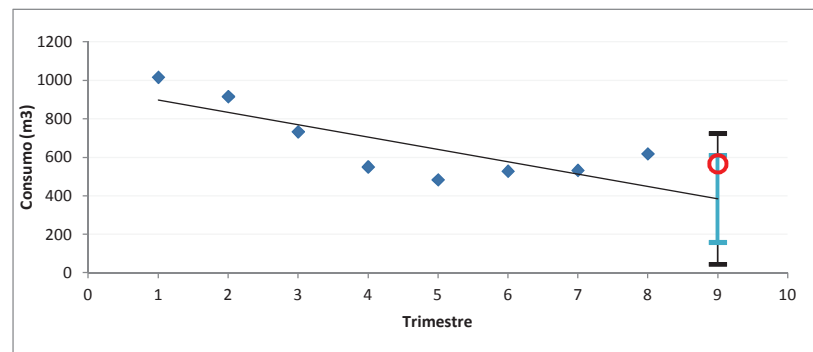
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1016
02/2009	916
03/2009	733
04/2009	551
01/2010	484
02/2010	529
03/2010	533
04/2010	619



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	19,33
Contador nuevo instalado	5,77
Evolución del registro	
	-70,15%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,6
Pendiente	-64,0
Constante	960,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	197,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	113,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	611,0
Mínimo	158,6
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	724,1
Mínimo	45,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	567
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	385

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 186351048  
23/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	186351048
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Temporada
Instalación suministrada	Riego
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2001
Fecha instalación	09/01/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	7502
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	196
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

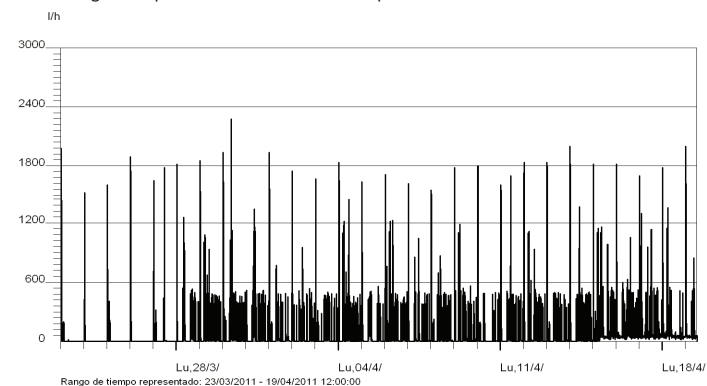
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

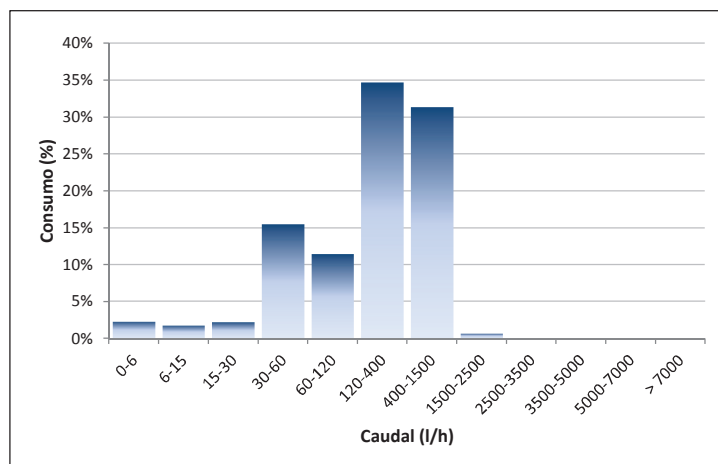
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	23/03/2011
Duración medición (días)	27
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	26811
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	41
Caudal máximo (l/h)	2277

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

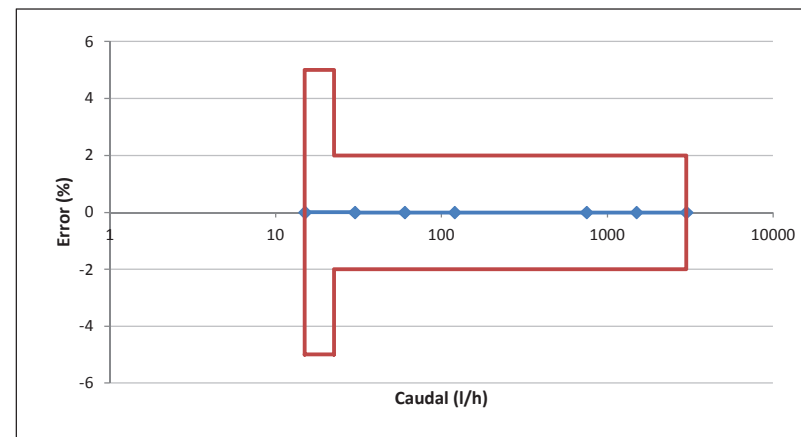
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	618	2,3%
6-15	477	1,8%
15-30	604	2,3%
30-60	4152	15,5%
60-120	3068	11,4%
120-400	9307	34,7%
400-1500	8407	31,4%
1500-2500	177	0,7%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

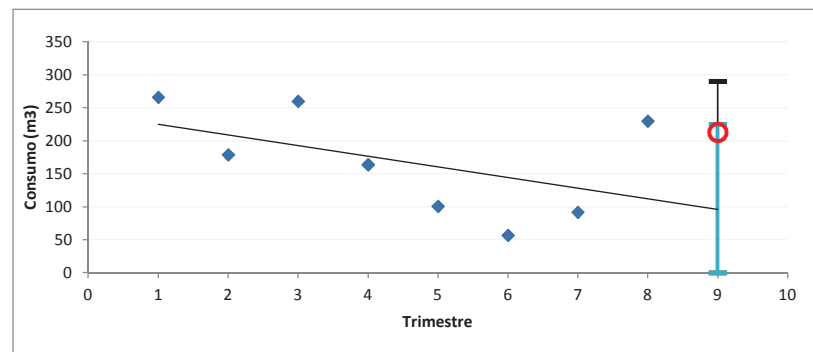
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	266
02/2009	179
03/2009	260
04/2009	164
01/2010	101
02/2010	57
03/2010	92
04/2010	230



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,06
Contador nuevo instalado	1,84
Evolución del registro	-10,68%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	-16,2
Constante	241,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	79,8
Sigma total con ajuste lineal (N)	64,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	225,5
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	290,4
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	213
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	96

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 10271048  
18/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	10271048
Sector	Servicios
Actividad	Energía-Estación de Servicio
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	29
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	1998
Fecha instalación	29/10/1998
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	8296
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	166
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

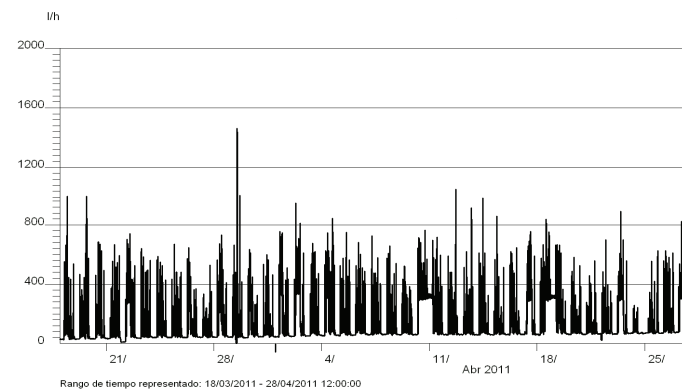
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

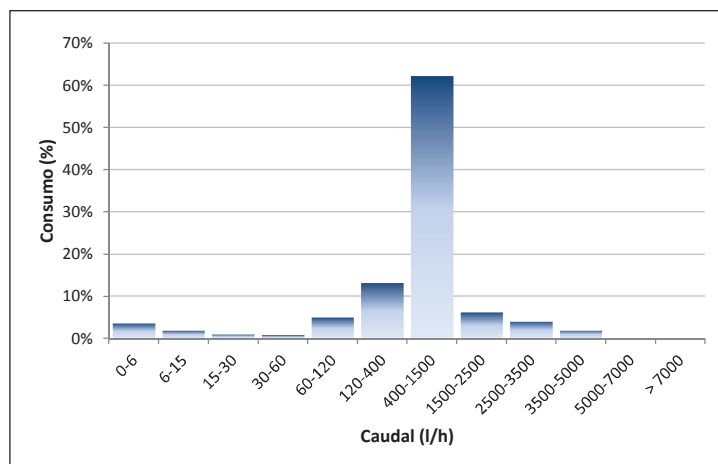
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	18/03/2011
Duración medición (días)	41
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	31110
Caudal mínimo (l/h)	1
Caudal medio (l/h)	111
Caudal máximo (l/h)	1462

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

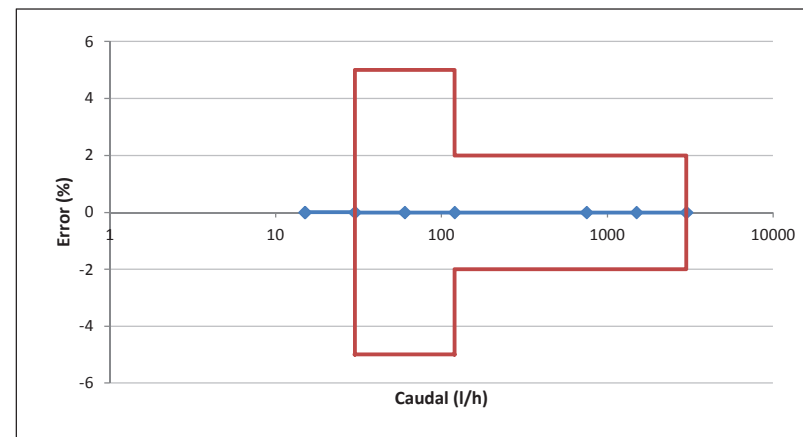
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	1116	3,6%
6-15	578	1,9%
15-30	294	0,9%
30-60	274	0,9%
60-120	1557	5,0%
120-400	4118	13,2%
400-1500	19369	62,3%
1500-2500	1949	6,3%
2500-3500	1256	4,0%
3500-5000	599	1,9%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	13
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

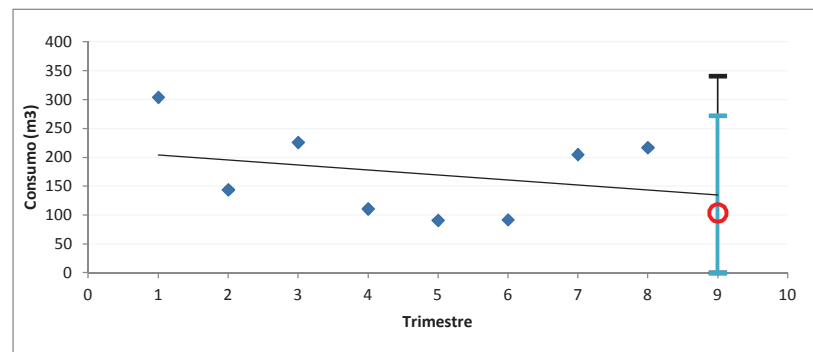
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	304
02/2009	144
03/2009	226
04/2009	111
01/2010	91
02/2010	92
03/2010	205
04/2010	217



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	1,63
Contador nuevo instalado	2,57
Evolución del registro	
	57,67%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-8,6
Constante	212,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	76,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	68,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	272,3
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	341,0
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	104
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	135

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

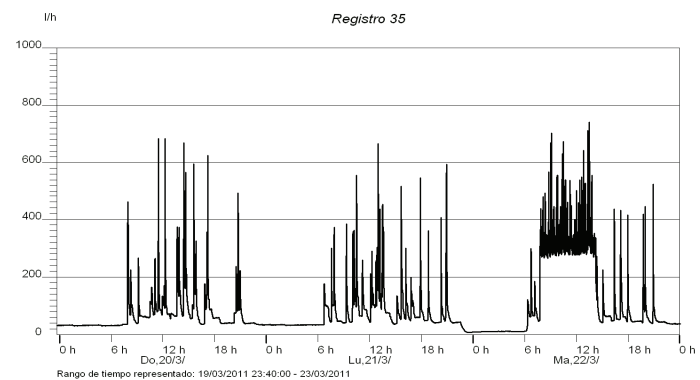
## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 72 horas:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 155591048  
06/05/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	155591048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Saneamiento
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	30/01/2001
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	8716
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	199
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

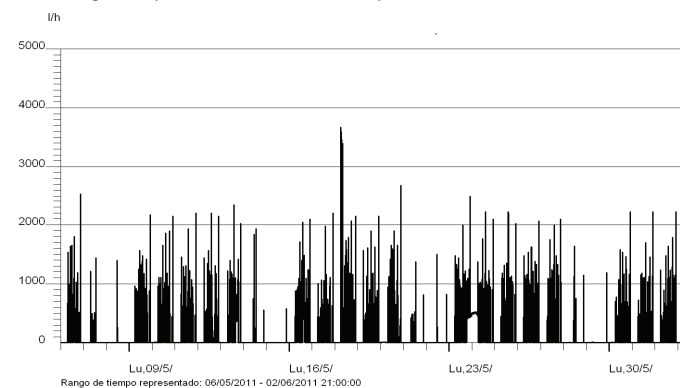
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

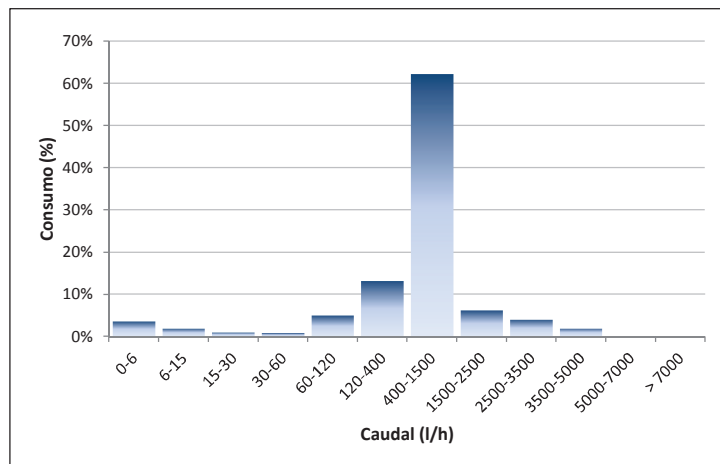
Fecha inicio	06/05/2011
Duración medición (días)	27
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	31110
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	47
Caudal máximo (l/h)	3671

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

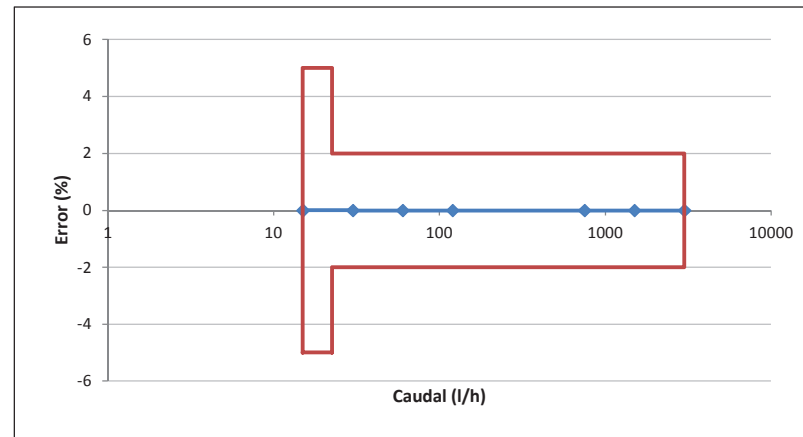
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	1116	3,6%
6-15	578	1,9%
15-30	294	0,9%
30-60	274	0,9%
60-120	1557	5,0%
120-400	4118	13,2%
400-1500	19369	62,3%
1500-2500	1949	6,3%
2500-3500	1256	4,0%
3500-5000	599	1,9%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

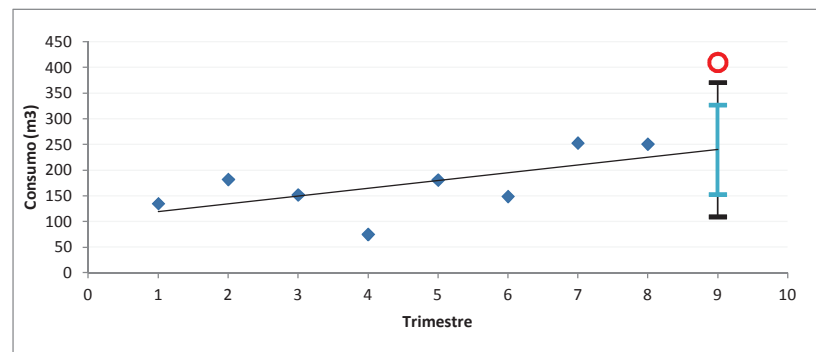
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	135
02/2009	182
03/2009	152
04/2009	75
01/2010	181
02/2010	149
03/2010	253
04/2010	251



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,28
Contador nuevo instalado	1,07
Evolución del registro	
	-53,07%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,4
Pendiente	15,0
Constante	104,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	59,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	43,6
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	327,1
Mínimo	152,8
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	370,6
Mínimo	109,3
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	410
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	240

**Alarma 2σ**

*Alarma*

**Alarma 3σ**

*Alarma*

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.671 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 12,2% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 111151048  
20/04/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	111151048
Sector	Servicios
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2001
Fecha instalación	09/01/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	6656
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	150
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

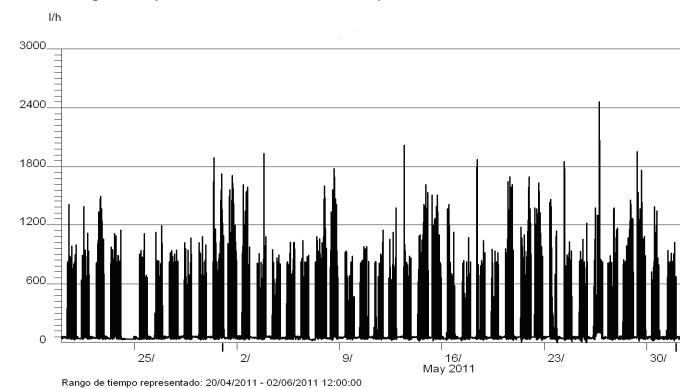
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

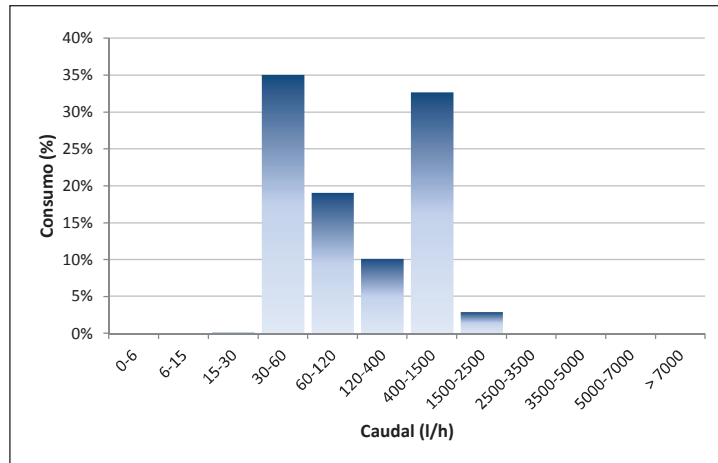
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	20/04/2011
Duración medición (días)	43
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	96711
Caudal mínimo (l/h)	2
Caudal medio (l/h)	92
Caudal máximo (l/h)	2463

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

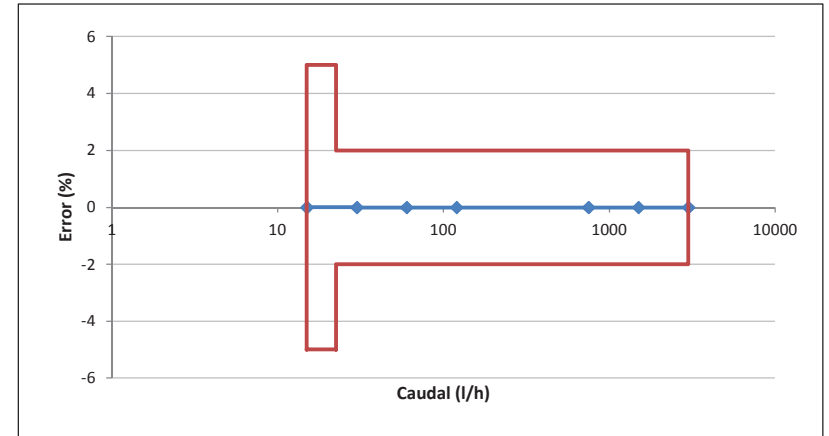
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	2	0,0%
6-15	8	0,0%
15-30	144	0,1%
30-60	33877	35,0%
60-120	18454	19,1%
120-400	9821	10,2%
400-1500	31599	32,7%
1500-2500	2806	2,9%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	13

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

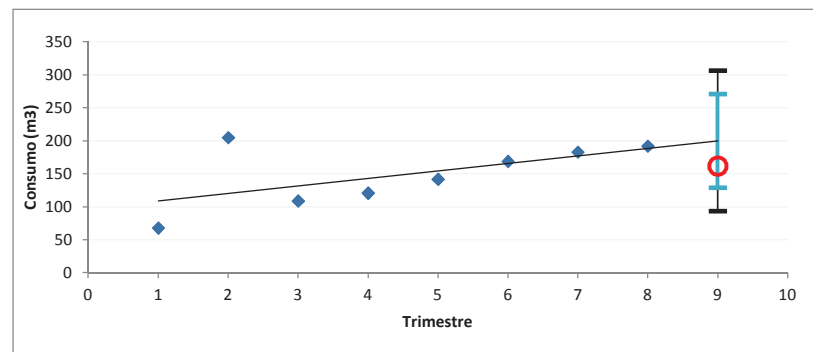
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	68
02/2009	205
03/2009	109
04/2009	121
01/2010	142
02/2010	169
03/2010	183
04/2010	192



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	1,76
Contador nuevo instalado	2,22
Evolución del registro	
	26,14%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,4
Pendiente	11,4
Constante	97,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	47,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	35,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	270,9
Mínimo	129,1
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	306,4
Mínimo	93,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	162
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	200

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 202461048  
09/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	202461048
Sector	Industrial
Actividad	Local-Almacén
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula todo-nada
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	49
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	11/02/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	24809
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	512
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

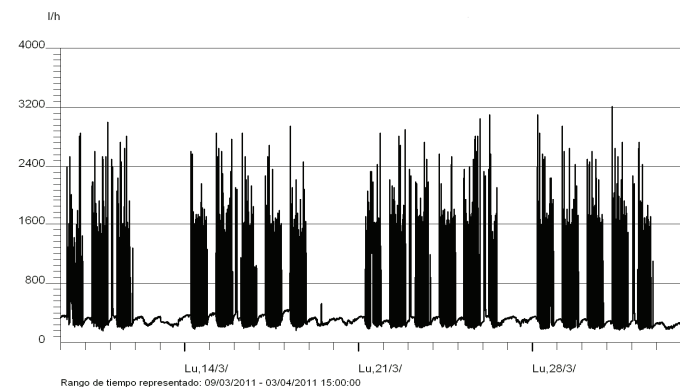
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

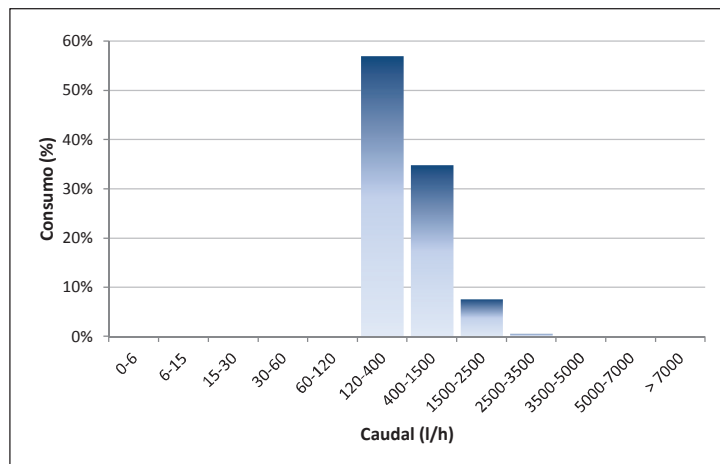
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	09/03/2011
Duración medición (días)	25
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	246932
Caudal mínimo (l/h)	158
Caudal medio (l/h)	401
Caudal máximo (l/h)	3212

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

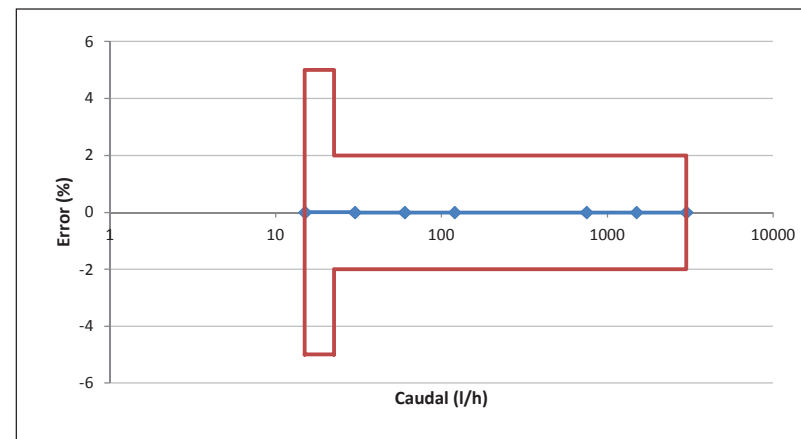
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	0	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	140752	57,0%
400-1500	86057	34,9%
1500-2500	18693	7,6%
2500-3500	1430	0,6%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

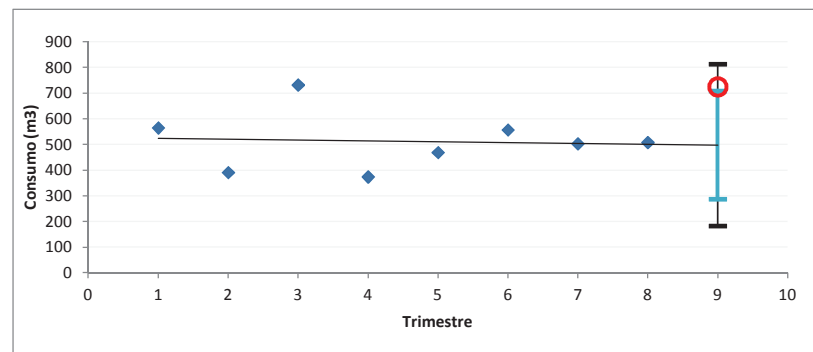
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	565
02/2009	391
03/2009	732
04/2009	374
01/2010	469
02/2010	557
03/2010	503
04/2010	508



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	5,55
Contador nuevo instalado	8,7
Evolución del registro	
	56,76%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-3,2
Constante	526,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	112,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	105,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	708,2
Mínimo	287,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	813,4
Mínimo	182,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	725
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	498

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Ok



## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:

Hornacina donde se encuentra el contador estudiado (con el emisor de pulsos y el data-logger instalado) junto al contador correspondiente a la instalación contraincendios:



Imágenes de los diferentes depósitos de acumulación:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.212 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 8,2% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Refrigeración



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 135801048 26/02/2010

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

##### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	135801048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Cerámicas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

##### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1999
Fecha instalación	09/06/1999
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	506235
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	5375
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

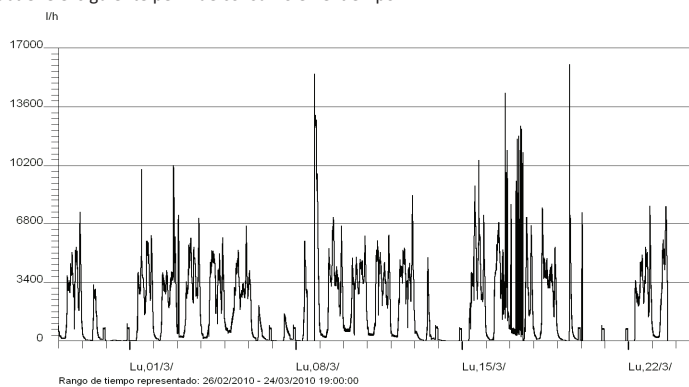
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

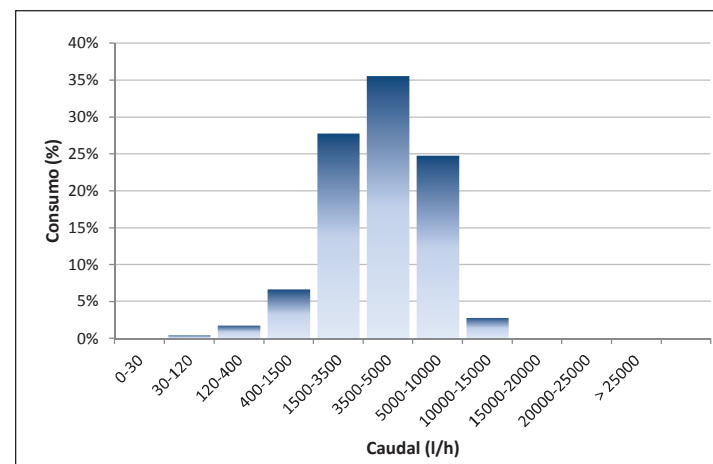
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	26/02/2010
Duración medición (días)	26
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	1105600
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	1794
Caudal máximo (l/h)	16058

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

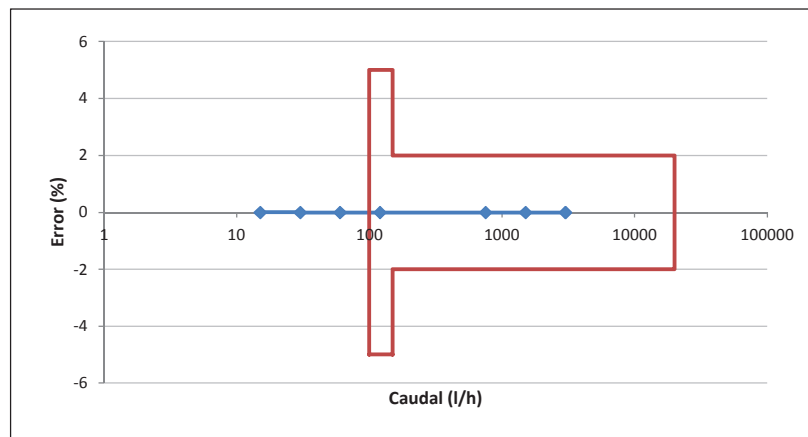
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	1130	0,1%
30-120	4560	0,4%
120-400	19660	1,8%
400-1500	73910	6,7%
1500-3500	307440	27,8%
3500-5000	393150	35,6%
5000-10000	273680	24,8%
10000-15000	31020	2,8%
15000-20000	1040	0,1%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	10	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	50
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

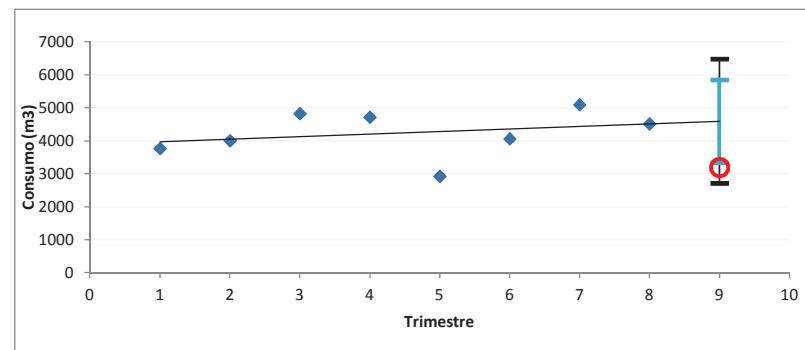
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>2</sup>	

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3770
02/2009	4004
03/2009	4827
04/2009	4718
01/2010	2930
02/2010	4066
03/2010	5097
04/2010	4517



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	55,59
Contador nuevo instalado	47,02
Evolución del registro	
	-15,42%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,1
Pendiente	78,8
Constante	3886,3
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	697,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	627,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	5850,1
Mínimo	3341,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	6477,2
Mínimo	2714,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	3196
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	4596

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

Ok



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 19911048  
06/05/2011**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	19911048
Sector	Industrial
Actividad	Hostelería-Cafetería-Bar
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	45
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2007
Fecha instalación	03/05/2010
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	4720
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	186
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

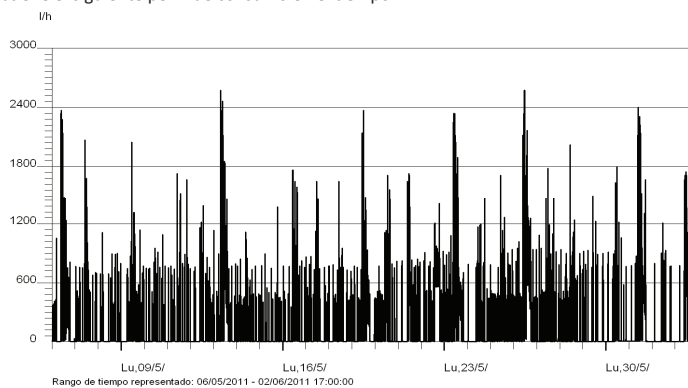
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

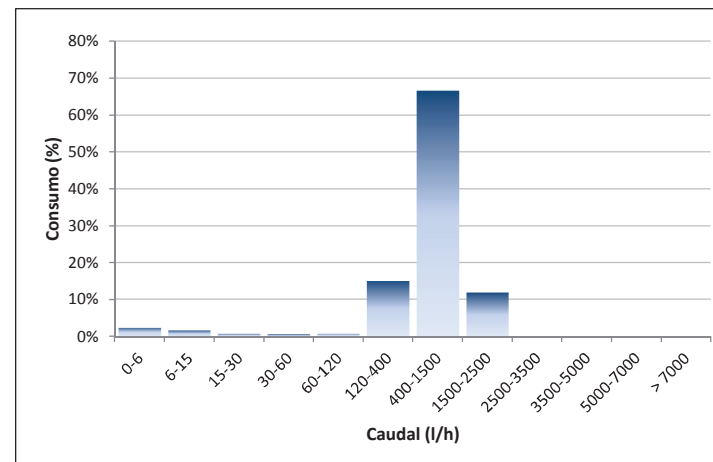
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/05/2011
Duración medición (días)	27
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	66032
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	99
Caudal máximo (l/h)	2569

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

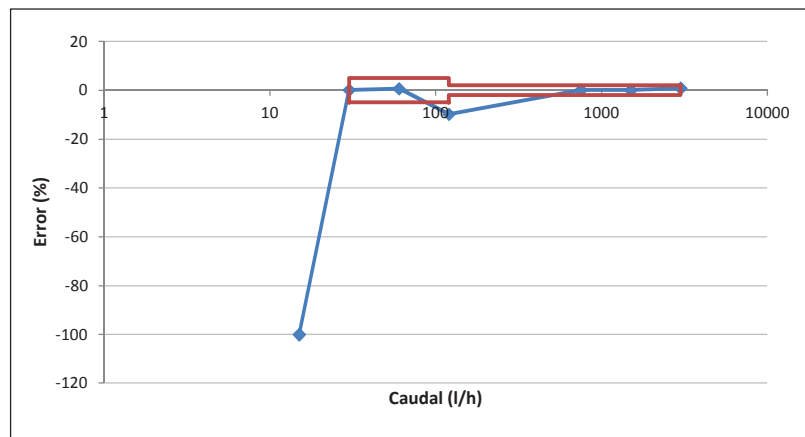
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	1608	2,4%
6-15	1103	1,7%
15-30	473	0,7%
30-60	394	0,6%
60-120	534	0,8%
120-400	9957	15,1%
400-1500	44030	66,7%
1500-2500	7885	11,9%
2500-3500	47	0,1%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	19,43
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	0,15
60	0,65
120	-9,81
750	0,11
1500	0,07
3000	0,87

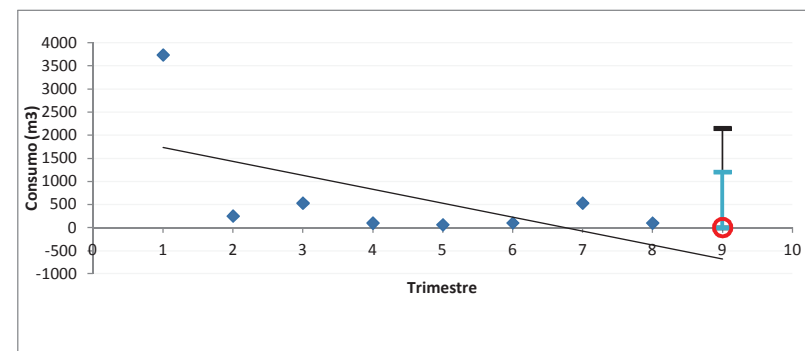
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-6,15
Error a origen	-2,1
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-1,54
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,093

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	3739
02/2009	254
03/2009	533
04/2009	101
01/2010	65
02/2010	105
03/2010	533
04/2010	101





**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 153201048  
23/03/2011**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	153201048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Constructoras
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	2000
Fecha instalación	27/09/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	28226
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	387
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

**2. PATRÓN DE CONSUMO**

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	21
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

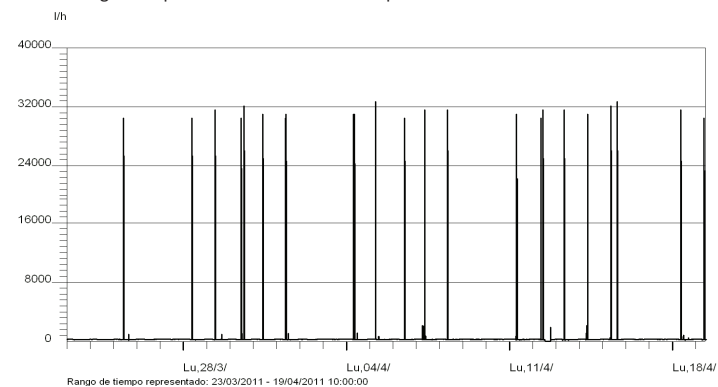
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	100

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

**DATOS PATRÓN CONSUMO**

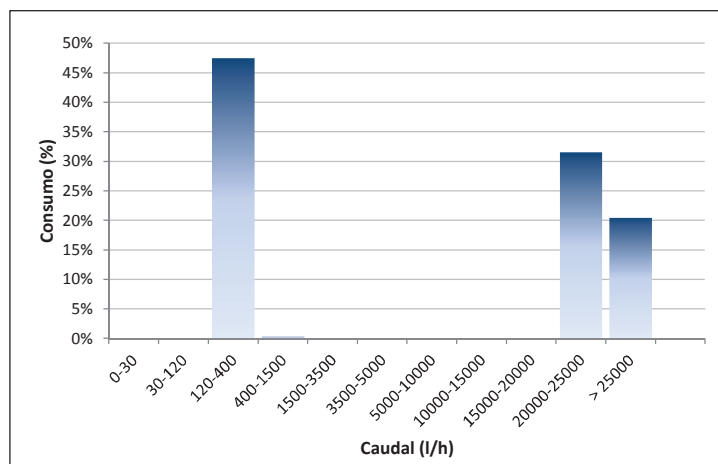
Fecha inicio	23/03/2011
Duración medición (días)	27
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	400380
Caudal mínimo (l/h)	2
Caudal medio (l/h)	607
Caudal máximo (l/h)	32701

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

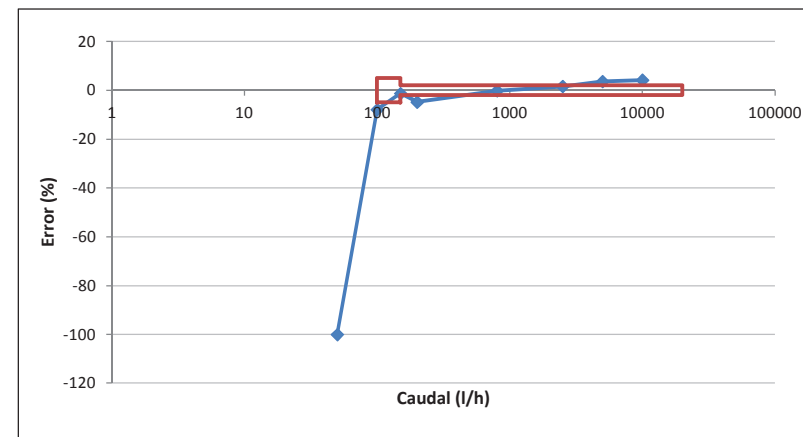
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	20	0,0%
30-120	30	0,0%
120-400	190140	47,5%
400-1500	1380	0,3%
1500-3500	570	0,1%
3500-5000	0	0,0%
5000-10000	40	0,0%
10000-15000	50	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	126240	31,5%
> 25000	81910	20,5%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	80
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	63,07
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-7,86
150	-1,25
200	-4,81
800	-0,15
2500	1,63
5000	3,64
10000	4,22

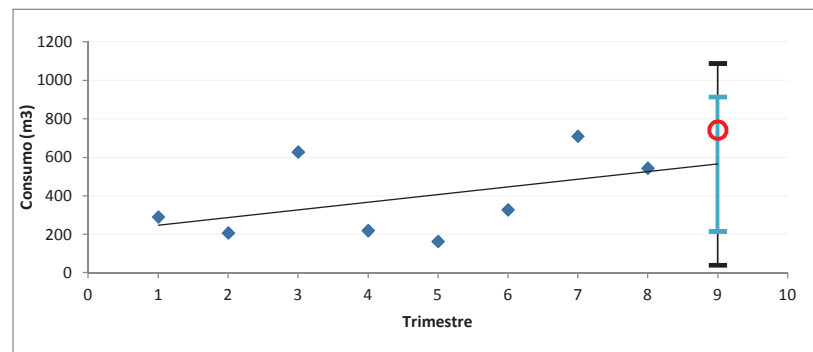
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0,46
Error a origen	0,74
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,04
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,001

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	291
02/2009	208
03/2009	628
04/2009	220
01/2010	164
02/2010	328
03/2010	710
04/2010	544



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	4,4
Contador nuevo instalado	12,83
Evolución del registro	
	191,59%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	39,6
Constante	208,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	210,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	174,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	913,8
Mínimo	215,7
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1088,3
Mínimo	41,2
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	742
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	565

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (32.701 l/h) supera al correspondiente por dn (20.000 l/h), el 52% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 146991048 06/05/2011

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

##### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	146991048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Constructoras
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

##### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	49
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	12/02/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	7750
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	455
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

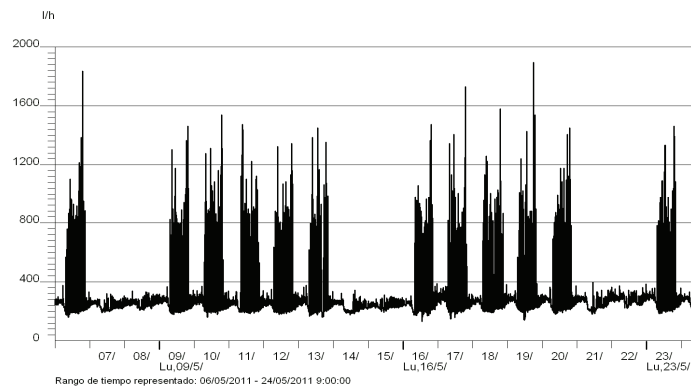
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

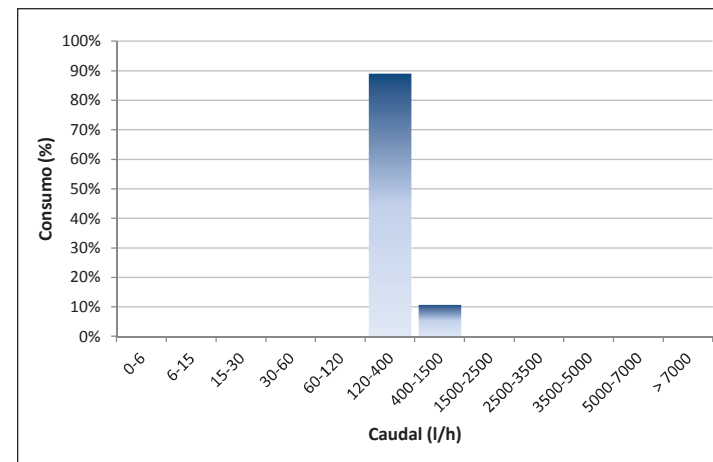
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/05/2011
Duración medición (días)	18
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	115129
Caudal mínimo (l/h)	130
Caudal medio (l/h)	261
Caudal máximo (l/h)	1893

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

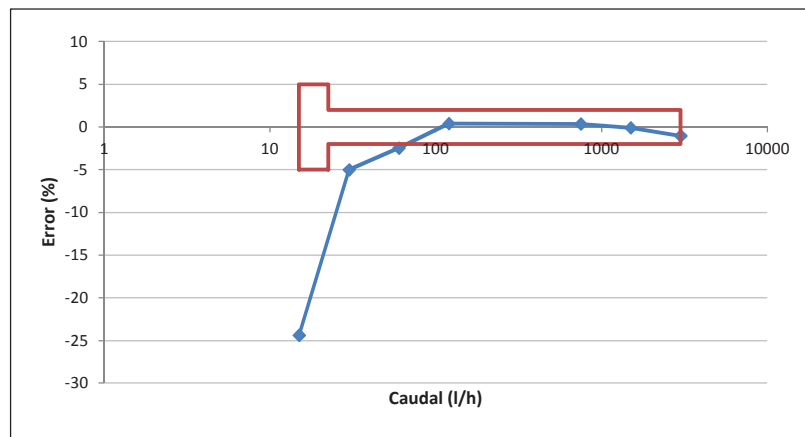
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	0	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	1	0,0%
120-400	102612	89,1%
400-1500	12380	10,8%
1500-2500	136	0,1%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	7,66
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-24,37
30	-5,01
60	-2,46
120	0,4
750	0,36
1500	-0,09
3000	-1,03

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

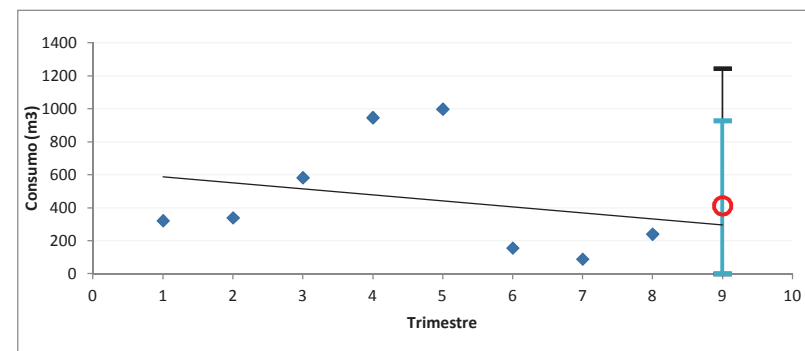
Error medio ponderado	0,37
Error a origen	0,62
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,05
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,003

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	323
02/2009	340
03/2009	583
04/2009	947
01/2010	999
02/2010	157
03/2010	90
04/2010	241





**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 175261048  
07/04/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	175261048
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Fábricas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	25
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	13/02/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	25727
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1338
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

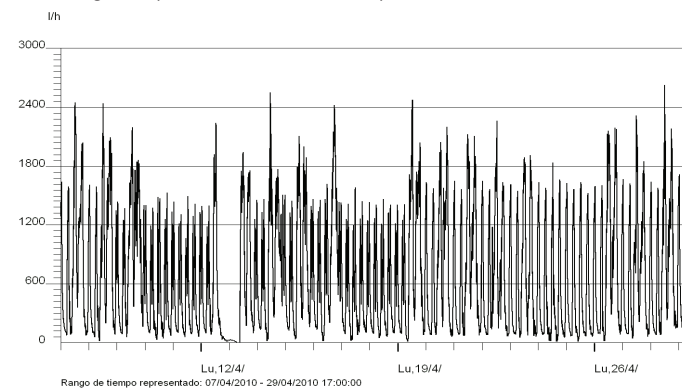
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

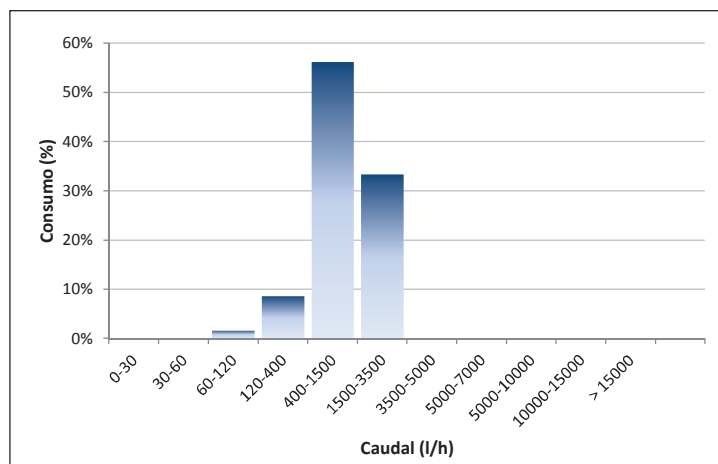
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	07/04/2010
Duración medición (días)	22
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	387080
Caudal mínimo (l/h)	3
Caudal medio (l/h)	708
Caudal máximo (l/h)	2625

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

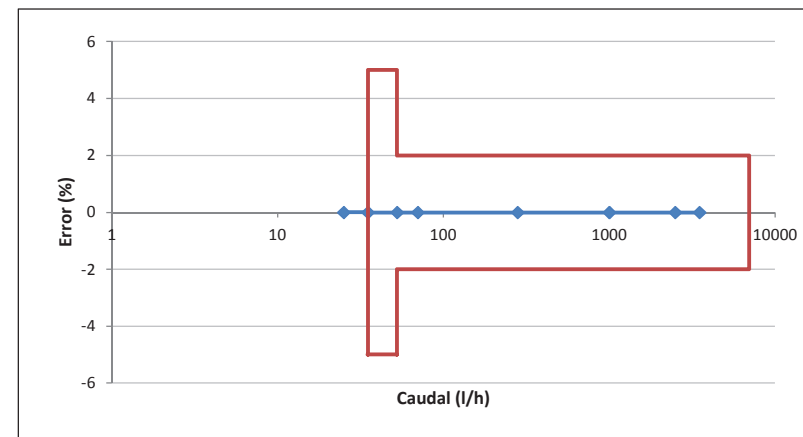
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	290	0,1%
30-60	440	0,1%
60-120	6180	1,6%
120-400	33420	8,6%
400-1500	217530	56,2%
1500-3500	129220	33,4%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	



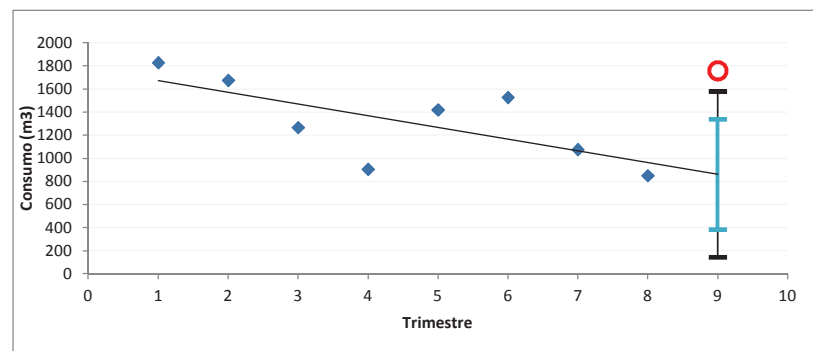
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1828
02/2009	1675
03/2009	1267
04/2009	906
01/2010	1420
02/2010	1528
03/2010	1077
04/2010	851



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	14,76
Contador nuevo instalado	14,85
Evolución del registro	0,61%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,5
Pendiente	-101,6
Constante	1776,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	356,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	239,1
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1340,1
Mínimo	383,8
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1579,2
Mínimo	144,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1759
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	862

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

Alarma

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 95881048  
06/03/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	95881048
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Temporada
Instalación suministrada	Otros
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2000
Fecha instalación	15/11/2000
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	71429
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1770
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

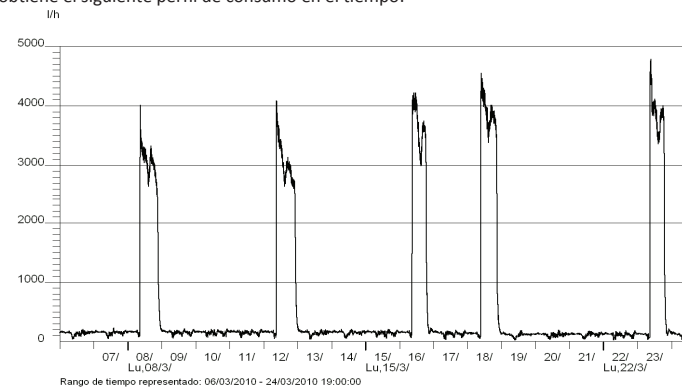
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

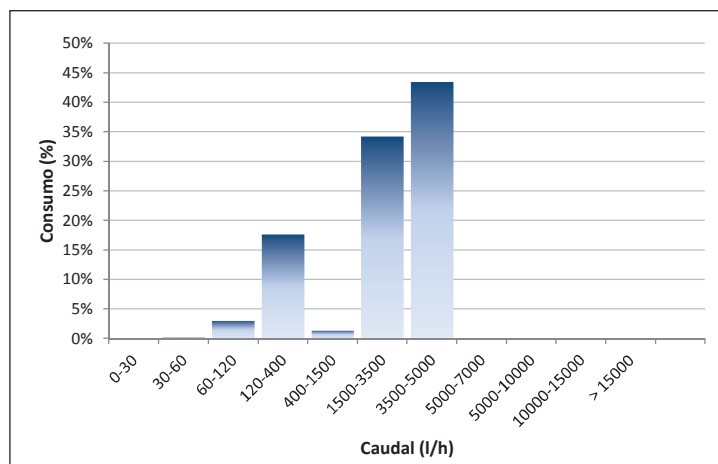
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/03/2010
Duración medición (días)	18
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	259460
Caudal mínimo (l/h)	26
Caudal medio (l/h)	574
Caudal máximo (l/h)	4783

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

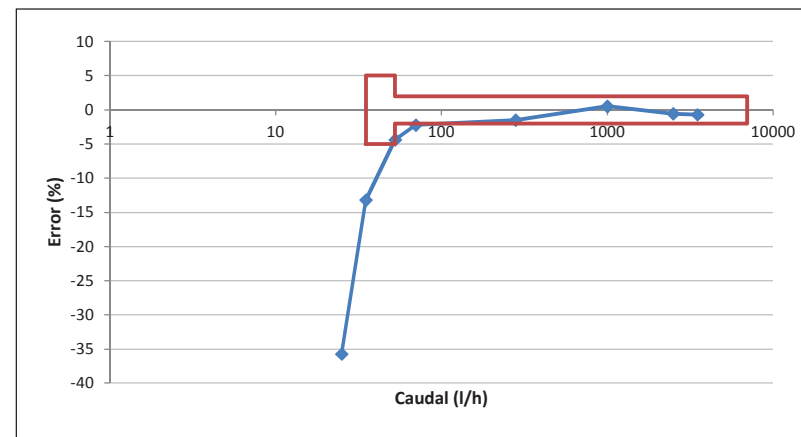
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	30	0,0%
30-60	600	0,2%
60-120	7840	3,0%
120-400	45850	17,7%
400-1500	3550	1,4%
1500-3500	88790	34,2%
3500-5000	112800	43,5%
5000-7000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	15,6
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-35,72
35	-13,17
52,5	-4,36
70	-2,21
280	-1,49
1000	0,52
2500	-0,57
3500	-0,7

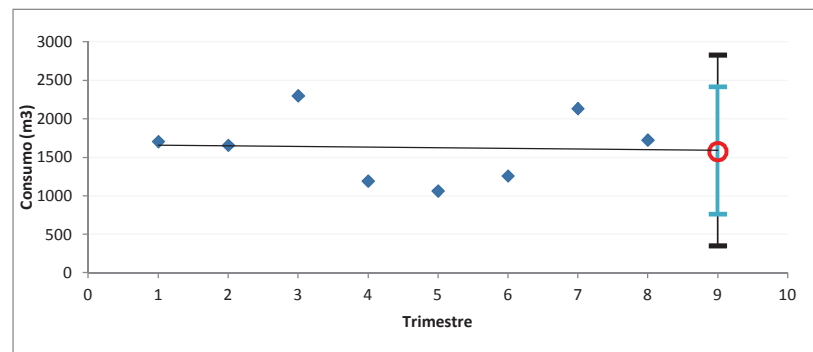
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,07
Error a origen	0,1
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,11
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,004

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1705
02/2009	1657
03/2009	2300
04/2009	1193
01/2010	1065
02/2010	1260
03/2010	2135
04/2010	1725



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	17,22
Contador nuevo instalado	17,97
Evolución del registro	
	4,36%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-8,5
Constante	1668,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	441,8
Sigma total con ajuste lineal (N)	412,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	2417,2
Mínimo	765,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2830,0
Mínimo	353,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1576
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1592

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 215791048  
11/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	215791048
Sector	Industrial
Actividad	Químicas-Vidrios
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	09/05/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	3711
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	286
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

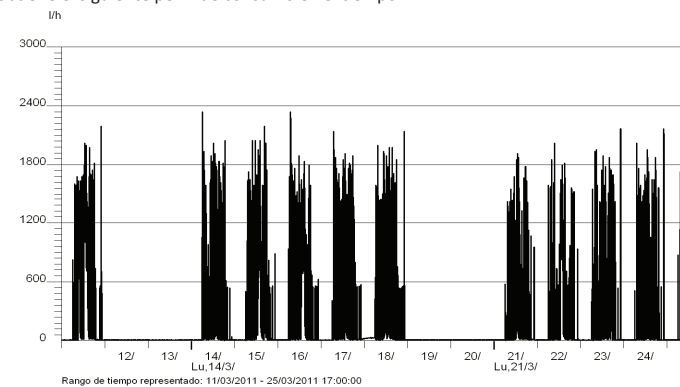
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

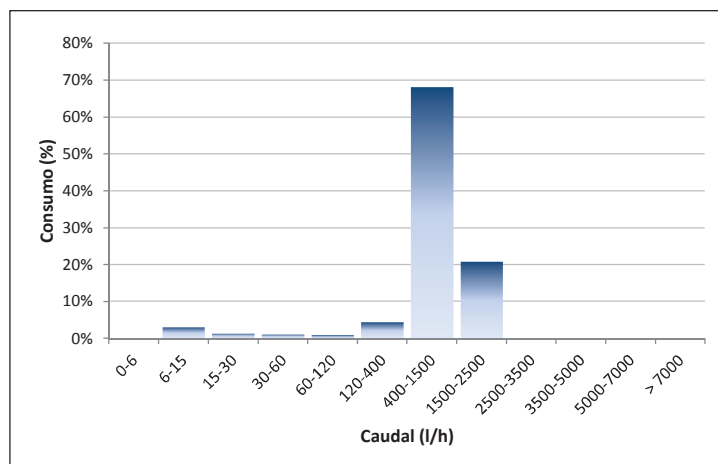
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	65222
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	184
Caudal máximo (l/h)	2336

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

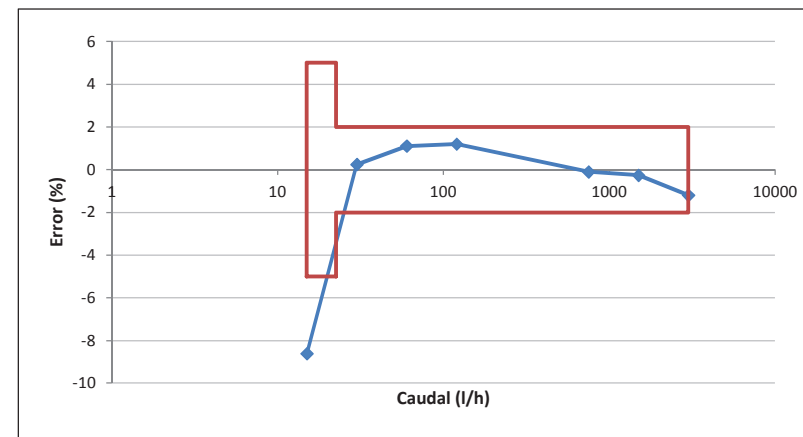
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	8	0,0%
6-15	2029	3,1%
15-30	868	1,3%
30-60	724	1,1%
60-120	664	1,0%
120-400	2898	4,4%
400-1500	44453	68,2%
1500-2500	13577	20,8%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	5,29
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-8,61
30	0,25
60	1,11
120	1,2
750	-0,1
1500	-0,26
3000	-1,2

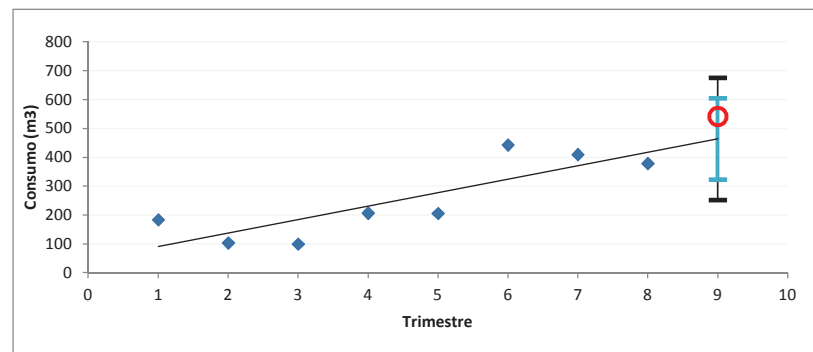
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,32
Error a origen	-0,35
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,22
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,020

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	184
02/2009	104
03/2009	100
04/2009	207
01/2010	206
02/2010	443
03/2010	410
04/2010	379



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,29
Contador nuevo instalado	4,81
Evolución del registro	
	46,20%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,7
Pendiente	46,7
Constante	44,0
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	137,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	70,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	605,2
Mínimo	323,4
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	675,6
Mínimo	252,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	542
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	464

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:





**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 139051048  
09/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	139051048
Sector	Industrial
Actividad	Servicios Agrícolas-Almacén Fruta
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	46
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2002
Fecha instalación	22/01/2007
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	10342
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	695
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Retirado antes del estudio

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

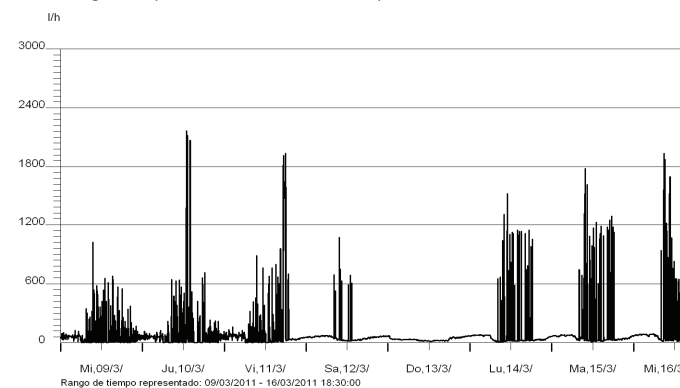
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

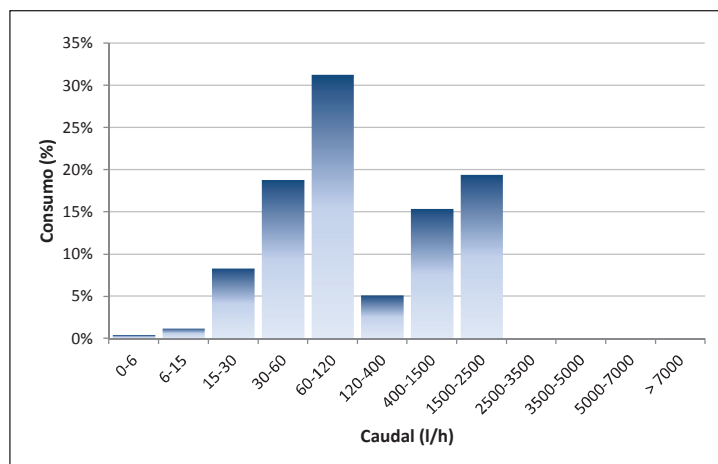
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	09/03/2011
Duración medición (días)	7
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	12143
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	65
Caudal máximo (l/h)	2166

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

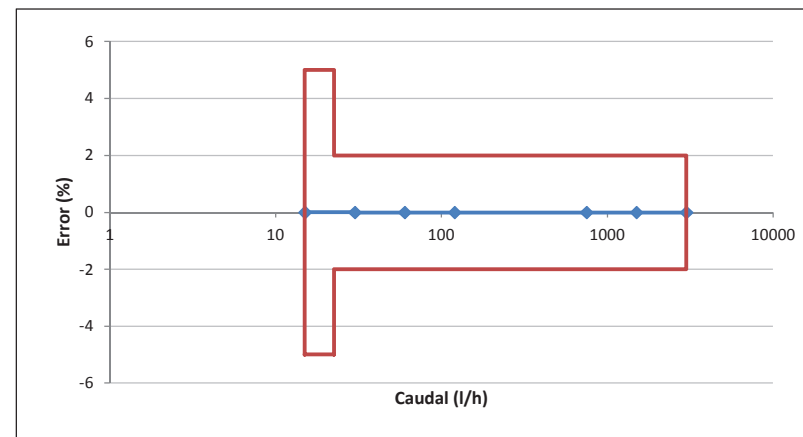
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	51	0,4%
6-15	147	1,2%
15-30	1011	8,3%
30-60	2285	18,8%
60-120	3800	31,3%
120-400	625	5,1%
400-1500	1866	15,4%
1500-2500	2357	19,4%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

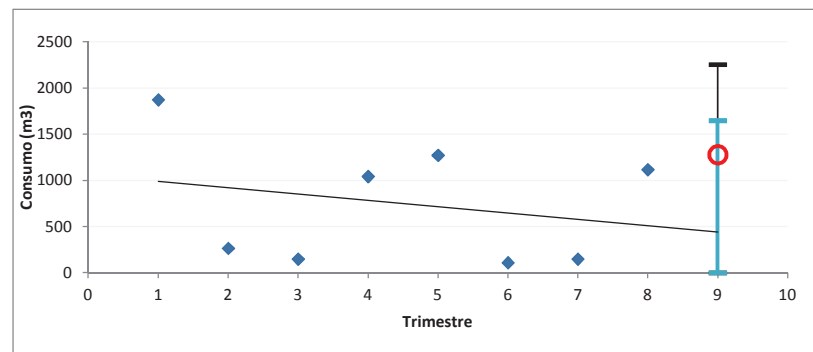
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1873
02/2009	266
03/2009	150
04/2009	1043
01/2010	1273
02/2010	111
03/2010	150
04/2010	1118



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	5,21
Contador nuevo instalado	10,49
Evolución del registro	
	101,34%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-68,5
Constante	1056,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	667,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	604,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1648,5
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2252,8
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1280
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	440

Alarma 2σ

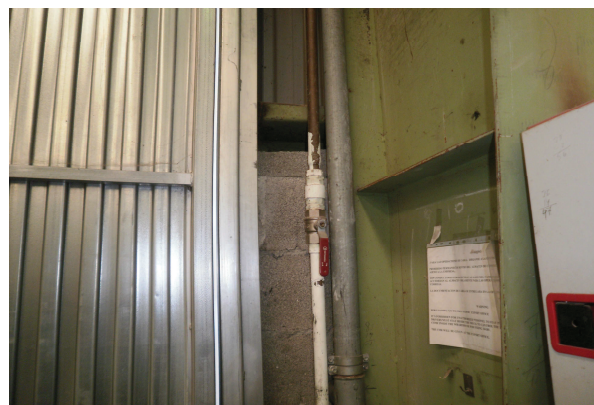
Ok

Alarma 3σ

Ok

5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 183351048  
06/05/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	183351048
Sector	Comercio
Actividad	Lavandería
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	7

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	46
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	14/01/2008
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	3613
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	199
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

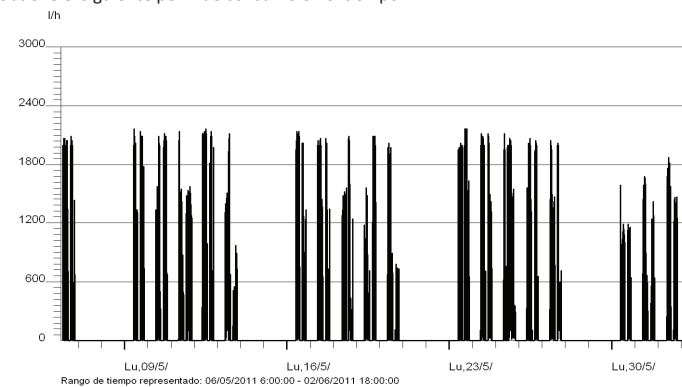
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

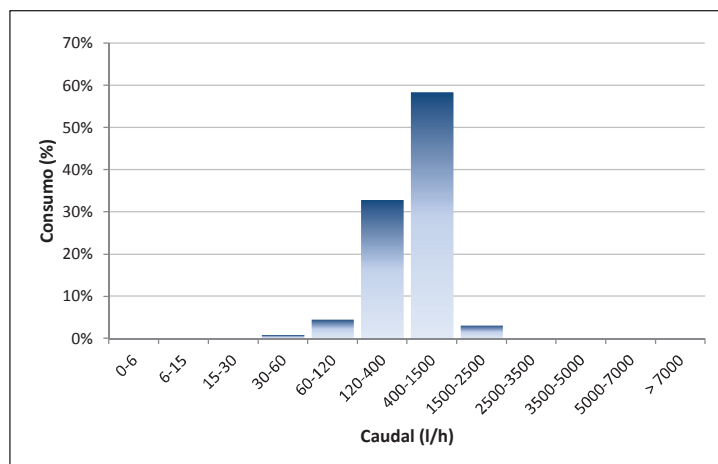
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/05/2011
Duración medición (días)	27
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	110539
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	114
Caudal máximo (l/h)	2166

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

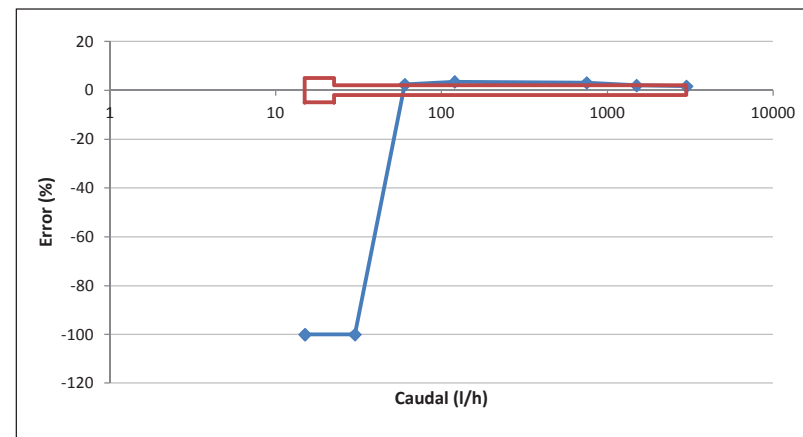
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	50	0,0%
6-15	64	0,1%
15-30	185	0,2%
30-60	916	0,8%
60-120	4979	4,5%
120-400	36383	32,9%
400-1500	64558	58,4%
1500-2500	3404	3,1%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	20
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	33,11
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-100
60	2,35
120	3,5
750	3,11
1500	2,03
3000	1,66

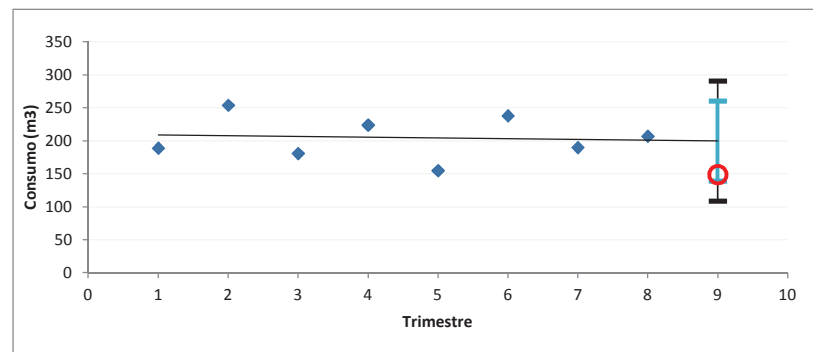
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	2,32
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,39
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,021

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	189
02/2009	254
03/2009	181
04/2009	224
01/2010	155
02/2010	238
03/2010	190
04/2010	207



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,2
Contador nuevo instalado	2,65
Evolución del registro	20,45%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-1,1
Constante	209,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	32,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	30,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	260,5
Mínimo	139,2
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	290,8
Mínimo	108,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	149
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	200

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 146311048  
11/03/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	146311048
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Panadería-Pastelería
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	49
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	12/02/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	10998
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	311
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	



## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

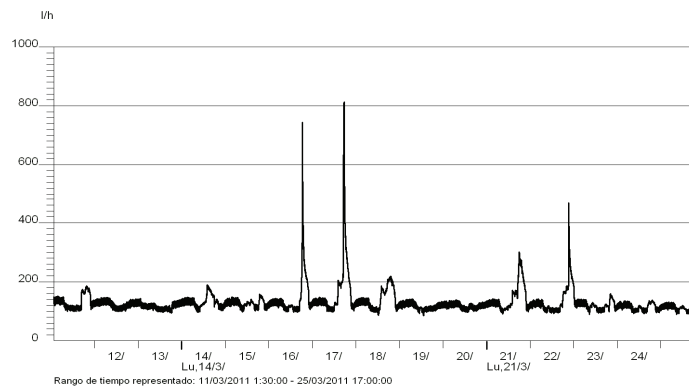
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

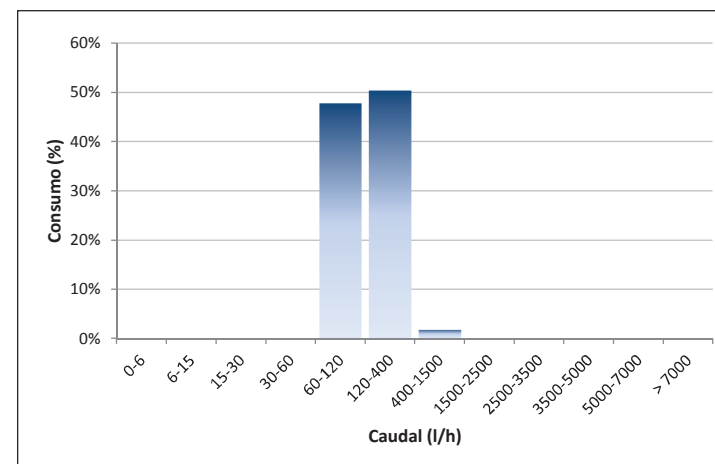
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	45102
Caudal mínimo (l/h)	84
Caudal medio (l/h)	128
Caudal máximo (l/h)	814

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

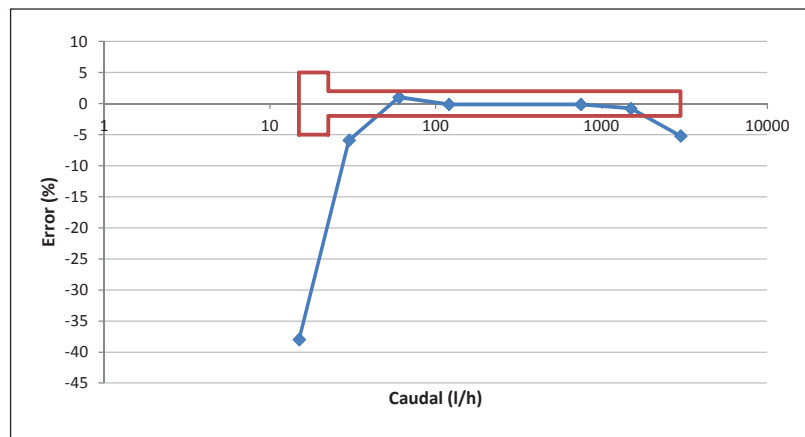
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	0	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	21549	47,8%
120-400	22736	50,4%
400-1500	817	1,8%
1500-2500	0	0,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	9,69
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-37,94
30	-5,86
60	1,01
120	-0,1
750	-0,1
1500	-0,77
3000	-5,19

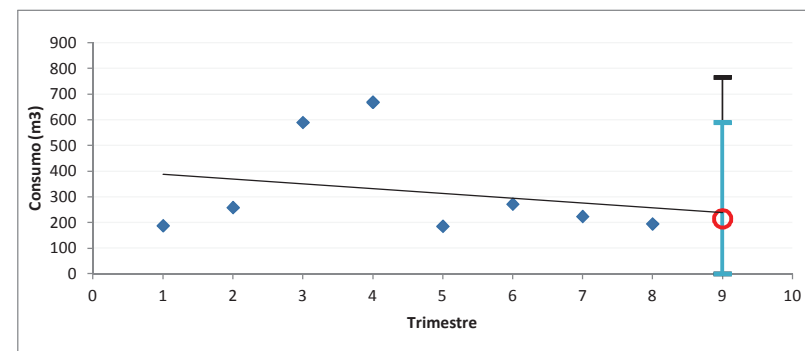
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0,16
Error a origen	0,68
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	0,02
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,004

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	188
02/2009	259
03/2009	590
04/2009	669
01/2010	186
02/2010	272
03/2010	224
04/2010	195



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,59
Contador nuevo instalado	2,82
Evolución del registro	
	-21,45%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-18,6
Constante	406,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	193,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	175,5
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	590,1
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	765,6
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	215
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	239

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 220691048  
18/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	220691048
Sector	Residencial
Actividad	Servicios Agrícolas-Granjas
Instalación suministrada	Otros
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2001
Fecha instalación	10/05/2002
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	51984
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1245
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR**

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

**CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS**

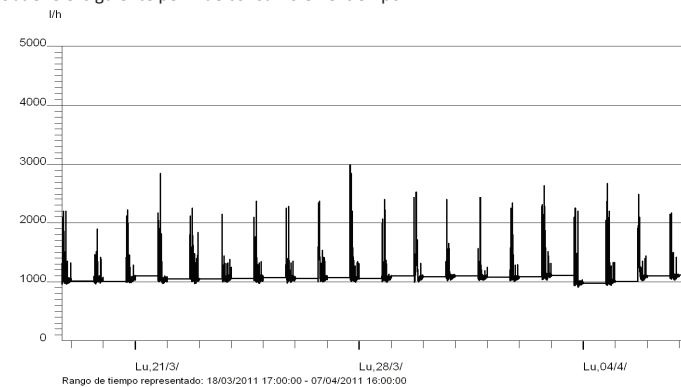
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

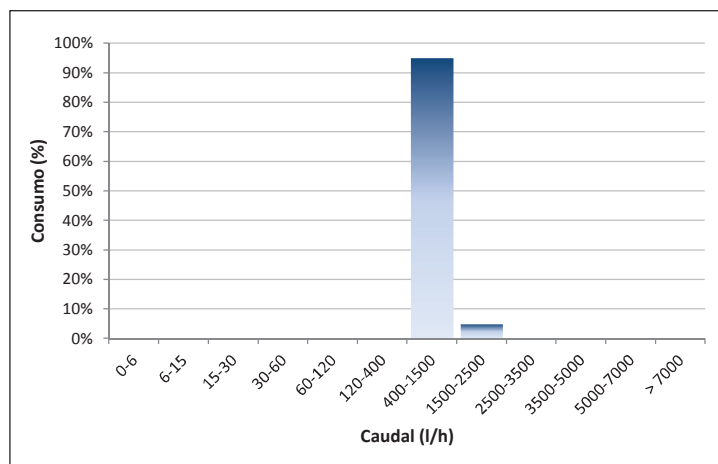
**DATOS PATRÓN CONSUMO**

Fecha inicio	18/03/2011
Duración medición (días)	20
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	154728
Caudal mínimo (l/h)	908
Caudal medio (l/h)	1074
Caudal máximo (l/h)	2998

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

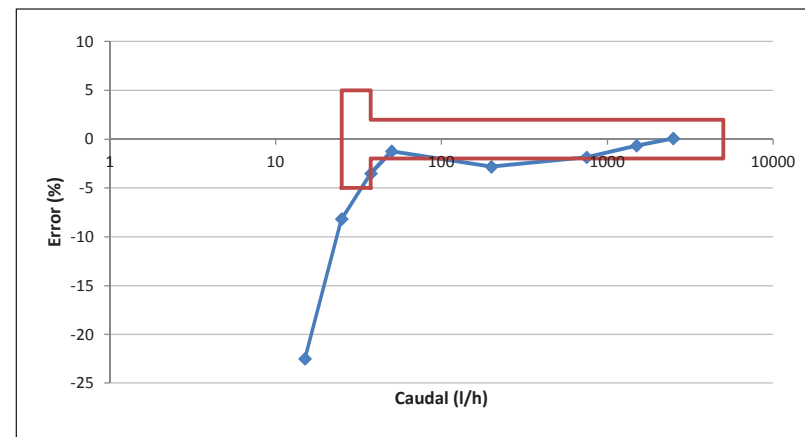
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	19	0,0%
6-15	0	0,0%
15-30	0	0,0%
30-60	0	0,0%
60-120	0	0,0%
120-400	0	0,0%
400-1500	146876	94,9%
1500-2500	7400	4,8%
2500-3500	433	0,3%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	7,37
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-22,48
25	-8,16
37,5	-3,51
50	-1,23
200	-2,83
750	-1,85
1500	-0,66
2500	0,08

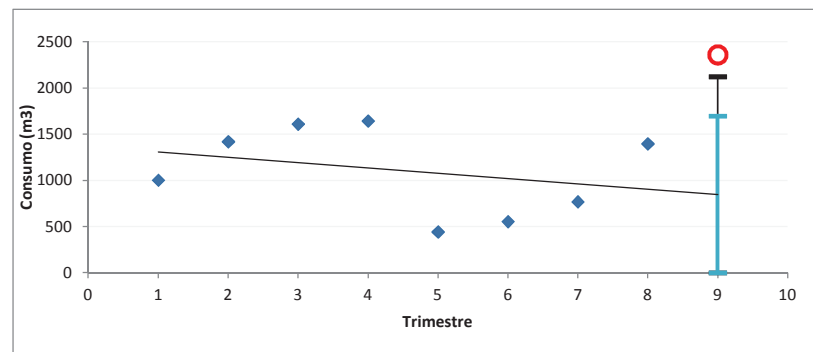
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,25
Error a origen	0,6888
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,13
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,008

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1003
02/2009	1420
03/2009	1610
04/2009	1644
01/2010	444
02/2010	556
03/2010	770
04/2010	1397



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	14,03
Contador nuevo instalado	26,69
Evolución del registro	
	90,24%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	-57,8
Constante	1365,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	476,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	425,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1697,2
Mínimo	0,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	2123,0
Mínimo	0,0
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2360
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	845

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Alarma

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 145861048  
11/03/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	145861048
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Restaurantes
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	49
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	12/02/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	9691
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	355
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

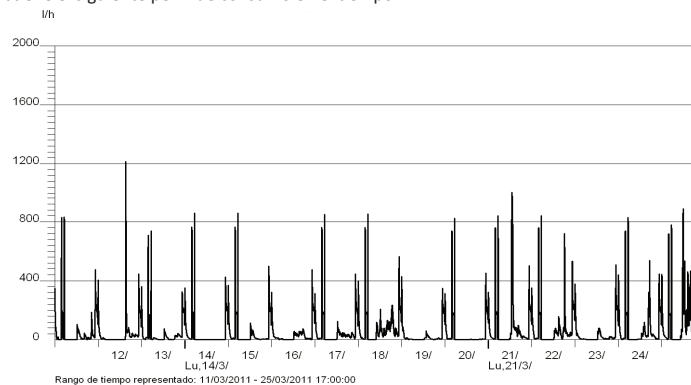
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

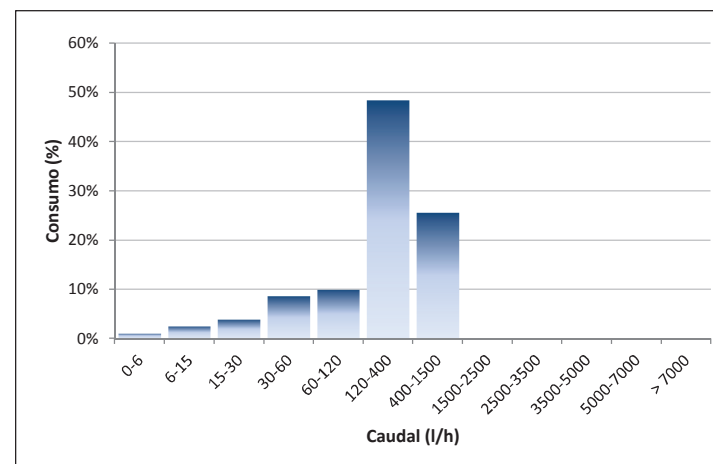
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	19426
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	55
Caudal máximo (l/h)	1215

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	202	1,0%
6-15	486	2,5%
15-30	746	3,8%
30-60	1679	8,6%
60-120	1928	9,9%
120-400	9409	48,4%
400-1500	4976	25,6%
1500-2500	0	0,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

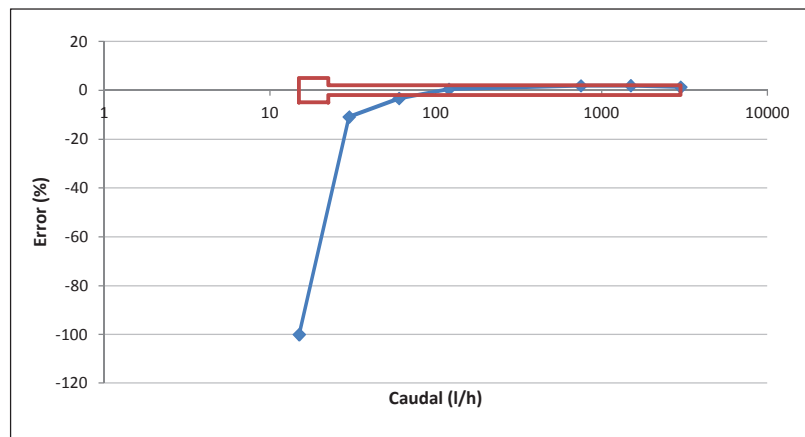
A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	15
DN original abonado	15



### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	19,95
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-100
30	-10,87
60	-3,29
120	0,5
750	1,9
1500	1,94
3000	1,3

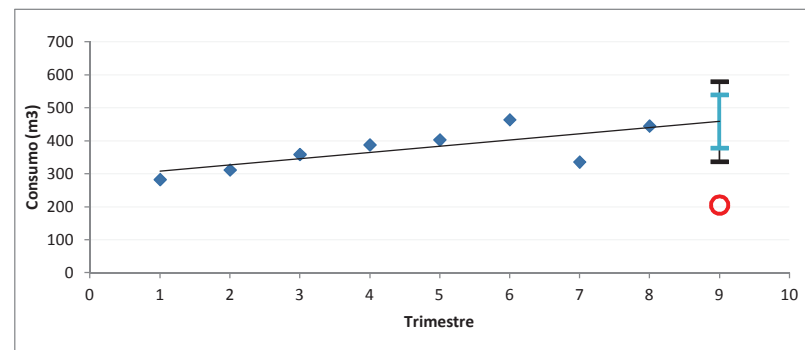
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-5,75
Error a origen	-1,19
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-0,72
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,296

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
<b>Trimestre</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>
01/2009	283
02/2009	312
03/2009	359
04/2009	388
01/2010	403
02/2010	464
03/2010	336
04/2010	445



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	4,01
Contador nuevo instalado	1,69
Evolución del registro	
	-57,86%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,5
Pendiente	18,9
Constante	288,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	63,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	40,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	539,3
Mínimo	377,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	579,7
Mínimo	337,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	206
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	459

Alarma 2σ

Alarma

Alarma 3σ

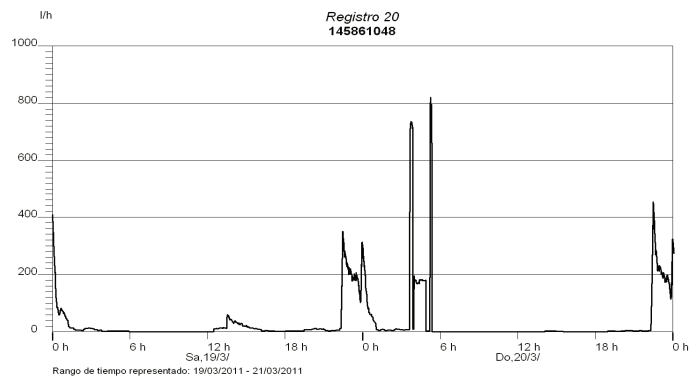
Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 48 horas:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 197181048  
05/12/2009**

**1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	197181048
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Fábricas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	15
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1996
Fecha instalación	03/10/1996
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	127718
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1903
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

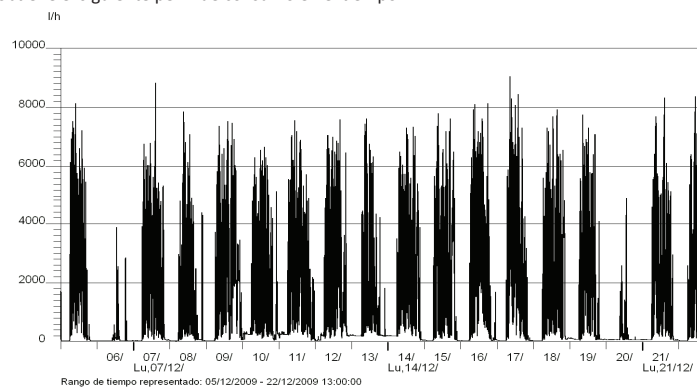
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

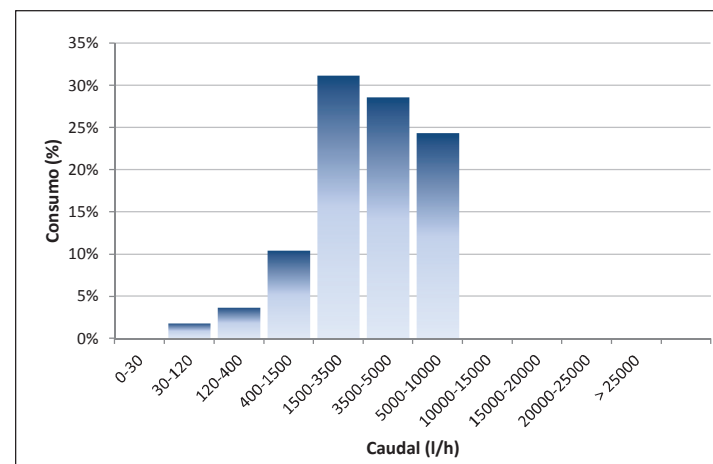
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	05/12/2009
Duración medición (días)	17
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	505960
Caudal mínimo (l/h)	28
Caudal medio (l/h)	1199
Caudal máximo (l/h)	9038

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

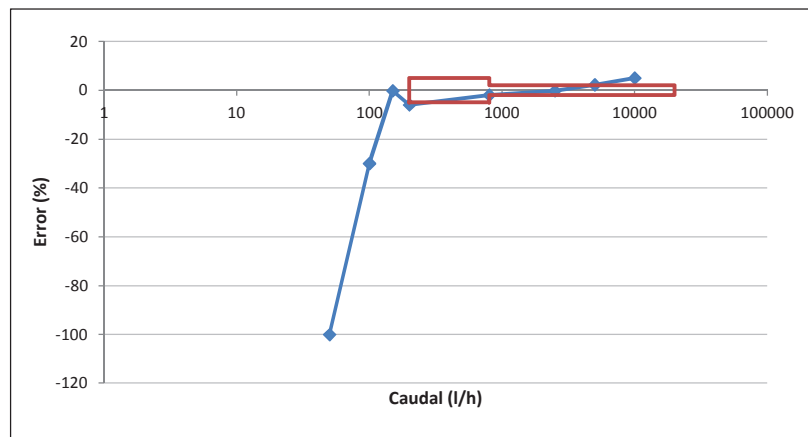
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	30	0,0%
30-120	9060	1,8%
120-400	18550	3,7%
400-1500	52740	10,4%
1500-3500	157840	31,2%
3500-5000	144590	28,6%
5000-10000	123150	24,3%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	71,41
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-100
100	-29,94
150	-0,16
200	-5,91
800	-1,9
2500	-0,18
5000	2,3
10000	5,08

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

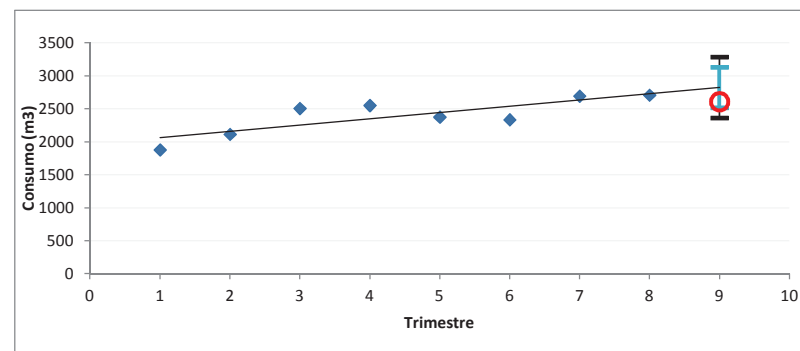
Error medio ponderado	-0,95
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,07
Error / 1000xm <sup>2</sup>	-0,002

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1879
02/2009	2115
03/2009	2506
04/2009	2551
01/2010	2376
02/2010	2336
03/2010	2693
04/2010	2707



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	22,05
Contador nuevo instalado	28,26
Evolución del registro	
	28,16%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,7
Pendiente	95,3
Constante	1966,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	285,7
Sigma total con ajuste lineal (N)	154,2
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	3132,4
Mínimo	2515,6
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	3286,6
Mínimo	2361,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2609
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	2824

Alarma 2 $\sigma$  Ok  
Alarma 3 $\sigma$  Ok

##### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 179481048 18/03/2011

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO	
Identificador abonado	179481048
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Hoteles
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO	
Marca-Modelo	29
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	09/05/2003
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	14065
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	434
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

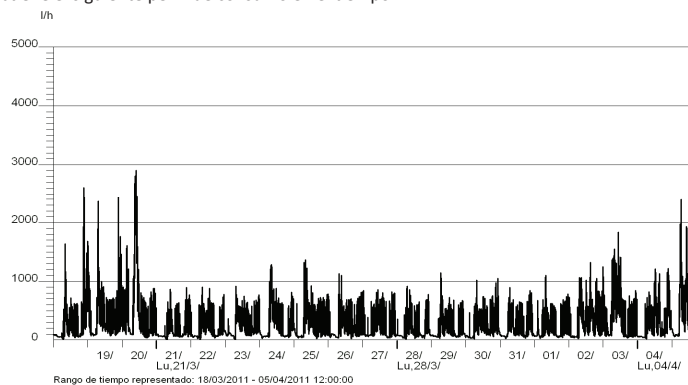
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

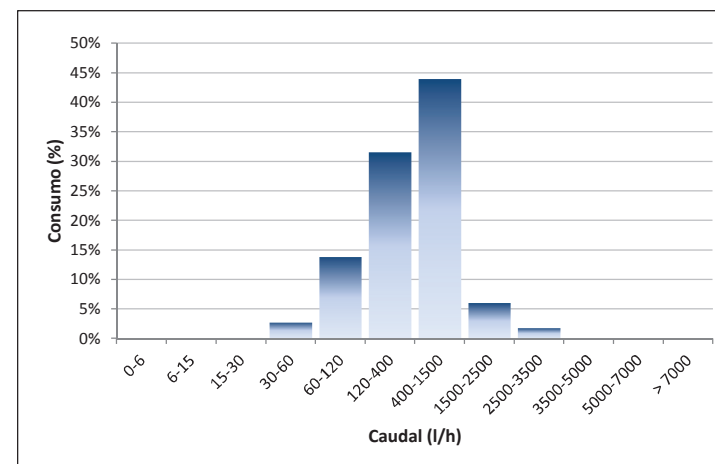
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	18/03/2011
Duración medición (días)	18
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	100790
Caudal mínimo (l/h)	13
Caudal medio (l/h)	227
Caudal máximo (l/h)	2901

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

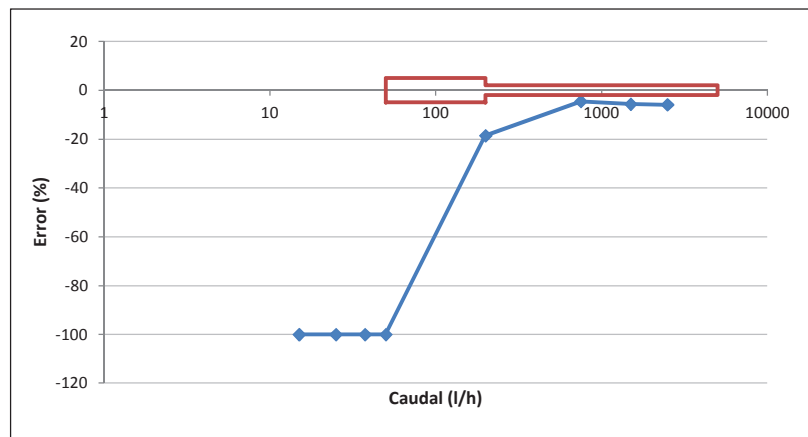
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	8	0,0%
15-30	116	0,1%
30-60	2747	2,7%
60-120	13945	13,8%
120-400	31811	31,6%
400-1500	44273	43,9%
1500-2500	6085	6,0%
2500-3500	1805	1,8%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	105,26
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-100
25	-100
37,5	-100
50	-100
200	-18,56
750	-4,5
1500	-5,66
2500	-5,87

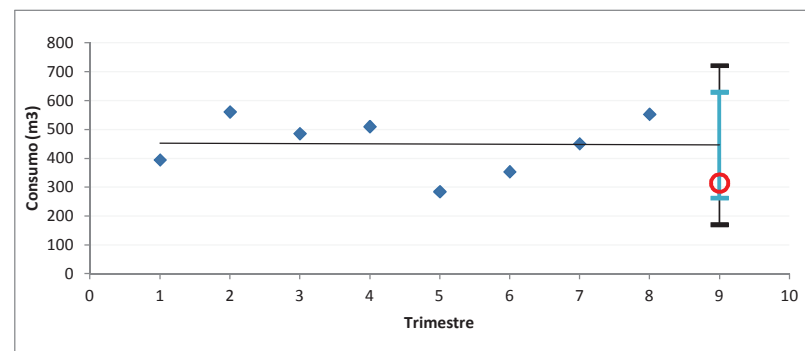
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-26,06
Error a origen	
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-3,26
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,259

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
<b>Trimestre</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>
01/2009	395
02/2009	561
03/2009	486
04/2009	510
01/2010	285
02/2010	354
03/2010	451
04/2010	553





Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	4,84
Contador nuevo instalado	5,08
Evolución del registro	
	4,96%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coeficiente R2	0,0
Pendiente	-0,8
Constante	452,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	98,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	91,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	629,3
Mínimo	262,5
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	721,0
Mínimo	170,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	315
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	446

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Llenado depósito

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 109581048  
06/03/2010**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	109581048
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Laboratorio análisis
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	4
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1996
Fecha instalación	15/02/1996
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	72169
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	1316
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

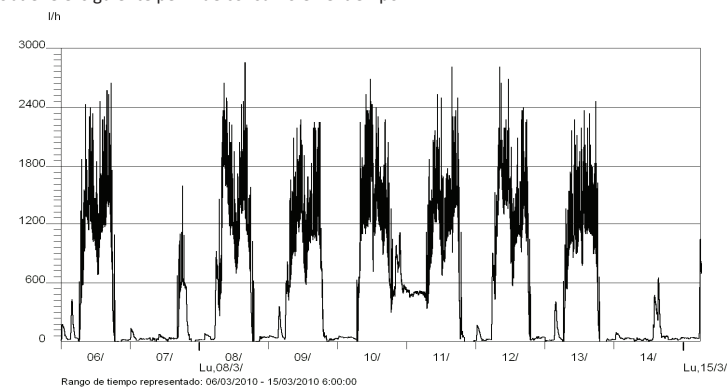
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

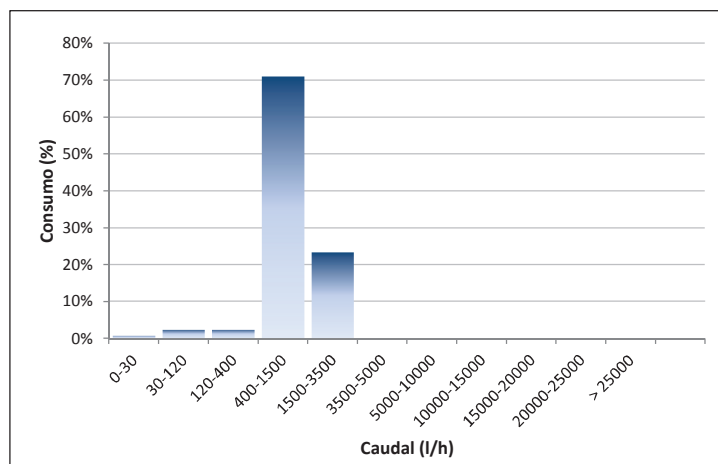
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/03/2010
Duración medición (días)	9
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	114121
Caudal mínimo (l/h)	1
Caudal medio (l/h)	512
Caudal máximo (l/h)	2854

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

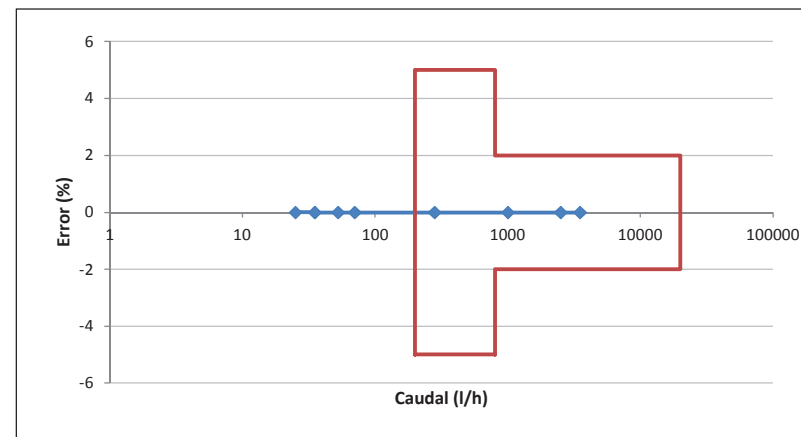
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	935	0,8%
30-120	2697	2,4%
120-400	2767	2,4%
400-1500	81099	71,1%
1500-3500	26623	23,3%
3500-5000	0	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	32
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	
35	
52,5	
70	
280	
1000	
2500	
3500	

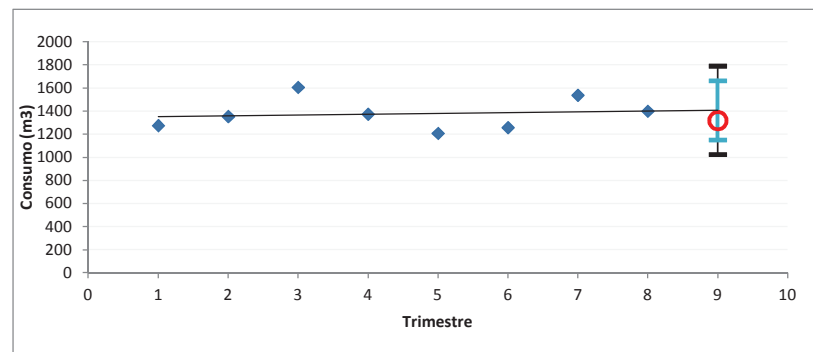
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	1276
02/2009	1354
03/2009	1606
04/2009	1374
01/2010	1208
02/2010	1258
03/2010	1538
04/2010	1400



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	15,03
Contador nuevo instalado	14,94
Evolución del registro	-0,60%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	6,9
Constante	1345,8
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	137,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	127,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	1663,0
Mínimo	1152,4
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1790,7
Mínimo	1024,8
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1319
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	1408

Alarma 2σ

Ok

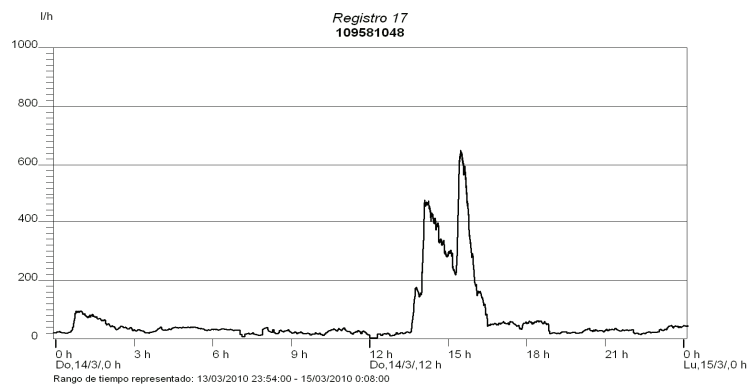
Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior

Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 24 horas:



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 160941048 11/03/2011

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

##### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	160941048
Sector	Comercio
Actividad	Alimentación-Hipermercado
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

##### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5
Año fabricación	2001
Fecha instalación	07/11/2001
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	19889
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	398
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	25
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	3,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

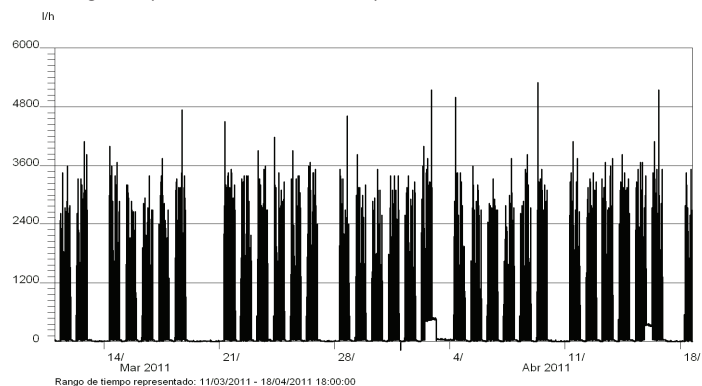
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

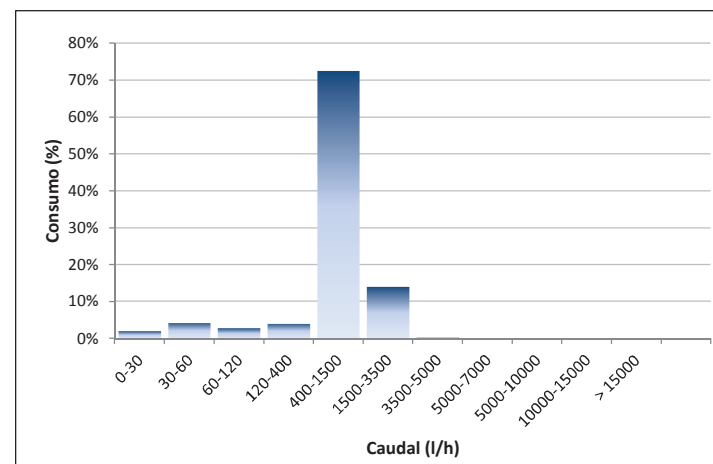
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	38
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	235357
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	253
Caudal máximo (l/h)	5289

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

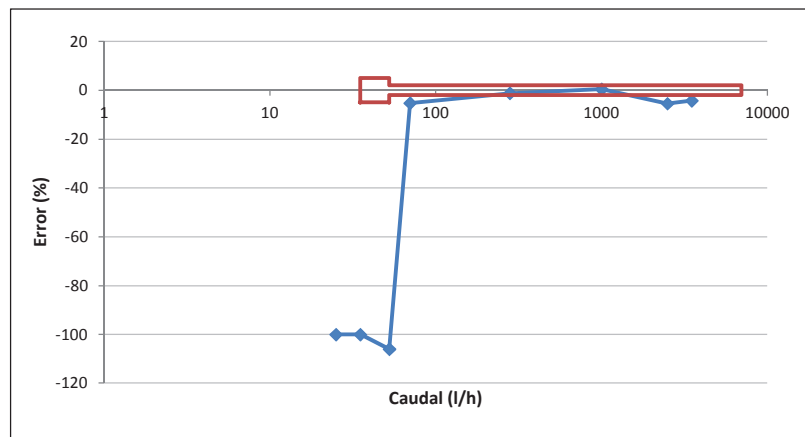
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	4783	2,0%
30-60	9965	4,2%
60-120	6709	2,9%
120-400	9536	4,1%
400-1500	170720	72,5%
1500-3500	32942	14,0%
3500-5000	643	0,3%
5000-7000	59	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
> 15000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	25

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	40
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
25	-100
35	-100
52,5	-106
70	-5,21
280	-1,17
1000	0,47
2500	-5,45
3500	-4,24

Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

#### ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR

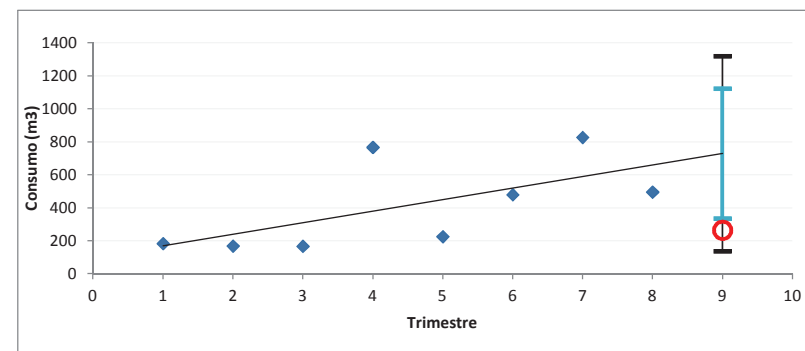
Error medio ponderado	-5,22
Error a origen	-0,08
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,52
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,022

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

#### HISTÓRICO CONSUMOS

Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	184
02/2009	169
03/2009	168
04/2009	767
01/2010	226
02/2010	480
03/2010	827
04/2010	496



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	4,69
Contador nuevo instalado	5,98
Evolución del registro	
	27,51%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,4
Pendiente	69,9
Constante	100,2
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	271,3
Sigma total con ajuste lineal (N)	196,9
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	1122,7
Mínimo	335,3
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	1319,6
Mínimo	138,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	265
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	729

Alarma 2 $\sigma$

Alarma

Alarma 3 $\sigma$

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:





**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 129511048  
18/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	129511048
Sector	Comercio
Actividad	Alimentación-Hipermercado
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	63
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	3
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1996
Fecha instalación	04/02/1997
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	19889
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	241
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

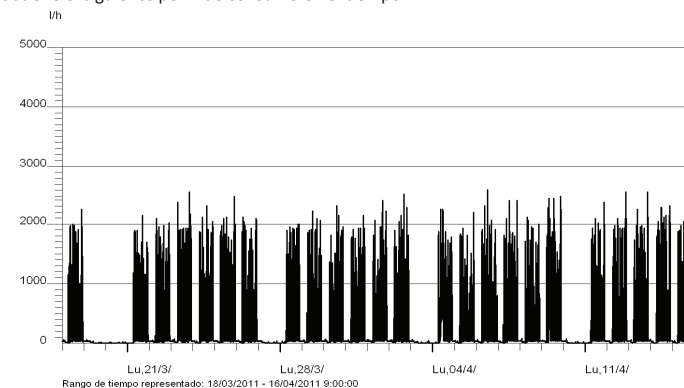
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

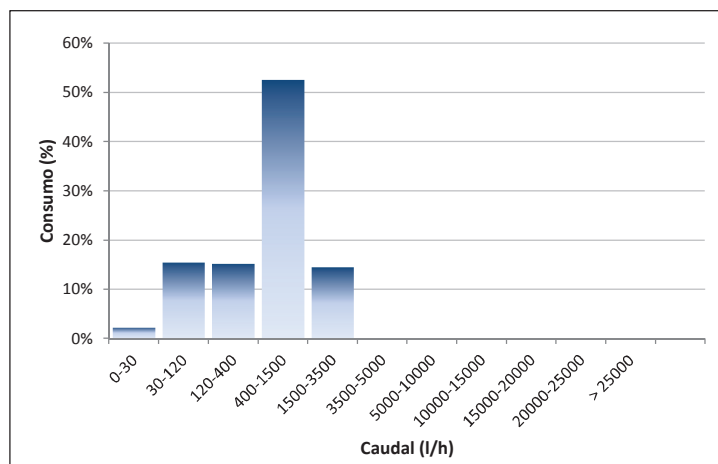
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	18/03/2011
Duración medición (días)	19
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	104625
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	148
Caudal máximo (l/h)	2606

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

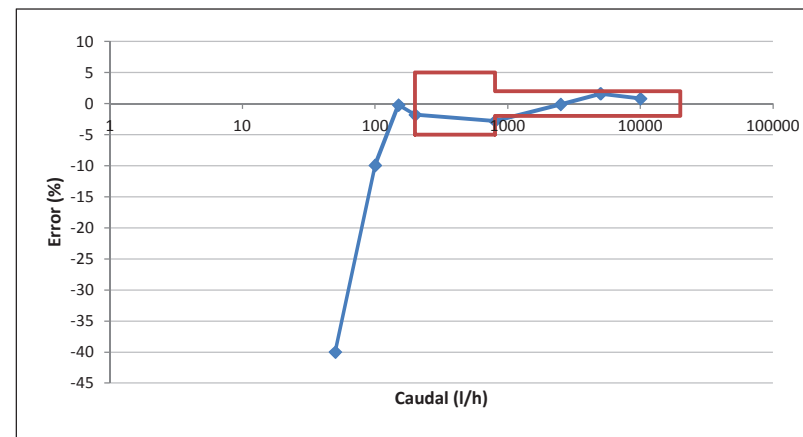
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	2337	2,2%
30-120	16216	15,5%
120-400	15926	15,2%
400-1500	54978	52,5%
1500-3500	15167	14,5%
3500-5000	1	0,0%
5000-10000	0	0,0%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	32
DN original abonado	40

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	33,31
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
50	-39,95
100	-9,9
150	-0,22
200	-1,8
800	-2,8
2500	-0,1
5000	1,62
10000	0,82

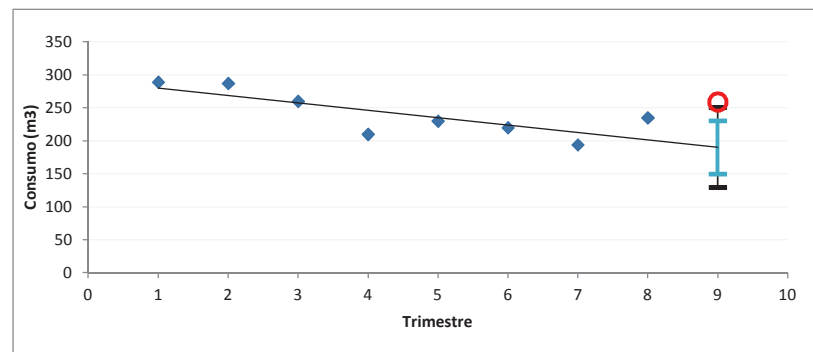
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-7,97
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,53
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,076

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	289
02/2009	287
03/2009	260
04/2009	210
01/2010	230
02/2010	220
03/2010	194
04/2010	235



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,56
Contador nuevo instalado	3,38
Evolución del registro	
	32,03%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,6
Pendiente	-11,2
Constante	291,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	34,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	20,2
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	230,4
Mínimo	149,8
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	250,6
Mínimo	129,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	259
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	190

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Alarma

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 101551048  
08/04/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	101551048
Sector	Servicios
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	45
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2008
Fecha instalación	25/09/2008
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	2424
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	238
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Extraviado para ensayo

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

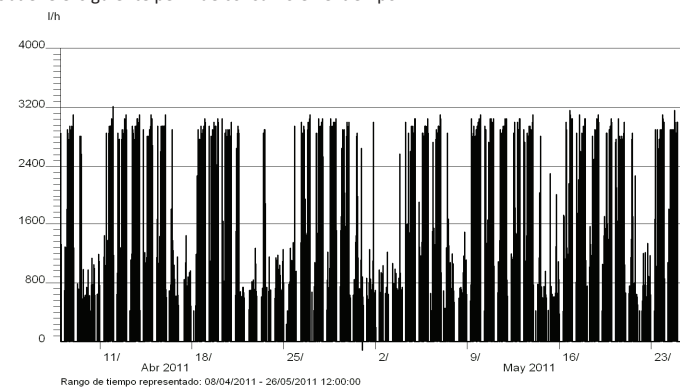
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

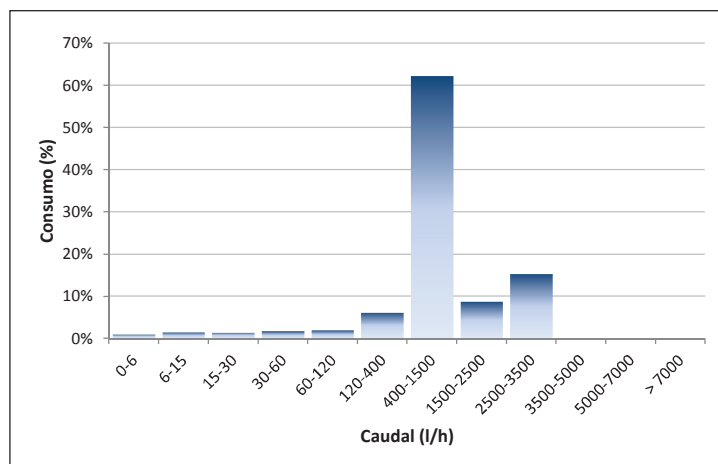
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	08/04/2011
Duración medición (días)	48
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	111068
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	95
Caudal máximo (l/h)	3211

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

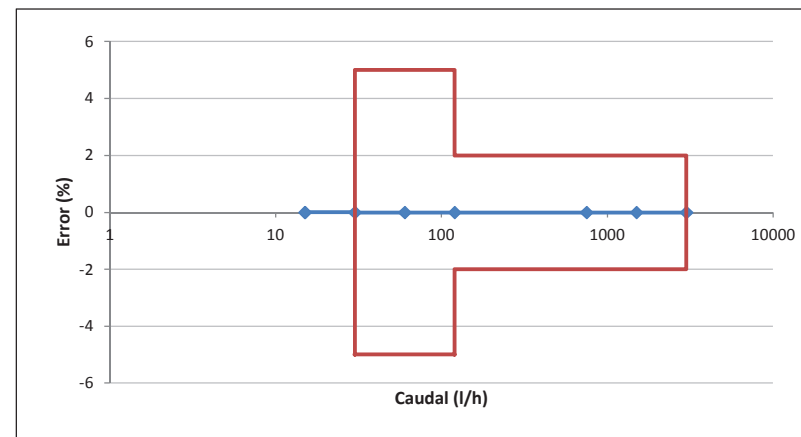
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	1115	1,0%
6-15	1641	1,5%
15-30	1583	1,4%
30-60	1939	1,7%
60-120	2170	2,0%
120-400	6821	6,1%
400-1500	69116	62,2%
1500-2500	9715	8,7%
2500-3500	16967	15,3%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	
30	
60	
120	
750	
1500	
3000	

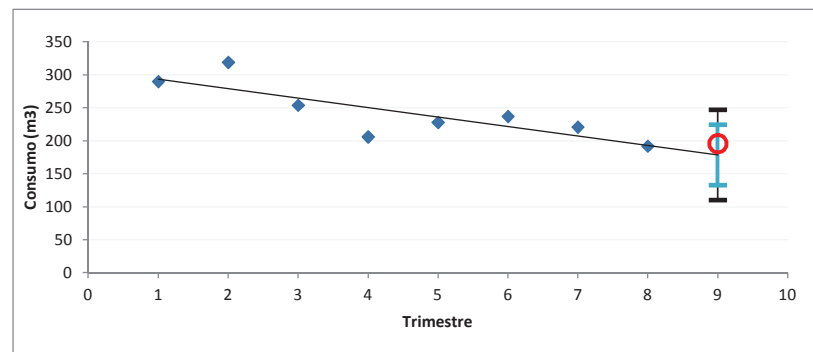
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	
Error / 1000xm <sup>3</sup>	

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	290
02/2009	319
03/2009	254
04/2009	206
01/2010	228
02/2010	237
03/2010	221
04/2010	192



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,56
Contador nuevo instalado	6,38
Evolución del registro	
	149,22%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,7
Pendiente	-14,3
Constante	307,9
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	42,8
Sigma total con ajuste lineal (N)	22,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	224,5
Mínimo	133,1
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	247,4
Mínimo	110,3
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	196
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	179

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.211 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 24% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 109651048  
16/04/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	109651048
Sector	Industrial
Actividad	Construcción-Almacén Materiales
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	15/06/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	31318
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	130
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	Curva introducida manual

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

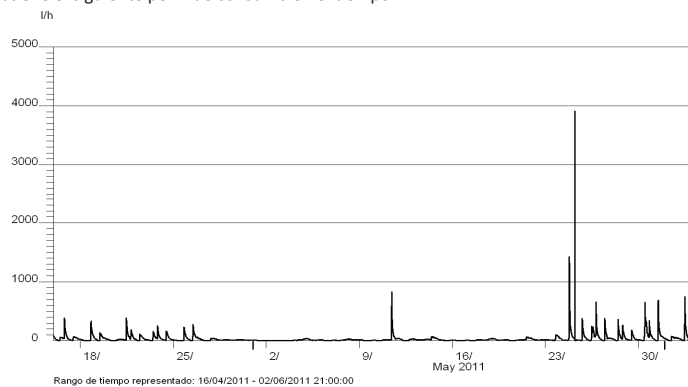
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

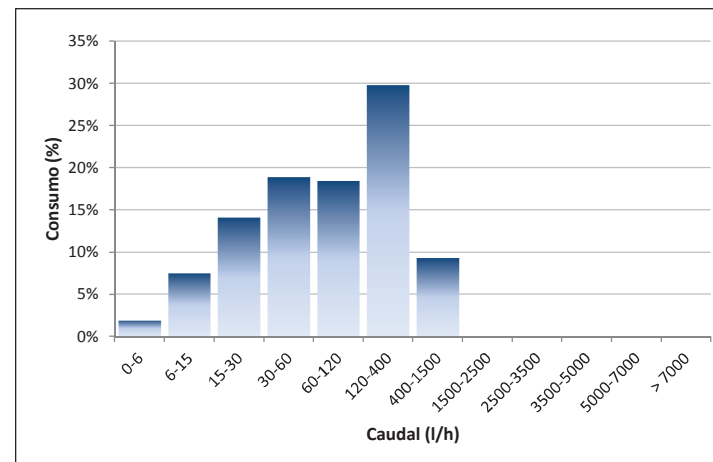
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/04/2011
Duración medición (días)	47
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	39857
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	34
Caudal máximo (l/h)	3909

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	766	1,9%
6-15	2986	7,5%
15-30	5626	14,1%
30-60	7531	18,9%
60-120	7364	18,5%
120-400	11875	29,8%
400-1500	3707	9,3%
1500-2500	0	0,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	2	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

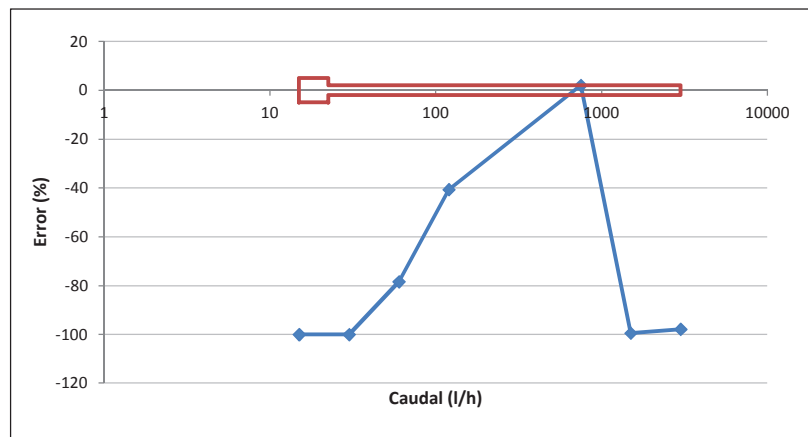
A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13



### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	50
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-100
60	-78,37
120	-40,64
750	2,02
1500	-99,44
3000	-97,84

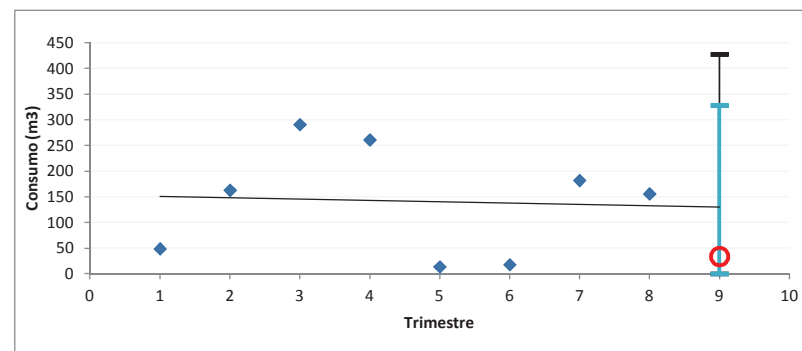
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-67,15
Error a origen	-3,88
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-11,19
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-1,685

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	49
02/2009	163
03/2009	291
04/2009	261
01/2010	14
02/2010	18
03/2010	182
04/2010	156





**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 138991048  
11/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	138991048
Sector	Industrial
Actividad	Alimentación-Fábricas
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	29
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	1997
Fecha instalación	30/07/1998
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	5752
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	256
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

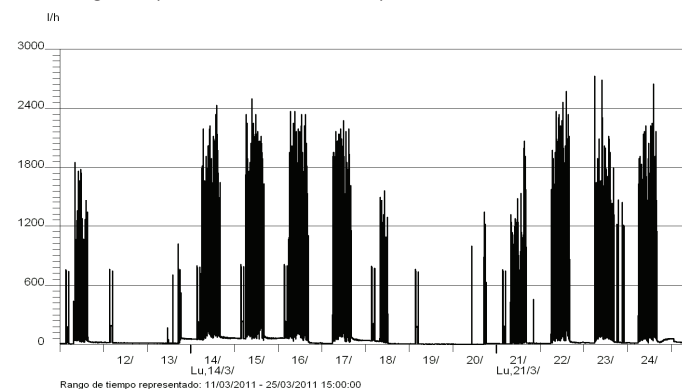
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

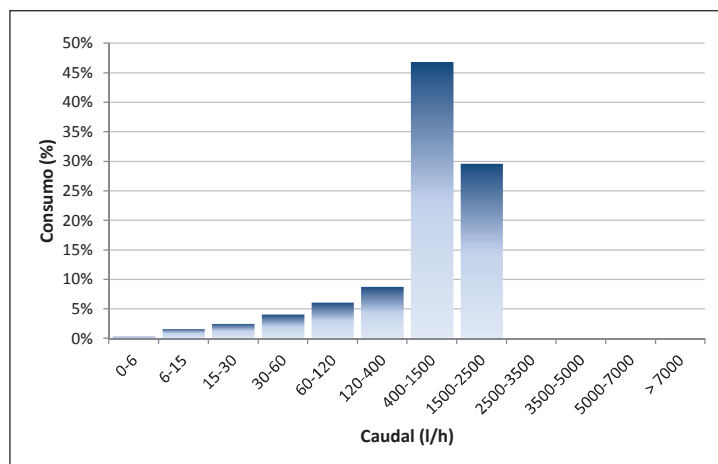
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	56228
Caudal mínimo (l/h)	3
Caudal medio (l/h)	160
Caudal máximo (l/h)	2725

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

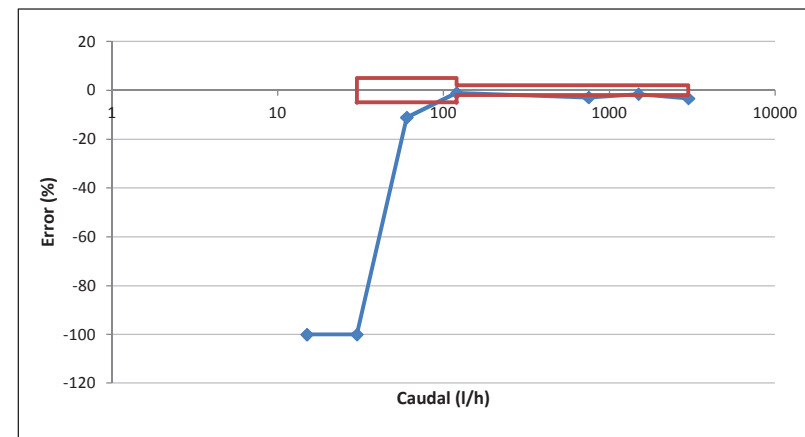
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	176	0,3%
6-15	927	1,6%
15-30	1402	2,5%
30-60	2280	4,1%
60-120	3445	6,1%
120-400	4944	8,8%
400-1500	26333	46,8%
1500-2500	16647	29,6%
2500-3500	74	0,1%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	40,01
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-100
60	-11,1
120	-1,05
750	-2,9
1500	-1,53
3000	-3,32

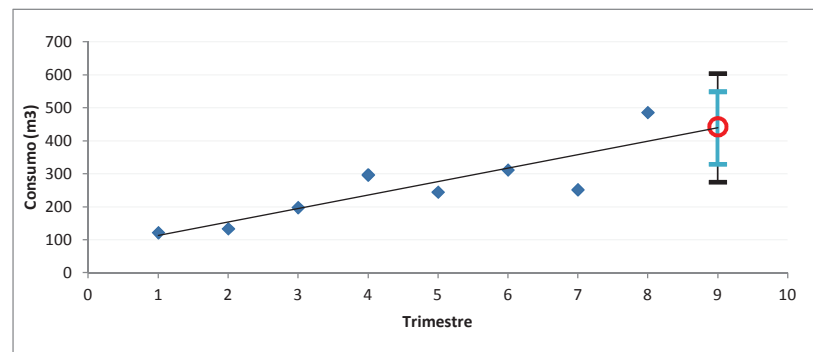
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-9,1
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,65
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,162

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	122
02/2009	134
03/2009	198
04/2009	297
01/2010	245
02/2010	312
03/2010	252
04/2010	486



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,02
Contador nuevo instalado	4,65
Evolución del registro	
	53,97%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,7
Pendiente	40,8
Constante	72,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	115,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	54,9
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	549,2
Mínimo	329,6
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	604,1
Mínimo	274,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	443
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	439

Alarma 2σ Ok  
Alarma 3σ Ok

#### 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Consumo continuo: Refrigeración

5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 109371048  
06/05/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	109371048
Sector	Industrial
Actividad	Químicas-Esmalte-Pintura
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2004
Fecha instalación	12/11/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	9502
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	344
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

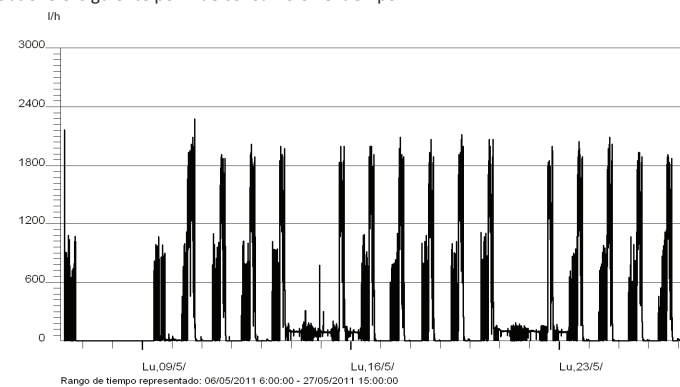
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

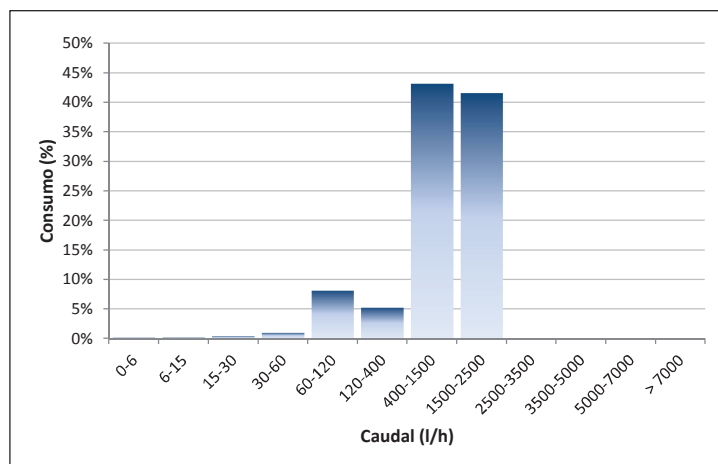
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	06/05/2011
Duración medición (días)	21
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	109211
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	214
Caudal máximo (l/h)	2277

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

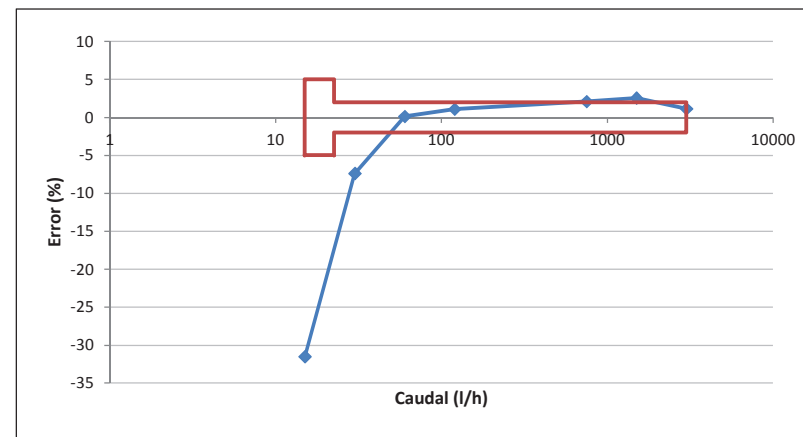
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	301	0,3%
6-15	252	0,2%
15-30	446	0,4%
30-60	1035	0,9%
60-120	8901	8,2%
120-400	5685	5,2%
400-1500	47173	43,2%
1500-2500	45417	41,6%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	8,72
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-31,48
30	-7,36
60	0,15
120	1,1
750	2,11
1500	2,57
3000	1,15



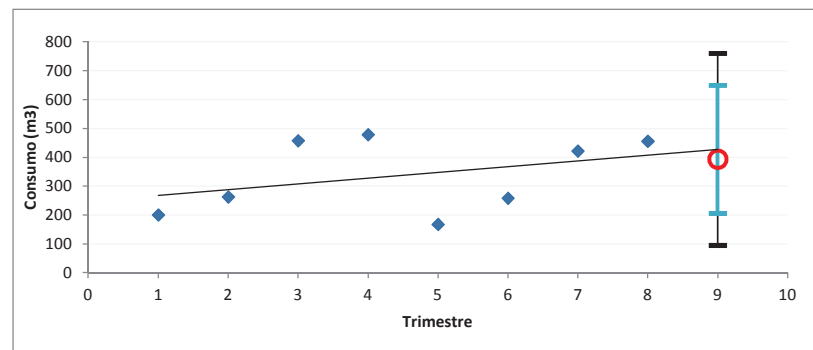
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	1,39
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,20
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,013

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	201
02/2009	263
03/2009	458
04/2009	479
01/2010	168
02/2010	259
03/2010	422
04/2010	456



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	3,99
Contador nuevo instalado	4,23
Evolución del registro	
	6,02%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	19,9
Constante	248,7
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	128,1
Sigma total con ajuste lineal (N)	110,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	649,4
Mínimo	206,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	760,1
Mínimo	95,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	394
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	428

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 75931048  
10/06/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	75931048
Sector	Servicios
Actividad	Hostelería-Cafetería-Bar
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Mixto (by-pass)
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	15
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	1996
Fecha instalación	12/07/1996
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	14819
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	157
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Aceptable
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

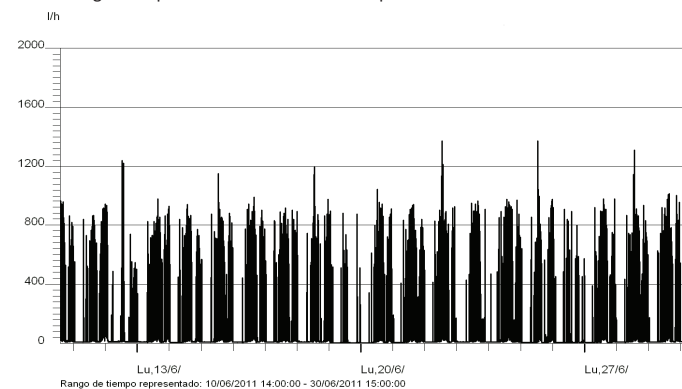
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

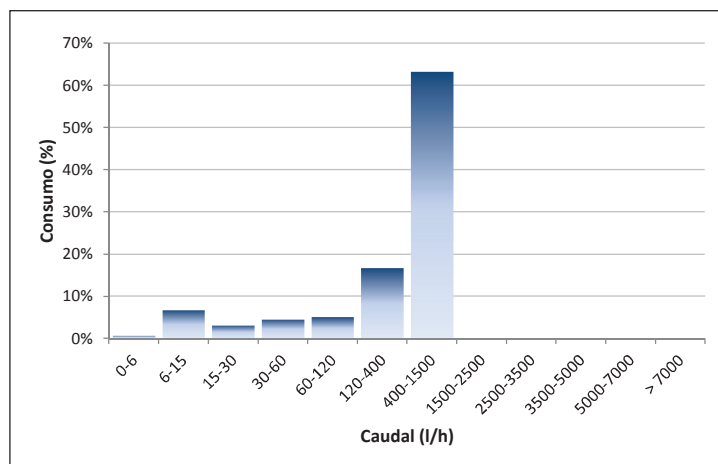
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	10/06/2011
Duración medición (días)	20
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	38046
Caudal mínimo (l/h)	4
Caudal medio (l/h)	79
Caudal máximo (l/h)	1373

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

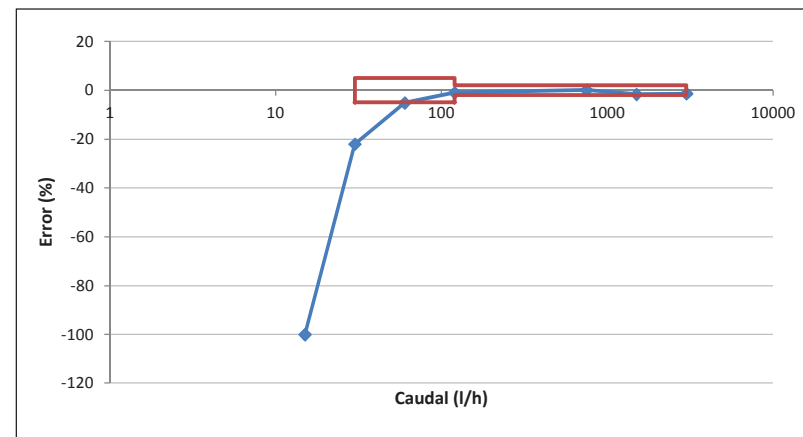
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	243	0,6%
6-15	2560	6,7%
15-30	1173	3,1%
30-60	1720	4,5%
60-120	1928	5,1%
120-400	6369	16,7%
400-1500	24053	63,2%
1500-2500	0	0,0%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	0	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	13
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	20,64
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
30	-22
60	-5,14
120	-0,95
750	0,1
1500	-1,63
3000	-1,34

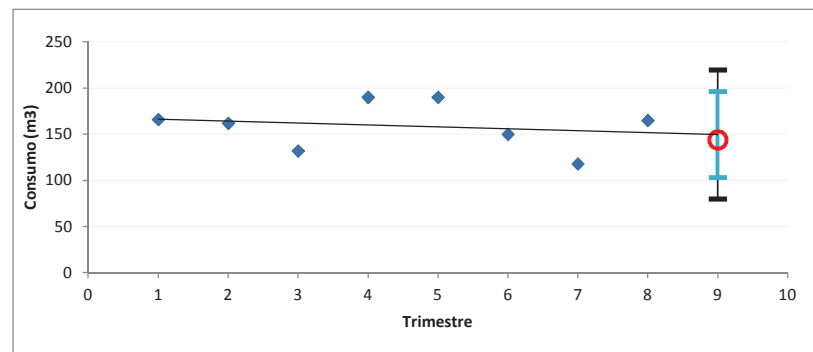
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-10,67
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,71
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,280

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	166
02/2009	162
03/2009	132
04/2009	190
01/2010	190
02/2010	150
03/2010	118
04/2010	165



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	1,72
Contador nuevo instalado	1,94
Evolución del registro	
	12,79%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	-2,1
Constante	168,4
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	25,4
Sigma total con ajuste lineal (N)	23,3
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	196,4
Mínimo	103,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	219,6
Mínimo	80,1
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	144
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	150

Alarma 2σ

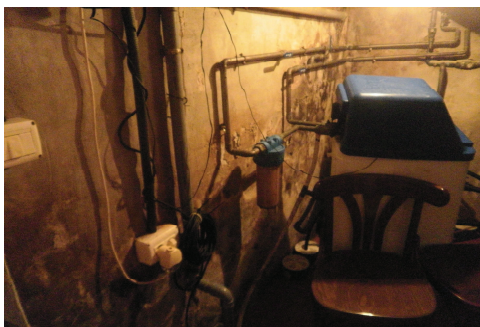
Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por:  
Fuga interior



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 110861048  
16/04/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	110861048
Sector	Industrial
Actividad	Piel-Peleterías
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	30/05/2005
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	6372
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	165
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

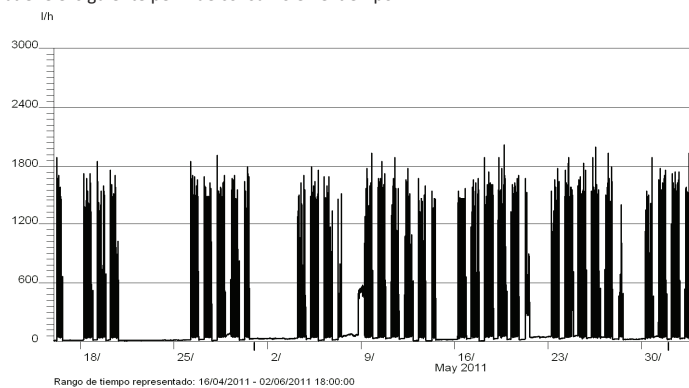
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

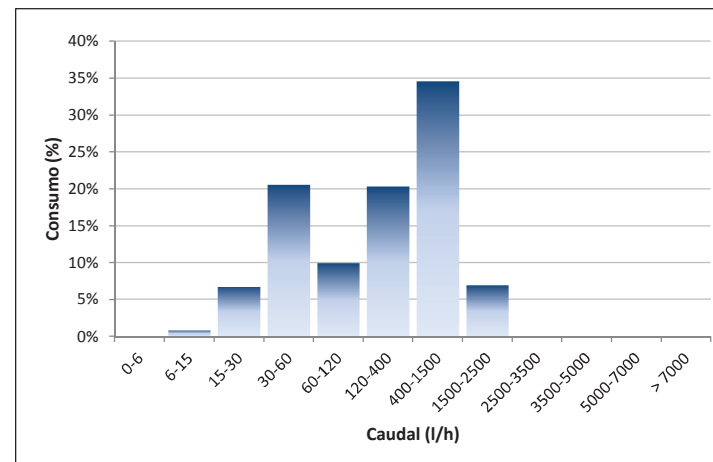
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	16/04/2011
Duración medición (días)	47
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	103033
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	90
Caudal máximo (l/h)	2021

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

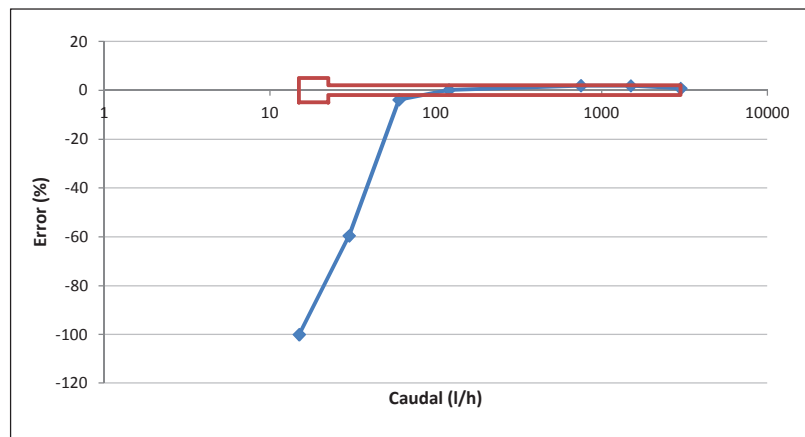
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	897	0,9%
15-30	6959	6,8%
30-60	21202	20,6%
60-120	10260	10,0%
120-400	20955	20,3%
400-1500	35619	34,6%
1500-2500	7140	6,9%
2500-3500	0	0,0%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	13
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	26,06
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-100
30	-59,56
60	-3,8
120	0,2
750	1,92
1500	1,9
3000	0,82

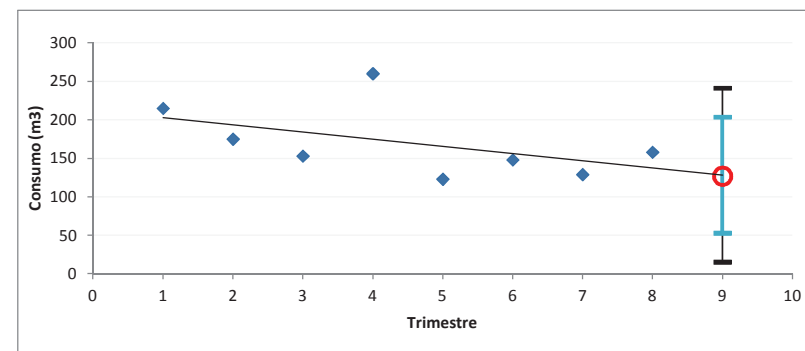
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-12,74
Error a origen	
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	-2,12
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,124

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	215
02/2009	175
03/2009	153
04/2009	260
01/2010	123
02/2010	148
03/2010	129
04/2010	158







**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 102781048  
08/04/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	102781048
Sector	Industrial
Actividad	Madera-Carpintería
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	50
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	4
Tipo	Velocidad chorro múltiple
DN (mm)	40
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10
Año fabricación	1993
Fecha instalación	15/02/1996
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	48562
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	598
Ubicación	Suelo
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	40
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	10

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

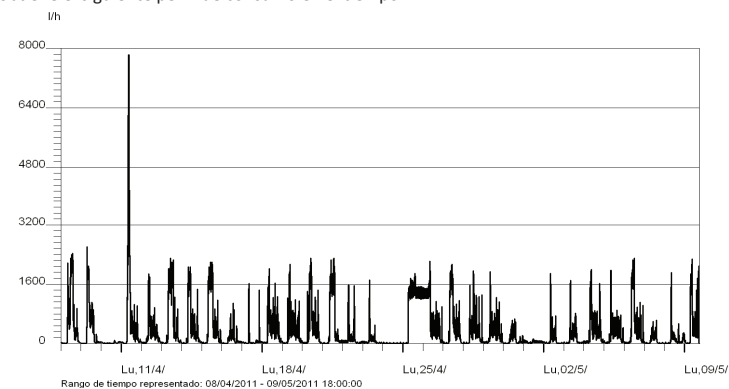
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	10

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

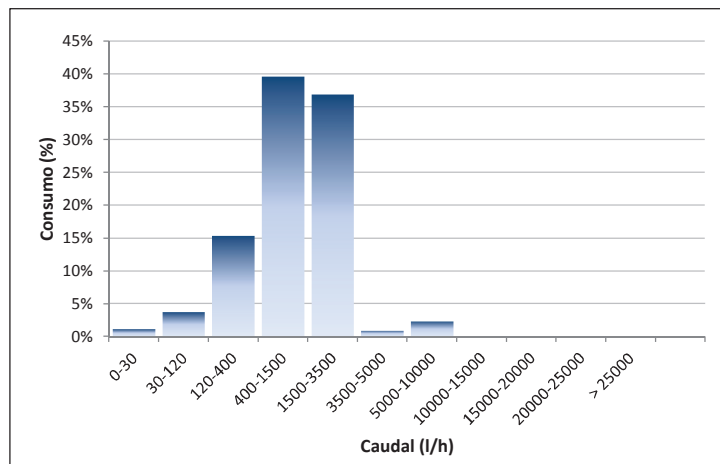
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	08/04/2011
Duración medición (días)	31
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	238569
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	313
Caudal máximo (l/h)	7820

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

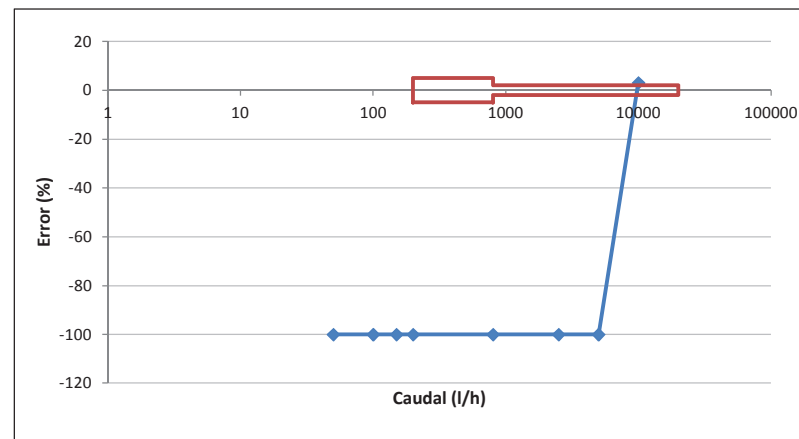
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-30	2690	1,1%
30-120	8961	3,8%
120-400	36694	15,4%
400-1500	94512	39,6%
1500-3500	88048	36,9%
3500-5000	2108	0,9%
5000-10000	5556	2,3%
10000-15000	0	0,0%
15000-20000	0	0,0%
20000-25000	0	0,0%
> 25000	0	0,0%
	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	40
DN original abonado	40

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	6454
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
50	-100
100	-100
150	-100
200	-100
800	-100
2500	-100
5000	-100
10000	3,12

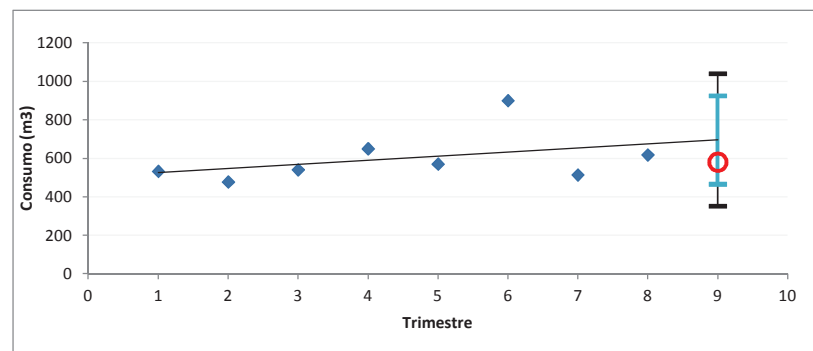
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-98,9
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-5,49
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,415

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	533
02/2009	478
03/2009	541
04/2009	650
01/2010	571
02/2010	900
03/2010	514
04/2010	618



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	6,66
Contador nuevo instalado	10,32
Evolución del registro	
	54,95%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	21,1
Constante	505,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	133,0
Sigma total con ajuste lineal (N)	114,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	925,0
Mínimo	466,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	1039,6
Mínimo	351,6
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	581
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	696

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 224081048  
03/03/2011**

## 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

**CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO**

Identificador abonado	224081048
Sector	Industrial
Actividad	Químicas-Abonos
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

**CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO**

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2003
Fecha instalación	01/07/2009
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	11181
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	446
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

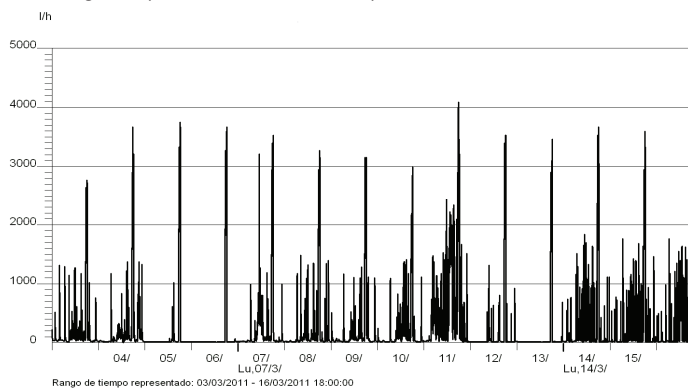
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

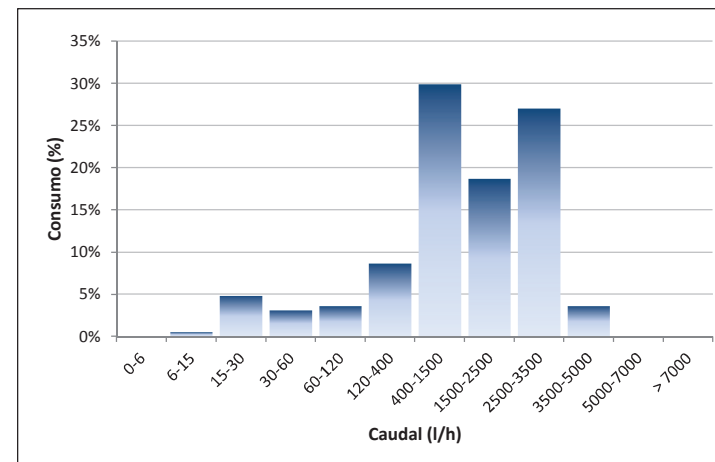
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	03/03/2011
Duración medición (días)	13
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	68385
Caudal mínimo (l/h)	7
Caudal medio (l/h)	207
Caudal máximo (l/h)	4087

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

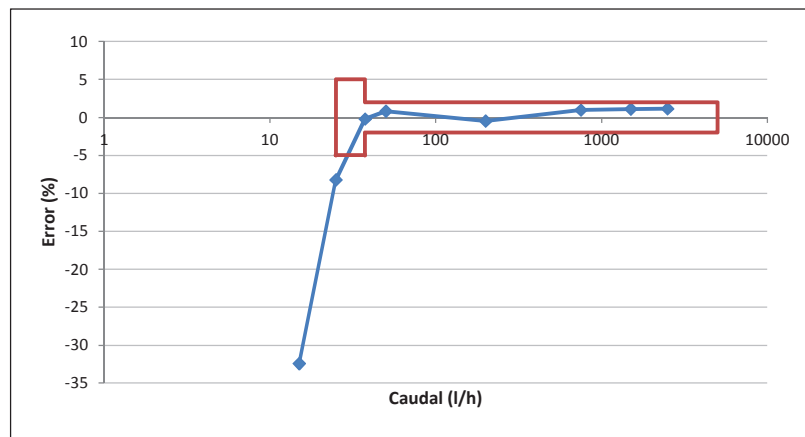
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	0	0,0%
6-15	357	0,5%
15-30	3285	4,8%
30-60	2126	3,1%
60-120	2467	3,6%
120-400	5933	8,7%
400-1500	20468	29,9%
1500-2500	12779	18,7%
2500-3500	18484	27,0%
3500-5000	2486	3,6%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	8,86
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-32,39
25	-8,19
37,5	-0,2
50	0,84
200	-0,46
750	0,99
1500	1,12
2500	1,17

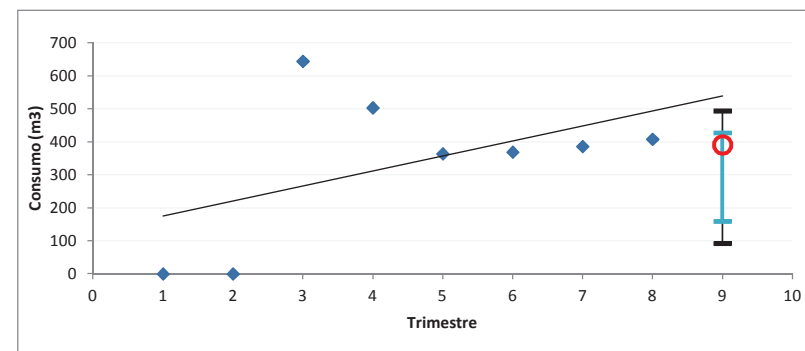
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-0,24
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,03
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,004

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	
02/2009	
03/2009	644
04/2009	503
01/2010	364
02/2010	369
03/2010	386
04/2010	408







**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 205071048  
23/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	205071048
Sector	Comercio
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Piscina
Tipo instalación	Directo
Sistema de llenado	
Acometida	40
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	46
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	20
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	05/04/2007
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	1482
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	131
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	20
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	2,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

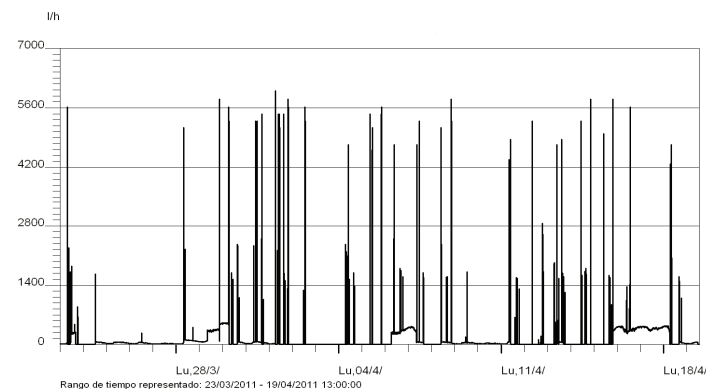
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

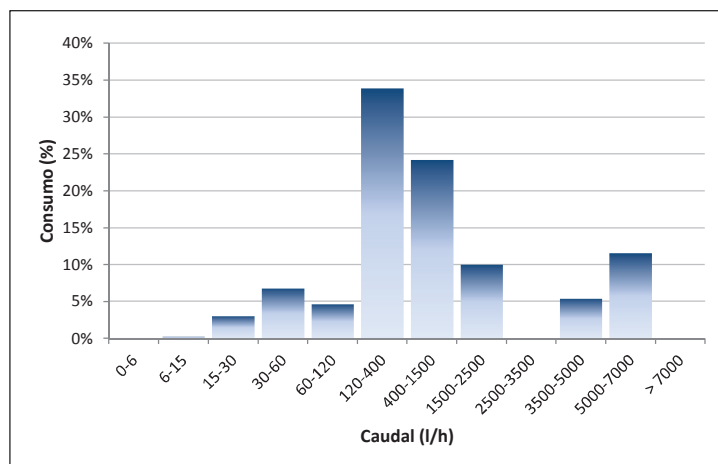
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	23/03/2011
Duración medición (días)	27
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	73024
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	111
Caudal máximo (l/h)	5995

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

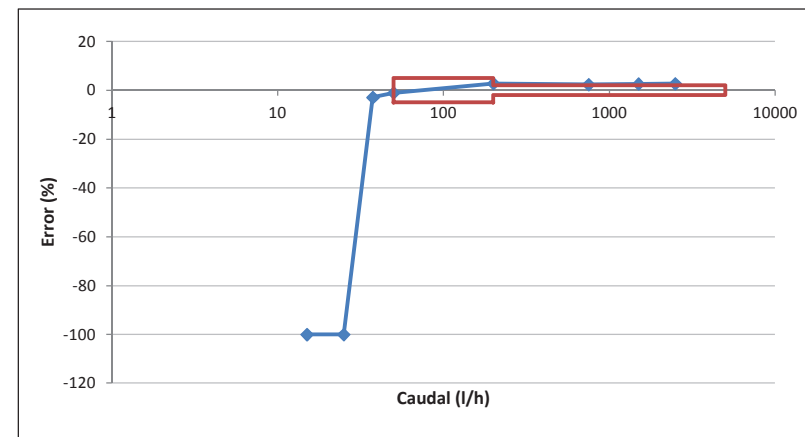
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	58	0,1%
6-15	195	0,3%
15-30	2228	3,1%
30-60	4969	6,8%
60-120	3404	4,7%
120-400	24771	33,9%
400-1500	17685	24,2%
1500-2500	7320	10,0%
2500-3500	14	0,0%
3500-5000	3938	5,4%
5000-7000	8442	11,6%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	30
DN original abonado	20

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	28,61
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-100
25	-100
37,5	-2,89
50	-1,05
200	2,79
750	2,38
1500	2,65
2500	2,73

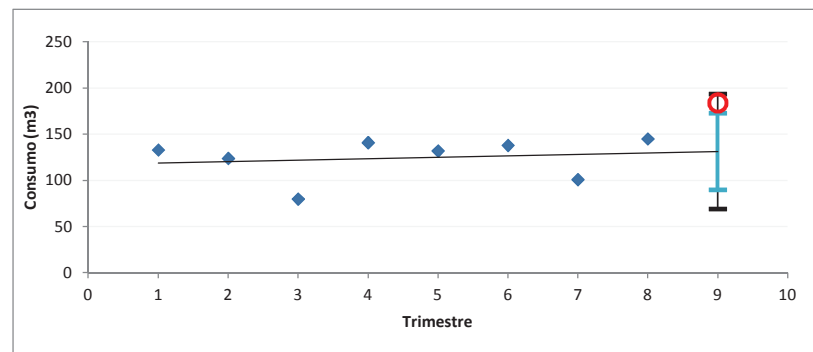
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-1,72
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,29
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,024

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	133
02/2009	124
03/2009	80
04/2009	141
01/2010	132
02/2010	138
03/2010	101
04/2010	145



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	1,43
Contador nuevo instalado	4,88
Evolución del registro	
	241,26%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	1,6
Constante	117,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	22,5
Sigma total con ajuste lineal (N)	20,7
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	172,8
Mínimo	90,0
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	193,5
Mínimo	69,3
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	184
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	131

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:

Hornacina donde se encuentran los tres contadores del abonado:

Mantenimiento nivel piscina y llenado

Suministro de aseos y duchas

Instalación contra incendios



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (5.995 l/h) supera al correspondiente por dn (5.000 l/h), el 17% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.



### INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN DEL ABONADO 205061048 23/03/2011

#### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

##### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	205061048
Sector	Comercio
Actividad	Recreativos-Acti.Deportivas
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

##### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	45
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2007
Fecha instalación	05/04/2007
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	2977
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	255
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

## 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

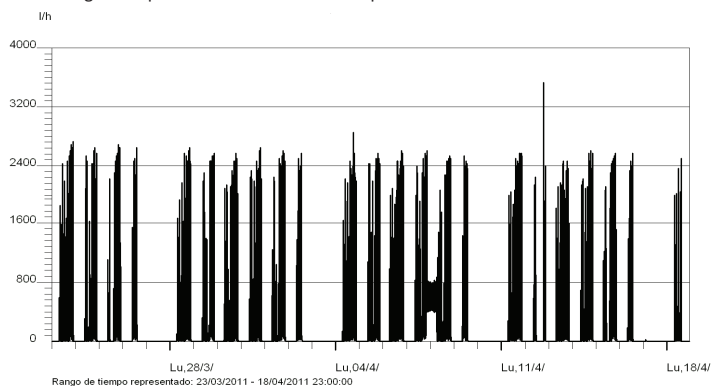
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

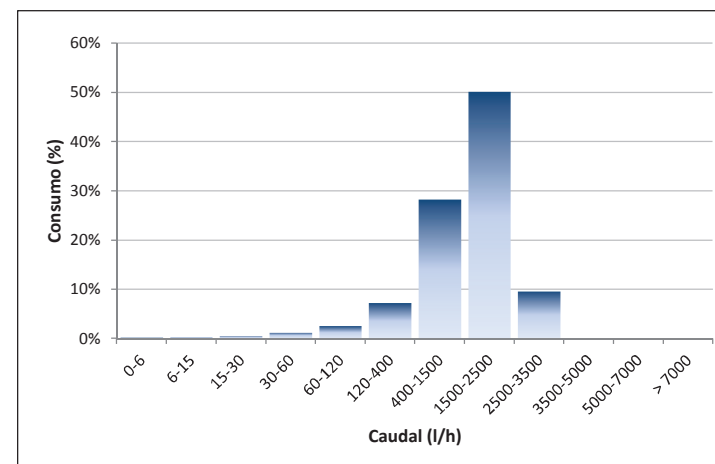
### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	23/03/2011
Duración medición (días)	26
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	112583
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	176
Caudal máximo (l/h)	3527

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

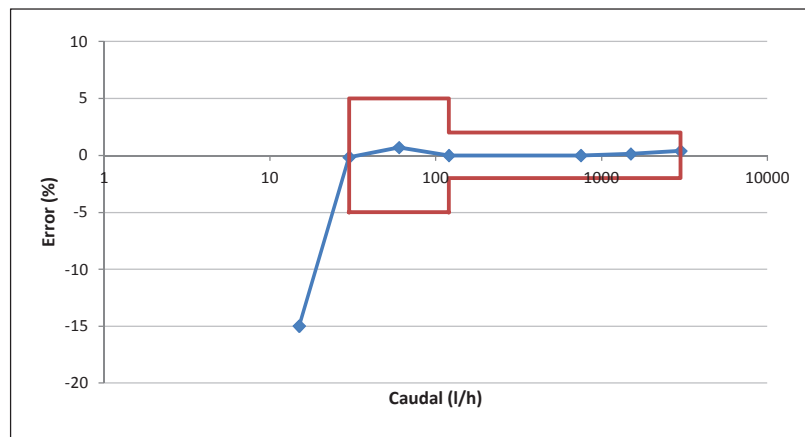
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	220	0,2%
6-15	319	0,3%
15-30	591	0,5%
30-60	1324	1,2%
60-120	2867	2,5%
120-400	8165	7,3%
400-1500	31799	28,2%
1500-2500	56508	50,2%
2500-3500	10788	9,6%
3500-5000	2	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



RESULTADO ENSAYO	
Arranque (l/h)	6,24
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-14,97
30	-0,15
60	0,7
120	0
750	0
1500	0,14
3000	0,39

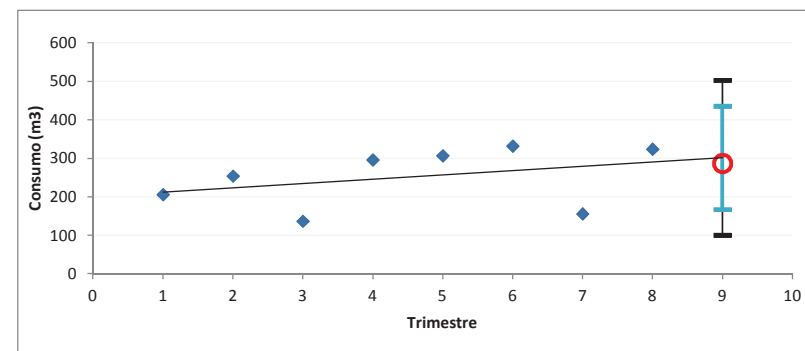
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0,62
Error a origen	0,82
<b>EVOLUCIÓN DEL ERROR</b>	
Error / edad (%/año)	0,16
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,006

### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	206
02/2009	254
03/2009	137
04/2009	296
01/2010	307
02/2010	332
03/2010	156
04/2010	324



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	2,88
Contador nuevo instalado	3,76
Evolución del registro	
	30,56%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,1
Pendiente	11,1
Constante	201,6
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	76,6
Sigma total con ajuste lineal (N)	67,0
<b>Rango con 2<math>\sigma</math></b>	
Máximo	435,5
Mínimo	167,4
<b>Rango con 3<math>\sigma</math></b>	
Máximo	502,5
Mínimo	100,4
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	287
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	301

Alarma 2 $\sigma$  Ok  
Alarma 3 $\sigma$  Ok

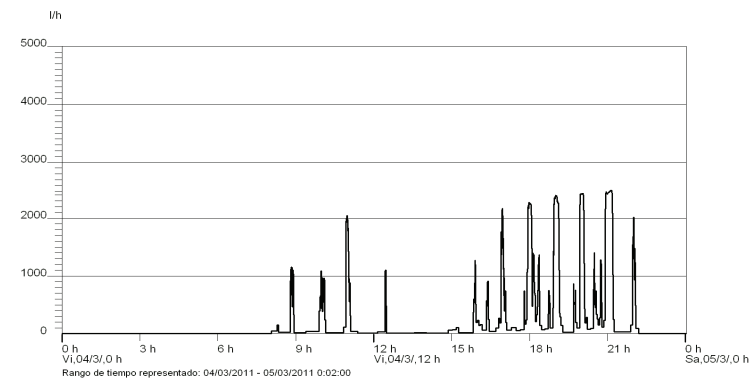
## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:

Imágenes de la alimentación del depósito con boya de flotación, aspiración de la bomba y grupo de presión:



Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 24 horas:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.527 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 59,8% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 110681048  
16/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	110681048
Sector	Industrial
Actividad	Local-Almacén
Instalación suministrada	Proceso productivo
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	46
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2005
Fecha instalación	27/03/2006
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	8023
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	397
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Vertical
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

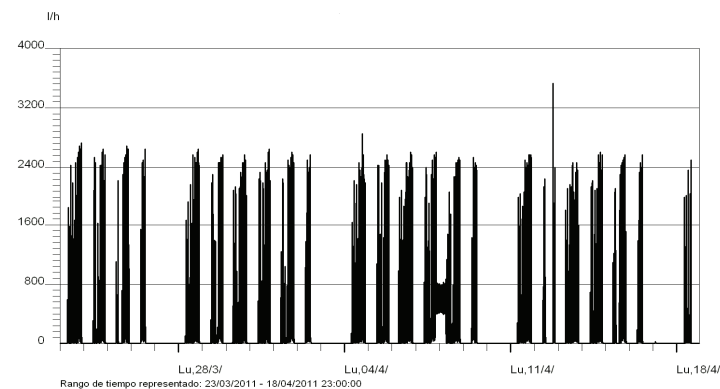
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

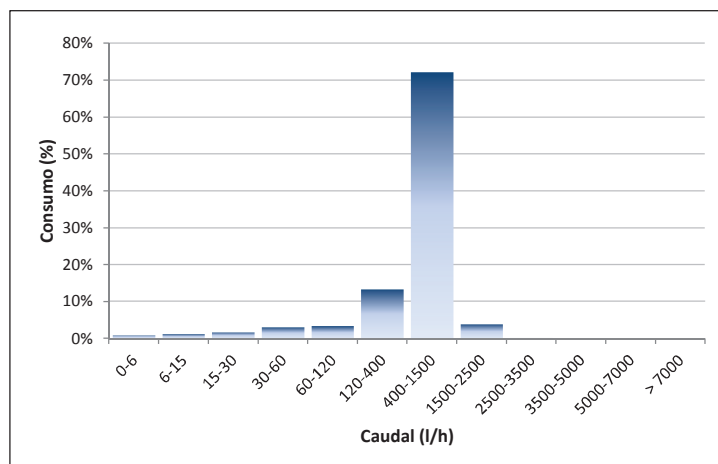
Fecha inicio	16/03/2011
Duración medición (días)	13
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	44289
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	133
Caudal máximo (l/h)	3155

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

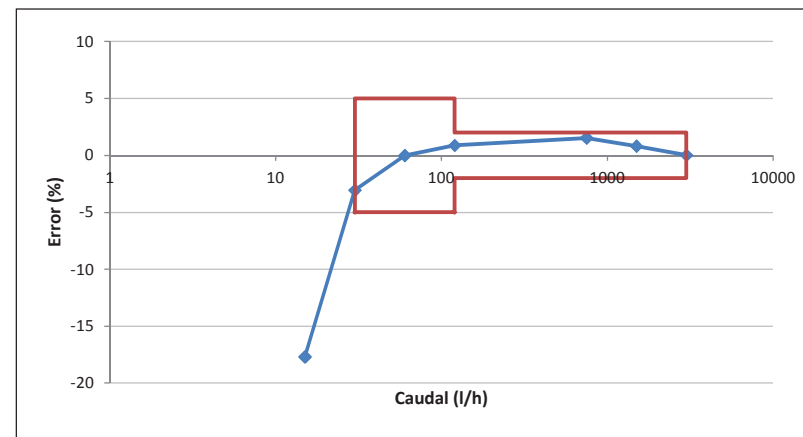
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	413	0,9%
6-15	542	1,2%
15-30	761	1,7%
30-60	1357	3,1%
60-120	1505	3,4%
120-400	5925	13,4%
400-1500	31953	72,1%
1500-2500	1728	3,9%
2500-3500	104	0,2%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	6,65
CAUDAL (l/h)	ERROR (%)
15	-17,67
30	-3,05
60	0
120	0,89
750	1,54
1500	0,82
3000	0,03

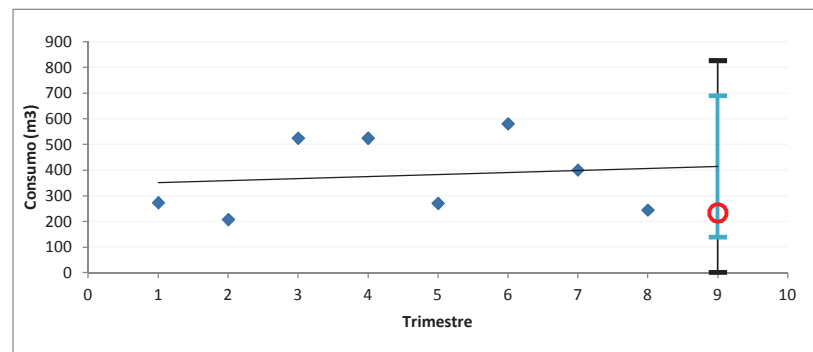
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	-0,68
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	-0,11
Error / 1000xm <sup>3</sup>	-0,015

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	274
02/2009	208
03/2009	525
04/2009	525
01/2010	271
02/2010	581
03/2010	401
04/2010	245



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	4,32
Contador nuevo instalado	3,21
Evolución del registro	
	-25,69%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,0
Pendiente	8,0
Constante	342,5
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	148,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	137,4
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	689,8
Mínimo	140,1
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	827,2
Mínimo	2,7
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	234
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	415

Alarma 2σ

Ok

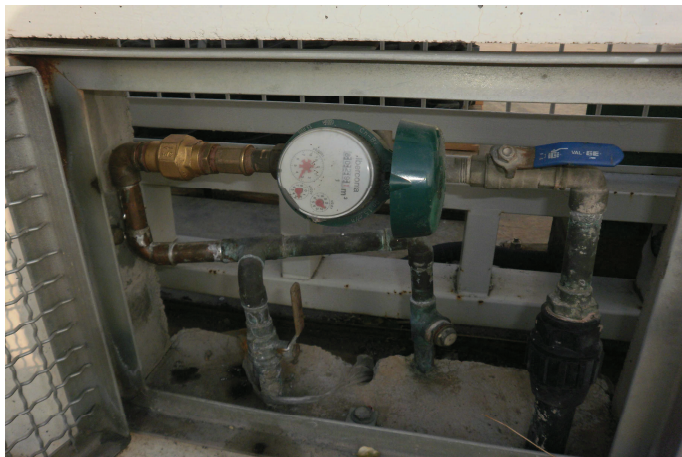
Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:

Grave inclinación del contador por falta de altura en la hornacina:



Detalle de los tres depósitos de acumulación comunicados y alimentados mediante válvula progresiva:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.155 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 4,1% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 181001048  
11/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	181001048
Sector	Residencial
Actividad	Viviendas-Temporada
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	36
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2004
Fecha instalación	02/07/2004
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	12680
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	500
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Malo
Posición instalación	Inclinado
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	13
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

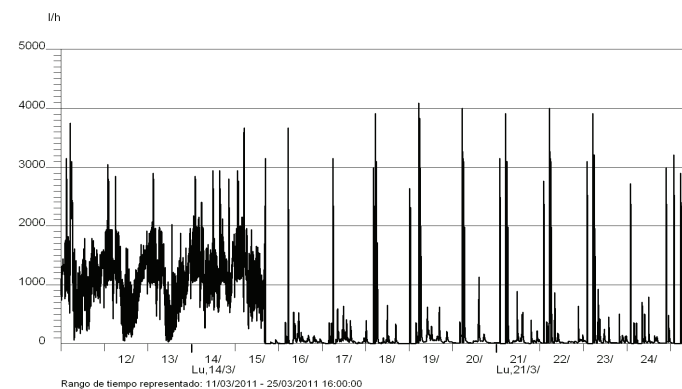
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

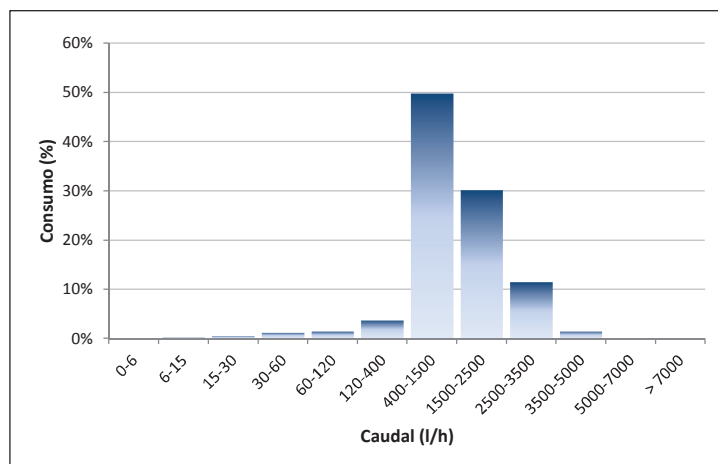
#### DATOS PATRÓN CONSUMO

Fecha inicio	11/03/2011
Duración medición (días)	14
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	175111
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	496
Caudal máximo (l/h)	4087

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:



El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



#### RESULTADO PATRÓN CONSUMO

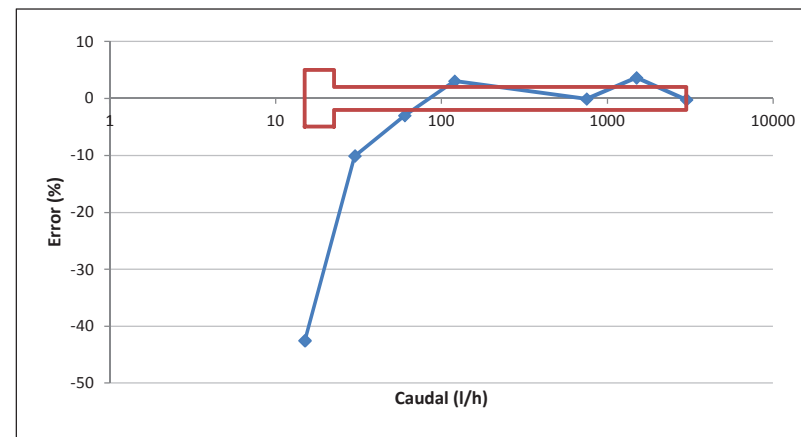
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	107	0,1%
6-15	436	0,2%
15-30	928	0,5%
30-60	2070	1,2%
60-120	2503	1,4%
120-400	6528	3,7%
400-1500	87165	49,8%
1500-2500	52756	30,1%
2500-3500	20028	11,4%
3500-5000	2590	1,5%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	13

### 3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



#### RESULTADO ENSAYO

Arranque (l/h)	10,4
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-42,5
30	-10,08
60	-3
120	3,06
750	-0,08
1500	3,65
3000	-0,2

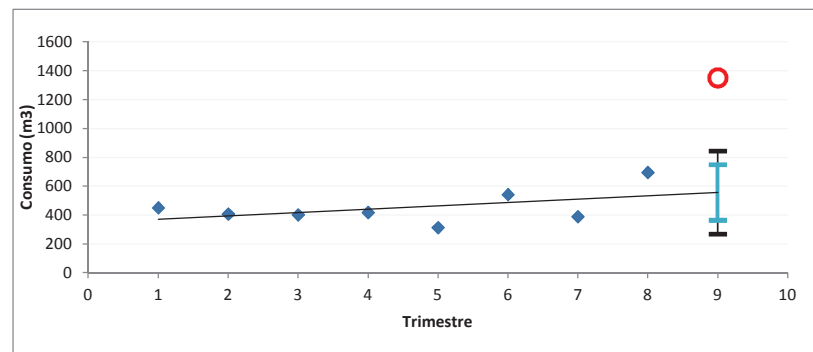
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	1,11
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,16
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,006

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	451
02/2009	408
03/2009	403
04/2009	419
01/2010	314
02/2010	543
03/2010	390
04/2010	696



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	6,22
Contador nuevo instalado	5,13
Evolución del registro	
	-17,52%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coficiente R2	0,2
Pendiente	23,1
Constante	349,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	117,2
Sigma total con ajuste lineal (N)	96,0
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	748,9
Mínimo	364,9
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	844,9
Mínimo	268,9
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	1351
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	557

Alarma 2σ  
Alarma 3σ

Alarma  
Alarma

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:

Imagen donde puede comprobarse la posición de instalación inclinada del contador original.



Como consecuencia de la posición de instalación inclinada, puede observarse el desgaste provocado al eje de la turbina:

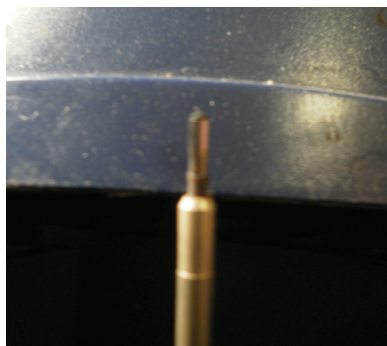


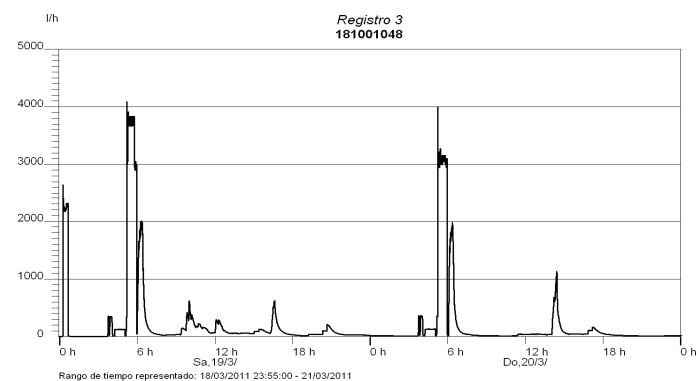
Imagen de la obstrucción del filtro de entrada que seguramente provocaba una aceleración de la turbina hacia errores más positivos (aunque dentro de normativa en uso)



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (4.087 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 43% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.

Se ha registrado caudal mínimo superior a cero, que está motivado por: Fuga interior (Vivienda unifamiliar con riego y piscina que se alimenta por medio de un depósito de almacenamiento con boya de flotación).

Asimismo se detalla a continuación, fragmento del perfil de consumo donde se pueden apreciar los consumos registrados por el contador en un periodo de 24 horas:



**INFORME SOBRE EL ERROR DE MEDICIÓN EN LA INSTALACIÓN  
DEL ABONADO 217471048  
17/03/2011**

### 1. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Las características que definen tanto la instalación como el contador del presente abonado son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ABONADO

Identificador abonado	217471048
Sector	Servicios
Actividad	Sanidad-Centros Hospitalarios
Instalación suministrada	Servicios comunes
Tipo instalación	Depósito
Sistema de llenado	Válvula progresiva
Acometida	32
Presión media suministro	3,5

#### CARACTERÍSTICAS CONTADOR ABONADO

Marca-Modelo	45
Tipo	Velocidad chorro único
DN (mm)	15
Clase metrológica	B
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Año fabricación	2008
Fecha instalación	23/07/2008
Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )	4670
Consumo medio trimestral (m <sup>3</sup> )	483
Ubicación	Fachada
Estado de conservación	Bueno
Posición instalación	Horizontal
Observaciones	

### 2. PATRÓN DE CONSUMO

Para obtener el patrón de consumo se han utilizado los siguientes instrumentos:

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: CONTADOR

Marca - Modelo	47
Tipo	Volumétrico (pistón rotativo)
DN (mm)	15
Clase metrológica	C
Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	1,5

#### CARACTERÍSTICAS EQUIPOS PATRÓN: EMISOR DE PULSOS

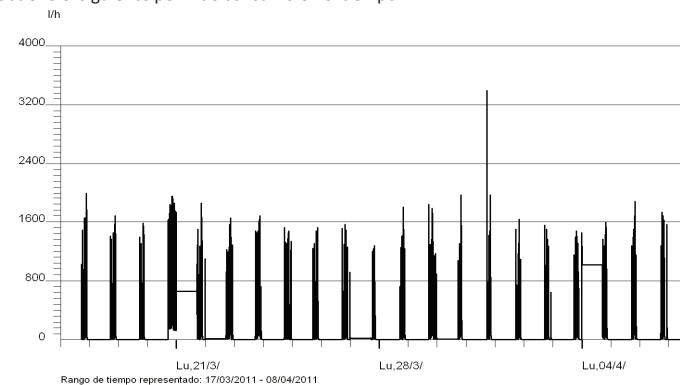
Tipo	Inductivo (2 hilos)
Volumen asociado a cada pulso (l)	1

Del registro a este abonado se obtienen los siguientes resultados:

#### DATOS PATRÓN CONSUMO

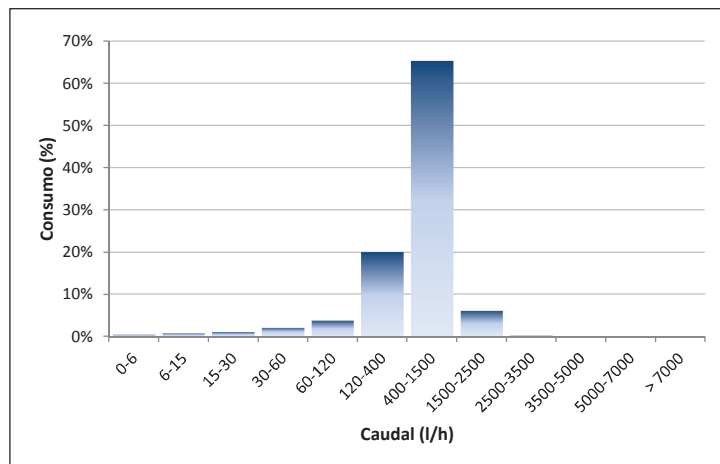
Fecha inicio	17/03/2011
Duración medición (días)	32
Volumen total registrado (m <sup>3</sup> )	26162
Caudal mínimo (l/h)	0
Caudal medio (l/h)	111
Caudal máximo (l/h)	3393

Se obtiene el siguiente perfil de consumo en el tiempo:





El patrón de consumo, estratificado por caudales, del usuario es:



**RESULTADO PATRÓN CONSUMO**

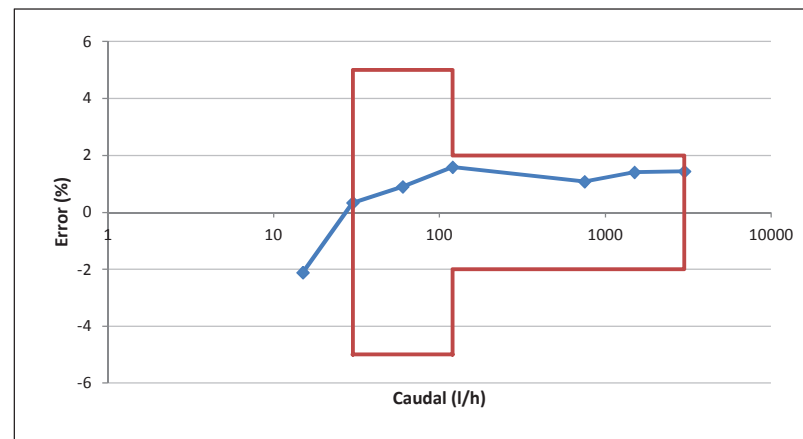
Q (l/h)	V (litros)	V (%)
0-6	115	0,4%
6-15	199	0,8%
15-30	283	1,1%
30-60	549	2,1%
60-120	995	3,8%
120-400	5238	20,0%
400-1500	17105	65,4%
1500-2500	1601	6,1%
2500-3500	76	0,3%
3500-5000	1	0,0%
5000-7000	0	0,0%
> 7000	0	0,0%

A la vista de los resultados del patrón de consumo se puede concluir que el diámetro nominal adecuado para este abonado es de:

DN en función del patrón de consumo	25
DN original abonado	15

**3. ENSAYO CONTADOR RETIRADO (CURVA DE ERROR)**

Una vez retirado y trasladado el contador a laboratorio, con las condiciones adecuadas, se procede a realizar ensayo en banco para determinar la curva de error:



**RESULTADO ENSAYO**

Arranque (l/h)	4,29
<b>CAUDAL (l/h)</b>	<b>ERROR (%)</b>
15	-2,11
30	0,34
60	0,9
120	1,59
750	1,08
1500	1,41
3000	1,44

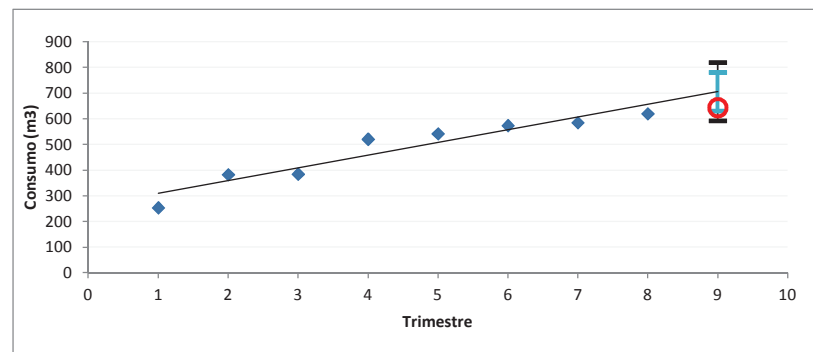
Con los errores por rango de caudal obtenidos del ensayo del contador, obtenemos el error medio ponderado así como la evolución de este en relación a su error en origen, edad y volumen acumulado:

ERRORES GLOBALES DEL CONTADOR	
Error medio ponderado	0,62
Error a origen	
EVOLUCIÓN DEL ERROR	
Error / edad (%/año)	0,21
Error / 1000xm <sup>3</sup>	0,024

#### 4. HISTÓRICO DE CONSUMOS Y EVOLUCIÓN. ANÁLISIS DE LAS FACTURACIONES

Consultada la base de datos de los consumos de este abonado a lo largo de los últimos trimestres, se obtiene la siguiente evolución:

HISTÓRICO CONSUMOS	
Trimestre	Consumo (m <sup>3</sup> )
01/2009	254
02/2009	383
03/2009	385
04/2009	521
01/2010	542
02/2010	574
03/2010	585
04/2010	620



Sin tener en cuenta el trimestre de cambio de contador obtenemos el siguiente resultado:

Modelo de contador	Media m <sup>3</sup> /día
Contador original	5,85
Contador nuevo instalado	14,2
Evolución del registro	
	142,74%

Asimismo, mediante cálculos estadísticos se estima que para el próximo trimestre, se obtendrá el siguiente consumo con sus rangos de confianza:

PREDICCIÓN CONSUMO	
Coefficiente R2	0,9
Pendiente	49,5
Constante	260,1
Sigma total sin ajuste lineal (N-1)	127,9
Sigma total con ajuste lineal (N)	37,8
<b>Rango con 2σ</b>	
Máximo	781,4
Mínimo	630,3
<b>Rango con 3σ</b>	
Máximo	819,2
Mínimo	592,5
Consumo real trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	644
Predicción consumo trim 01/2011 (m <sup>3</sup> )	
	706

Alarma 2σ

Ok

Alarma 3σ

Ok

## 5. INFORMACIÓN ADICIONAL

Se muestran a continuación fotografías de la instalación del abonado:



A la vista de los resultados del patrón de consumo, se concluye que el contador original del abonado está infradimensionado ya que, a parte de que el caudal máximo registrado (3.393 l/h) supera al correspondiente por dn (3.000 l/h), el 6,4% del caudal registrado está por encima de su caudal nominal.