



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

máster en ingeniería  
hidráulica y medio ambiente  
**mihma**

Título del Trabajo Fin de Máster:

*Elaboración del modelo matemático de las redes de abastecimiento de agua potable de los municipios de Aspe y Hondón de las Nieves. Propuesta de sectorización y mejora del funcionamiento actual.*

Intensificación:

**HIDRÁULICA URBANA**

Autor:

**JUAN ANTONIO GRAGERA RUBIO**

Director:

**JAVIER SORIANO OLIVARES**

Codirector:

**ELENA GOMEZ SELLES**

Fecha: **SEPTIEMBRE de 2014**



Título del Trabajo Fin de Máster:

***Elaboración del modelo matemático de las redes de abastecimiento de agua potable de los municipios de Aspe y Hondón de las Nieves. Propuesta de sectorización y mejora del funcionamiento actual.***

**AUTOR: GRAGERA RUBIO, JUAN ANTONIO**

<b>Tipo Director</b>	<b>A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/></b>	<b>Lugar de Realización</b>	<b>VALENCIA</b>
<b>Codirector 1</b>	<b>JAVIER SORIANO OLIVARES</b>	<b>Fecha de Lectura</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>
<b>Codirector 2</b>	<b>ELENA GOMEZ SELLES</b>		<b>, 2014</b>
<b>Tutor</b>			

**Resumen:**

En el presente trabajo se elaboran los modelos matemáticos de las redes de abastecimiento de agua potable de las localidades de Aspe y de Hondón de las Nieves (Alicante). Actualmente dichos abastecimientos no disponen de modelo hidráulico, resultando complejo la gestión técnica y operativa de dichos sistemas.

El punto de partida para la elaboración del modelo es la información disponible por la compañía de aguas en un entorno GIS (Sistema de Información Geográfica). La carga hidráulica de las demandas se realiza a partir de los datos de facturación de los diferentes usuarios, y su localización espacial, consiguiendo con este procedimiento una elevada aproximación a la carga hidráulica real de la red. En esta carga también se incluye la componente estimada de fugas de agua, con el objetivo de aproximar en la medida de lo posible la fidelidad del modelo de simulación.

Se presenta un inventario detallado de los elementos principales que integran la red, junto con las características funcionales básicas de cada uno de ellos. Asimismo, se propone la instalación de nuevos elementos para mejorar la gestión técnica del abastecimiento.

Con la ayuda del modelo se presenta una propuesta de sectorización para cada una de las redes. Estas sectorizaciones van a permitir mejorar el control de las diferentes zonas, y sus comportamientos desde el punto de vista de caudales incontrolados y los valores de presión excesivos.

También se realiza un diagnóstico del funcionamiento actual de las redes, y se presentan una serie de mejoras desde el punto de vista funcional y de gestión. Entre estas propuestas, se plantean medidas para mejorar la gestión de la medición en los abastecimientos, encaminadas a aumentar el control de los flujos de agua que discurren por las diferentes zonas, y de forma particularizada en los diferentes sectores propuestos.

Por otro lado, se plantean mejoras desde el punto de vista de la gestión de la presión a partir de la instalación de válvulas reductoras de presión con valor tarado variable para adaptarse a las condiciones de funcionamiento óptimas en función de la hora.

**Abstract:**

Usually when you want to conduct a study of water meters, it is usually done mostly whole, implying that the total sample pool to test will be divided between the different models fitted to the supply. As there are limitations by different factors, management companies make relatively small samples of each model. These samples are smaller if we deal with a model that is stratified into different age ranges. Also taking into account the effect of one variable on the error of the meter and how it can be affected by various parameters, is extremely complex and even impossible to study its effect on the limited sample size.

In this project, a partner company has expressed an interest in following up to one meter pattern of which a large sample for analysis shall be taken. In this case, the study is focused on determining the error counters park but in studying the evolution of the error of a given token (which is used widely in various supplies company) in time. Also, it is interesting to analyse how changes in the production processes of the counters can be modifying both the initial behaviour of the counter and its evolution over time.

Therefore, the analysis of the results include the effect of different variables may have on the error counters. Among the variables to study the price of water, initial installation costs, the average annual consumption and degradation counter according the manufacturing date is included.

Also, the results obtained with a small economic study that enables the company to refine the optimal frequency of renewal of this counter in each case and improve the performance obtained from the same conduct.

The study includes testing error of approximately 650 small bore domestic meters. Which are tested in the test bench available in the laboratory of the Institute of Water Technology (ITA). Where the detailed test procedure counters has been agreed with the water distribution company, which is what make them for the study.

For the analysis of the data has computer tools developed in the ITA to support park management accountants, called Woltmann.

**Resum:**

En el present treball s'elaboren els models matemàtics de les xarxes d'abastiment d'aigua potable de les localitats d'Aspe i de Fondó de les Neus (Alacant). Actualment els dits abastiments no disposen de model hidràulic, resultant complex la gestió tècnica i operativa dels seus sistemes de suministrament d'aigua potable.

El punt de partida per a l'elaboració del model és la informació disponible per la companyia d'aigües en un entorn GIS (Sistema d'Informació Geogràfica) . La càrrega hidràulica de les demandes es realitza a partir de les dades de facturació dels diferents usuaris, i la seua localització espacial, aconseguint amb aquest procediment una elevada aproximació a la càrrega hidràulica real de la xarxa. En esta càrrega també s'inclou la component estimada de fuites d'aigua, amb l'objectiu d'aproximar en la mesura que siga possible la fidelitat del model de simulació.

Es presenta un inventari detallat dels elements principals que integren la xarxa, junt amb les característiques funcionals bàsiques de cada un d'ells. Així mateix, es proposa la instal·lació de nous elements per a millorar la gestió tècnica de l'abastiment. Amb l'ajuda del model es presenta una proposta de sectorització per a cada una de les xarxes.

Els diferents sectors permetran millorar el control de les cadascuna de les zones, i els seus comportaments des del punt de vista de cabals incontrolats i els valors de pressió excessius.

També es realitza un diagnòstic del funcionament actual de les xarxes, i es presenten una sèrie de millores des del punt de vista funcional i de gestió. Entre estes propostes, es plantegen mesures per a millorar la gestió del mesurament en els abastiments, encaminades a augmentar el control dels fluxos d'aigua que discorren per les diferents zones, i de forma particularitzada en els diferents sectors proposats. D'altra banda, es plantegen millores des del punt de vista de la gestió de la pressió a partir de la instal·lació de vàlvules reductores de pressió amb valor tarat variable per a adaptar-se a les condicions de funcionament òptimes en funció de l'hora."

**Palabras clave:** *Abastecimiento de agua potable, rendimiento, gestión de fugas, propuesta de mejoras.*

**Key words:** *Management accountants used domestic single jet, evolution of global error, meter testing*

**Paraules Claus:** *Gestió de comptadors usats domèstics de raig únic, evolució de l'error global, assaig de comptadors*

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar quiero agradecer a D. Jorge García-Serra García, perteneciente y uno de los responsables del Instituto Tecnológico del Agua (ITA) y actual Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Politécnica de Valencia, su permanente interés y ayuda para integrarme dentro del convenio de colaboración suscrito entre la Universidad Politécnica de Valencia y la empresa Grupo Aguas de Valencia S.A. para llevar a cabo dicho proyecto, permaneciendo "in situ" en las instalaciones del Grupo Aguas de Valencia S.A. durante 4 meses.*

*Especial agradecimiento a mi director de proyecto Javier Soriano Olivares y codirectora Elena Gómez Sellés, del Instituto Tecnológico del Agua (ITA) Universidad Politécnica de Valencia, como a los responsables del Grupo Aguas de Valencia S.A. Miguel Andrés Folgado, Manuel Ayza Prats, Francisco Javier Sanchís Carbonell, y a Manuel Aliaga Gil como responsable de la explotación del abastecimiento de agua a de las localidades de Aspe y Hondón de las Nieves. Y como no a Raúl Garcia trabajador del Grupo Aguas de Valencia, que me ha estado enseñando y ayudando durante mi estancia de prácticas en las oficinas del Grupo Aguas de Valencia.*

*Asimismo, a mis padres (Antonia y Juan José) y hermana (Leticia) quienes a pesar de la distancia siempre me han prestado su motivación y apoyo.*

*Y por último a mis compañeros de piso y grandes amigos Jaime y Francisco por el apoyo incondicional y los buenos y malos momentos vividos. Y a mis dos grandes compañeras de prácticas Laura y Sandra por las horas y horas trabajando juntos.*

*A todos ellos, GRACIAS.*

**Juan Antonio Gragera Rubio**



## ÍNDICE

1.1	Metodología de trabajo .....	8
2	MARCO CONTEXTUAL .....	9
2.1	Situación Geográfica .....	9
2.1.1	Aspe .....	9
2.1.2	Hondón de las Nieves .....	10
2.2	Relieve .....	10
2.3	Hidrología .....	12
2.3.1	Aspe .....	12
2.3.2	Hondón de las Nieves .....	12
2.4	Climatología.....	13
2.5	Estudio Demográfico .....	14
2.5.1	Aspe .....	14
2.5.2	Hondón de las Nieves .....	18
3	DESCRIPCIÓN DE LA REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	21
3.1	Descripción de la red general de alta .....	21
3.2	Instalaciones para el suministro de Aspe.....	28
3.3	Instalaciones para el suministro de Hondón de las Nieves.....	36
3.3.1	Suministro a las pedanías de Hondón de las Nieves.....	40
3.4	Red de Baja de Aspe.....	44
3.5	Red en baja Hondón de las Nieves .....	49
4	AUDITORÍA HÍDRICA DEL ABASTECIMIENTO.....	51
4.1	Volumen de agua registrado.....	54
4.2	Volumen de agua producido .....	55
4.3	Análisis del rendimiento de la red.....	57
4.3.1	Aspe .....	57
4.3.2	Hondón de las Nieves .....	59
5	MODELO MATEMATICO DE LA RED .....	61
5.1	Justificación .....	61
5.2	Ventajas e inconvenientes del modelo .....	62
5.3	Etapas para la elaboración del modelo matemático .....	63
5.4	Recopilación de la información .....	65
5.4.1	Cartografía .....	65

---

5.4.2	Topología y características de la red.....	65
5.4.3	Producción y consumos .....	66
5.5	Obtención del esqueleto de la red .....	66
5.6	Asignación de cotas.....	66
5.7	Análisis y asignación de consumos.....	67
5.7.1	Reparto inicial de los consumos registrados .....	67
5.7.2	Reparto inicial de los consumos no registrados .....	68
5.8	Exportar modelo a Epanet y afinar parámetros del mismo .....	68
5.8.1	Definición del resto de elementos de la red .....	68
5.9	Evolución del número de abonados.....	69
5.9.1	Aspe .....	69
5.9.2	Hondón de las Nieves .....	70
5.10	Dotaciones de consumo.....	71
5.10.1	Aspe .....	71
5.10.2	Hondón de las Nieves .....	71
5.11	Modulación diaria y estacional del consumo.....	71
5.11.1	Curva de Modulación Horaria del Consumo.....	72
5.11.2	Coefficiente de Modulación Estacional del Consumo.....	73
5.12	Calibración del modelo.....	75
6	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	79
6.1	Disponibilidad de recursos actuales.....	79
6.1.1	Aspe .....	79
6.1.2	Hondón de las Nieves .....	79
6.2	Análisis de la red en condiciones normales de suministro .....	80
6.2.1	Análisis de la red desde el punto de vista hidráulico.....	80
6.2.2	Análisis de la red en condiciones de emergencia .....	105
6.2.3	Comportamiento de la red ante condiciones de incendio .....	108
6.3	Conclusiones.....	114
7	PROPUESTA DE MEJORAS .....	115
7.1	Instalación de prelocalizadores.....	117
7.2	Gestión de caudales .....	118
7.3	Gestión de la presión .....	119
7.3.1	Reducción de los caudales de fugas.....	120
7.3.2	Homogenización de las presiones en los diferentes tramos de la red. ....	120

---

---

7.3.3	Reducción de la frecuencia de roturas. ....	120
7.3.4	Reducción global del consumo. ....	121
7.4	Gestión de la infraestructura .....	121
7.5	Sectorización de la red .....	122
7.5.1	Etapas para sectorizar una red .....	124
7.5.2	Criterios de sectorización.....	126
7.6	Regulación de los depósitos.....	131
7.7	Reducción de presiones tras sectorización. ....	137
7.7.1	Válvulas reductoras de presión (VRPs) .....	137
7.7.2	Selección y dimensionado de la VRPs.....	138
7.7.3	Instalación de las VRPs.....	141
7.7.4	Registro de presiones en nuestro sistema.....	141
8	VALORACION ECONOMICA .....	148
8.1	Coste económico implantación sectorización.....	148
8.2	Reducción del volumen de fugas .....	149
9	CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO .....	152



## 1. INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación el documento correspondiente al estudio para la elaboración del modelo matemático y propuestas de mejora del abastecimiento de aguas potables de las poblaciones de Aspe y Hondón de las Nieves pertenecientes a la provincia de Alicante, que anteriormente pertenecían a la Mancomunidad Aspe-Hondón y en la actualidad son independientes pero comparten las instalaciones de impulsión para el suministro de agua potable.



Figura 1. Localización de Aspe y Hondón de las Nieves (Google Earth).

El crecimiento y desarrollo urbanístico de una población se encuentra muchas veces condicionado por las posibilidades de mantener el adecuado nivel de abastecimiento de agua potable.

En consecuencia, parece claro que la adecuada gestión del Servicio de abastecimiento de una población debe contemplar las previsiones que se hayan realizado sobre el planeamiento y desarrollo de dicha población. Con un horizonte de aplicación, y unos criterios coherentes de desarrollo (fuentes de producción y suministro, consumos y distribución de agua potable) se configura un documento que viene a denominarse “Plan Director del Abastecimiento”.

Por lo que el Grupo de Aguas de Valencia que ha sido la empresa adjudicataria de la concesión del abastecimiento de agua a la localidad alicantina de Aspe y Hondón de las Nieves, por lo que ha propuesto realizar un estudio de la situación actual del sistema y proponer una serie de mejoras en las localidades de Aspe y Hondón de las Nieves (Alicante), para proporcionar un correcto funcionamiento de las red.

Proporcionando un buen suministro y calidad del agua y llevando a cabo un mantenimiento óptimo de la red.

Por otra parte, la modelización matemática de la red de abastecimiento sirve para poner de manifiesto las zonas críticas o problemáticas del abastecimiento, así como comprobar el funcionamiento de las instalaciones proyectadas.

### **1.1 Metodología de trabajo**

Los pasos seguidos para la elaboración del presente estudio son los siguientes:

- Recopilación de la información.
- Construcción del modelo de la red actual de agua potable del municipio e identificación de los problemas existentes, en base al Avance de Plan Director vigente.
- Análisis del comportamiento de la red considerando el crecimiento futuro de la población e identificación de los posibles problemas previsibles tras el crecimiento urbano.
- Definición de las diferentes actuaciones que permitan eliminar los puntos críticos existentes en el abastecimiento. Estas actuaciones son nuevamente simuladas para comprobar que su comportamiento es el deseado, verificando asimismo la viabilidad técnica de las mismas.
- Valoración y planificación de las actuaciones planteadas.
- Elaboración del presente documento y de los planos correspondientes.

## 2 MARCO CONTEXTUAL

Para el estudio de la red de abastecimiento de agua potable, es necesario conocer los condicionantes que existen en el municipio de estudio. En concreto, el estudio del medio natural, socioeconómico y sobre todo demográfico, condicionan el análisis de la red de agua potable.

A continuación se presentan una serie de condicionantes necesarios para la redacción del Plan Director.

### 2.1 Situación Geográfica

#### 2.1.1 Aspe

Aspe es un municipio del interior de la provincia de Alicante, en la comarca del Medio Vinalopó, de la Comunidad Valenciana. El núcleo principal de población está a 238 m sobre el nivel del mar, a orillas del río Tarafa, principal afluente del Vinalopó, a 22 km de Alicante, a 9 km de Elche, a 395 km de Madrid, a 160 km de Valencia y a 62 km de Murcia. Su término municipal tiene una extensión de 69,79 km<sup>2</sup>. Limita al este con Monforte del Cid, al sur con Elche y Crevillent, al oeste con Hondón de las Nieves y La Romana, y al norte con Novelda. El ferrocarril más próximo está situado a 7 km (estación Aspe-Novelda) y el aeropuerto es el de El Altet, a 22 km.

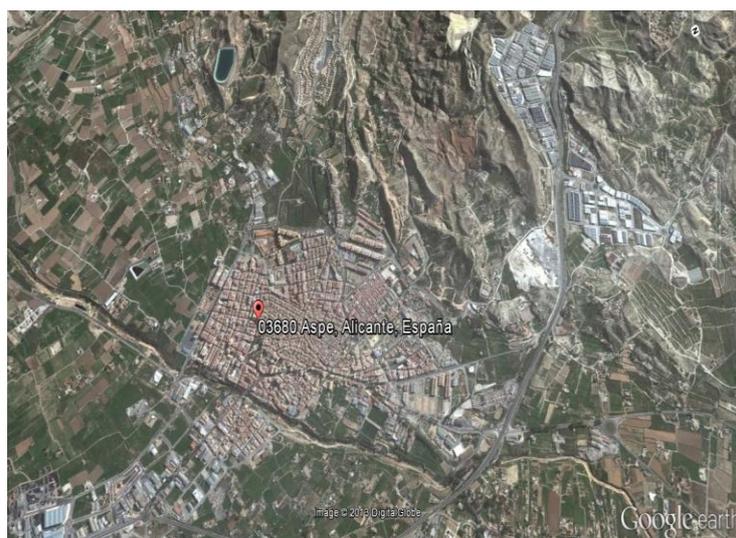


Figura 2. Foto aérea de Aspe.

### 2.1.2 *Hondón de las Nieves*

El municipio de Hondón de las Nieves está situado al suroeste de Alicante, dentro de la comarca del Medio Vinalopó. Limita con Aspe al noreste, con La Romana al norte, Crevillente y Hondón de los Frailes al sur, y el término de Orihuela al oeste y suroeste, a partir de la pedanía de Barbarroja, contando su término con una extensión de 68,8 Km<sup>2</sup>.

El municipio cuenta con tres núcleos de población: Hondón de las Nieves (cabeza del término) y las pedanías de La Canalosa, El Rebalso, La Solana y la urbanización La Montañosa.

Se encuentra muy bien comunicado con grandes núcleos urbanos como son Elche que se encuentra a 20 Km, Alicante situado a 30 Km, Elda a 20 Km, Novelda a 15 Km y Aspe a 8 Km.



Figura 3. *Fotografía aérea Hondón de las Nieves.*

## 2.2 **Relieve**

Un análisis de la estructura topográfica del término municipal de Aspe permite observar el contraste entre el valle, formado por los cursos del río Tarafa y la rambla del Río, con morfologías suaves y llanas altitudes en torno a los 200 m y los sectores montañosos circundantes.

Así, prácticamente toda la mitad meridional del término conforma un espacio abrupto en el que destacan las estribaciones de la Sierra de Crevillente, con altitudes superiores a los 500 m y próximas a la cota 600 en el puntal de Matamoros. El resto del sector (parajes de El Azafá, El Murón y Tabayá) tiene altitudes más modestas, pero constituyen una auténtica barrera orográfica con respecto al Bajo Vinalopó, aunque no superan los 300 m.

Por otro lado, en la parte más occidental del municipio, las sierras de Ofra (582 m) y Ors (511 m), a pesar de su altitud, no llegan a dar esa sensación de barrera, gracias a la existencia de un pequeño pasillo a través del paraje de El Collao, hacia Hondón de las Nieves.



Figura 4. Mapa de altimetría.

En la población de Aspe, existe una diferencia de cotas de 60 m, teniendo sus puntos más altos a una cota de 288 m y los lugares más bajos a 229 m.



Figura 5. Distribución de cotas en Aspe.

Hondón de las Nieves se encuentra situado formando un amplio corredor que discurre a una altitud entre 400 y 600 m sobre el nivel del mar, y que se engloba dentro de la cuenca intermontana Subbética semicerrada, que se repite desde la Puebla de Fabrique en la provincia de Granada hasta Fuente de la Higuera en la de Valencia. Debido a las pequeñas dimensiones de la localidad de Hondón de las Nieves existe un importante desnivel geométrico entorno a 20 m entre los diferentes puntos que lo componen.

## **2.3 Hidrología**

### *2.3.1 Aspe*

Las aguas subterráneas de Aspe proceden en su mayor parte de la infiltración del agua de lluvia. Existen numerosas surgencias, entre ellas La Rafica, la de la Gota, la de la Coca, la de Upanel....

### *2.3.2 Hondón de las Nieves*

El término de Hondón de las Nieves se engloba, según el Mapa del Agua de la provincia de Alicante, dentro de los suelos con agua de calidad regular y sobreexplotada de origen subterráneo.

En algunas captaciones de la S.A.T. el agua está emplazada a 600 m de profundidad. El acuífero está declarado provisionalmente como sobreexplotado, según lo dispuesto en el artículo 171.5 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico que desarrolla la ley de aguas de 1.985.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la presencia de masas calizas del Luteciense Prebético por una parte, y la del conjunto carbonatado del Lías Subbético por otro lado, constituyen posibles acuíferos en la medida en que los accidentes tectónicos no les afecten.

La zona de la Sierra del Argallet, debido a sus calizas porosas es la parte más rica en aguas subterráneas y está catalogada como un acuífero subterráneo sobreexplotado pero de buena calidad. En el resto de la zona, están contabilizados 5 pozos de interés y 3 agrupaciones de pozos, utilizados en su gran mayoría para el regadío.

En lo referente a las aguas continentales de superficie no se encuentra ningún cauce continuo en la actualidad, los ríos más cercanos, el Tarafa y el Vinalopó en Aspe, se encuentran a 7 y 12 Km al E respectivamente, y hacia el oeste el río Chicamo, aparece a unos 2 Km ya en la provincia de Murcia. Sin embargo, el mismo nacimiento del río Chicamo que se enriquece gracias a las ramblas que parten de la Sierra del Argallet, intuye la importancia de las ramblas que existen y que podrían haber sido de cauce continuo en periodos de mayor pluviosidad. Las más importantes son la Rambla del Cofer que nace en la parte suroeste de la Sierra del Argallet y junto a la rambla de Cutillas se unen al río Chicamo; la Rambla del Lentiscar que parte del montículo que aparece al norte del Rebalso y al que fluyen numerosas ramblas menores procedentes de la Sierra del Argallet atravesando la Canalosa Alta y la Canalosa Baja hasta perderse en el Hondón de las Nieves; y la Rambla del Tolomó que partiendo desde el sur de Hondón de las Nieves, entre el pueblo y la Sierra de Crevillente, se dirige hacia el valle de Aspe por la partida rural del mismo nombre.

El acuífero más importante de la zona es el que se encuentra bajo las calizas jurásicas de la Sierra de Crevillente, utilizado tradicionalmente tanto para riego como para el abastecimiento de agua potable a la población. Sus principales características según, su Plan de Ordenación son:

- El agua se localiza a 380 m de profundidad en la zona Oeste, y entre 382 y 419 m de profundidad en la Este
- Los recursos renovables del acuífero se han calculado en torno a los 2 Hm<sup>3</sup>/año
- Las reservas explotables del acuífero se han situado en torno a los 147 Hm<sup>3</sup>.

#### **2.4 Climatología**

Dada la situación geográfica de las dos poblaciones, próximas al mar Mediterráneo, el clima predominante es el clima mediterráneo seco que se da como transición entre el clima mediterráneo y el desértico y se caracteriza por la aridez la mayor parte del año. En el caso de la cuenca mediterránea, donde se da el mediterráneo típico, tiene unas temperaturas invernales más cálidas que este y con menos lluvias, que oscilan entre los 200 y 400 mm concentradas en las estaciones frías o en las equinocciales, presentando en cualquier caso un verano seco y caluroso con temperaturas medias superiores a los 25°C, máximas suaves en la costa y muy altas en zonas interiores, pudiendo sobrepasar los 45°C en situaciones de olas de calor.

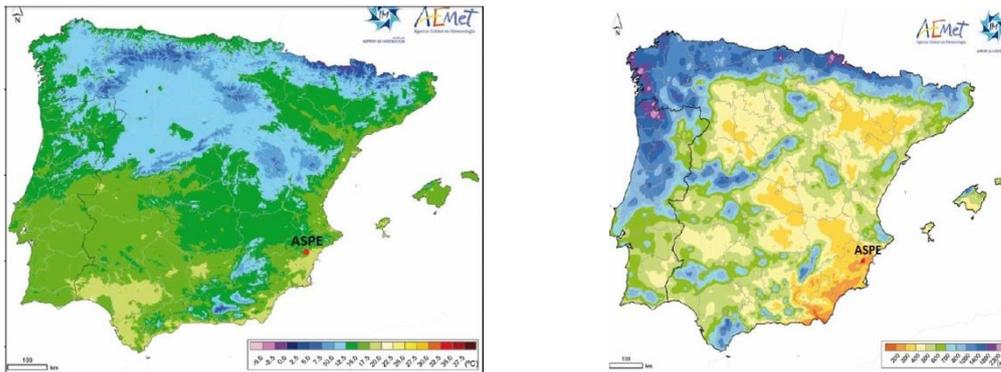


Figura 6. Mapa de España distribución de temperatura y pluviometría media anual (AEMET).

## 2.5 Estudio Demográfico

### 2.5.1 Aspe

La población absoluta de Aspe ha crecido de forma ralentizada durante casi un siglo (1.857-1.950). En los últimos 30 años su población ha experimentado un fuerte incremento que a su vez ha provocado cambios cualitativos en sus componentes demográficos. Posteriormente desde los años 80, en adelante, la recesión económica repercutirá en su estructura demográfica. La siguiente tabla muestra la evolución de la población de Aspe desde 1.998 hasta el 2.012:

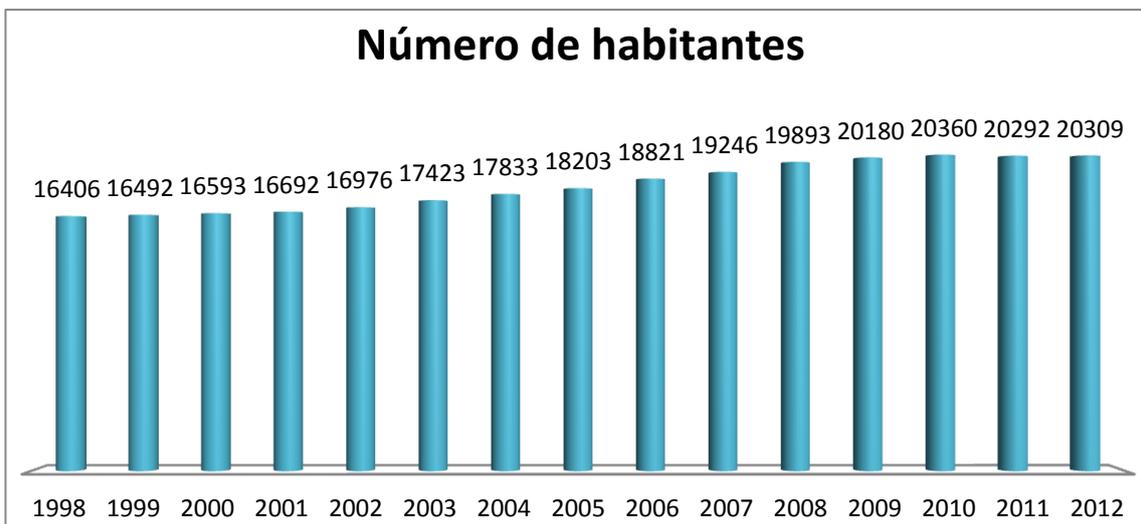


Figura 7. Gráfica de distribución demográfico en Aspe (INE).

Atendiendo al estudio demográfico que va a repercutir en Aspe, se debe tener en cuenta que se producirá una evolución urbana por lo que el ayuntamiento debe de establecer el Plan General de Ordenación Urbanística. Debido a la localización geográfica, se deben tener en cuenta una serie de factores que nos limitarán las futuras zonas de expansión o de crecimiento:

- Por el norte se encuentra el Río Tarafa, aunque no ha supuesto un impedimento para el crecimiento urbano, pues al otro lado del cauce se encuentra el Barrio del Castillo y la importante zona industrial que se articula mediante la Avda. de Navarra, que limita el desarrollo residencial de la zona.
- Por el sur el crecimiento se ve obstaculizado por los accidentes topográficos y por la zona industrial desarrollada a lo largo de la carretera de Alicante.
- La zona este es la que posee mayores posibilidades para el crecimiento residencial, encontrando como únicos límites u obstáculos, la depuradora u la futura ejecución de la variante Noreste contemplada en el II Plan de Carreteras de la Generalitat Valenciana. Se trata, no obstante, de la zona con mayor densidad de habitantes y menor dotación de equipamientos.
- El oeste está ocupado en su mayor parte por dotaciones y una zona industrial.

El Plan General de Aspe divide el suelo urbano en catorce zonas dentro del núcleo urbano que se encuentra prácticamente urbanizadas y que son directamente edificables, sin remisión a planeamiento diferido.

El Plan General delimita un total de nueve unidades de ejecución en esta clase de suelo, algunas de las cuales se subdivide a su vez en unidades de ejecución más pequeñas con la finalidad de agilizar considerablemente la gestión:

<b>RESIDENCIALES:</b>	<b>Hectáreas</b>
<b>U.E.1.-Parque.</b>	7.14
<b>U.E.2.-Coca.</b>	8.79
<b>U.E.3.-Barranco.</b>	6.23
<b>U.E.4.-San Juan.</b>	3.77
<b>U.E.5.-Castillo.</b>	6.39
<b>U.E.6.-Arenal.</b>	1.51

<b>U.E.11.-Montesol.</b>	38.13
<b>INDUSTRIALES:</b>	
<b>U.E.7.-Avda.Navarra</b>	26.54
<b>U.E.8.-Avda.de Elche.</b>	2.55
<b>U.E.9.-Avda. Tres de Agosto.</b>	4.88

Tabla 1. Áreas urbanizables según residenciales.

De acuerdo al PGOU vigente, a fecha de hoy quedan pendientes de desarrollar el siguiente suelo urbanizable residencial:

<b>SUELO URBANIZABLE PORMENORIZADO</b>	<b>VIVIENDAS</b>
<b>U.E.1.1.</b>	148
<b>U.E.1.3.</b>	168
<b>U.E.2.3.</b>	169
<b>U.E.4</b>	283
<b>U.E.5</b>	454
<b>U.E.6</b>	34
<b>Total viviendas</b>	1256

Tabla 2. Número de viviendas según localización.

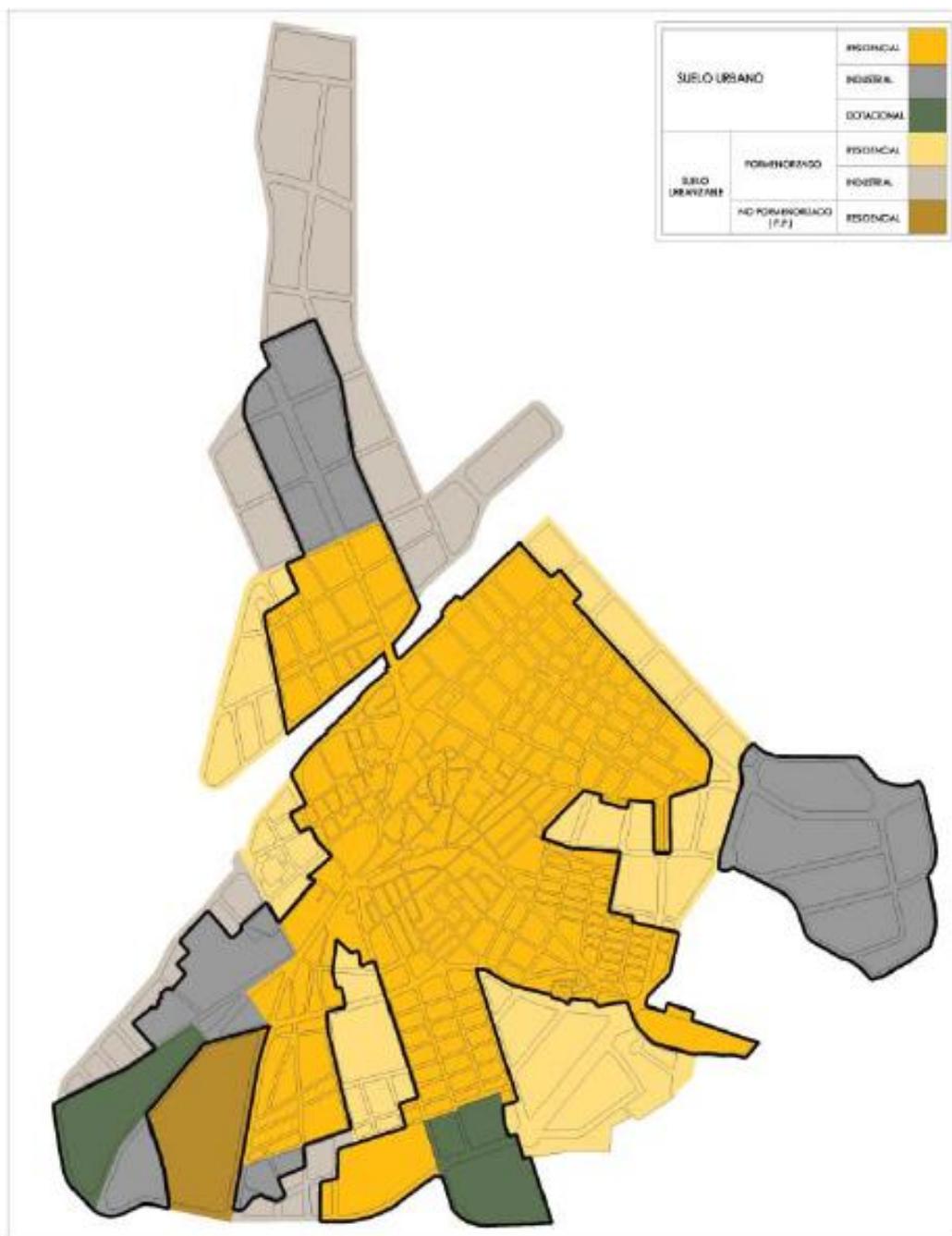


Figura 8. Plano ordenación urbanística de Aspe.

En el siguiente mapa podemos observar las zonas verdes existentes en Aspe, dichas zonas son específicas en la dotación de agua y hay que tener especial interés en aquellas zonas donde halla arbolada de grandes dimensiones porque pueden ser perjudiciales para las tuberías ya que las raíces de los árboles pueden producir la rotura de las conducciones y así provocar cortes de agua o intrusión de patógenos en el sistema por lo que se produciría un descenso en la calidad de agua proporcionada a los consumidores.



Figura 9. Plano zonas verdes en Aspe.

### 2.5.2 Hondón de las Nieves

Este municipio sufrió, a partir de los años 50, una corriente migratoria considerable. Los habitantes emigraron hacia municipios vecinos que registraban un mayor desarrollo económico. Se pasó de tener unos 3.400 habitantes, a principios de los años 50, a contabilizar no más de 1.200 habitante a mediados de los años 60. A partir de mediados de los 80 el crecimiento demográfico volvió a ser positivo pasando a tener 3.037 habitantes en el año 2.012. Esta evolución se sigue manteniendo en la actualidad.

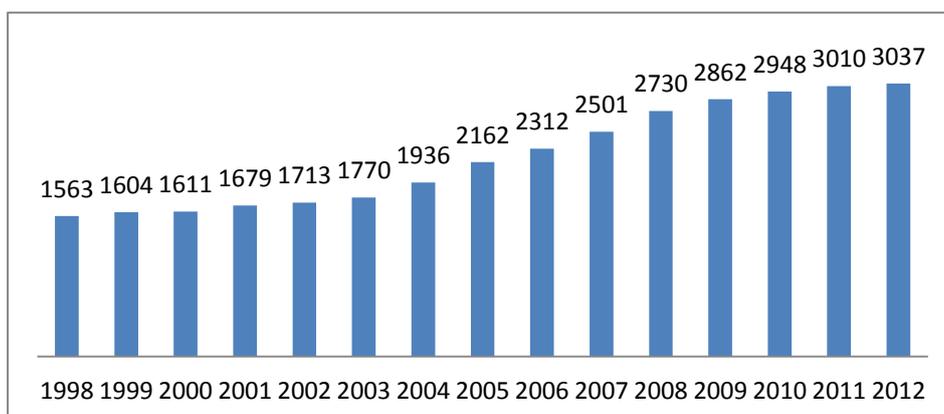


Figura 10. Gráfica evolución demográfica en Hondón de las Nieves (INE).

De acuerdo al PGOU emitido por la Dirección General de Territorio y Paisaje con fecha 11/03/2010, la población de Hondón de las Nieves prevé nuevos crecimientos residenciales apoyados sobre las actuales vías de acceso a la población y que completan de forma radial la actual configuración del casco urbano.

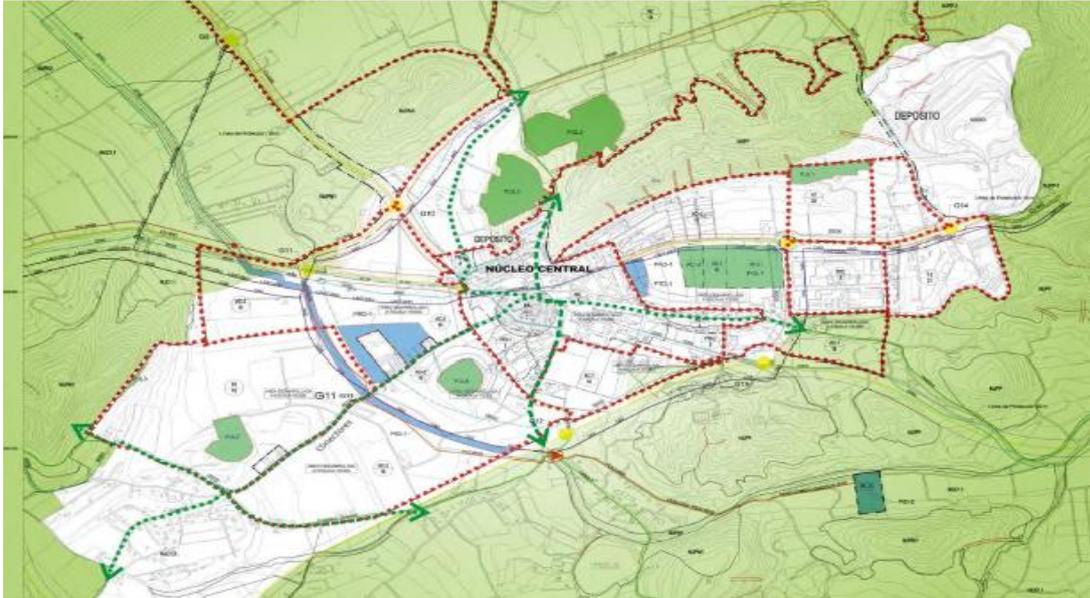


Figura 11. Plano según PGOU de posibles ampliaciones urbanísticas en Hondón de las Nieves.



Figura 12. Plano según PGOU de clasificación de parcelas urbanísticas en Hondón de las Nieves.

Respecto a las pedanías pertenecientes a Hondón de las Nieves (La Canalosa y El Rebalso), podemos observar su predicción de crecimiento.



Figura 13. Plano según PGOU de posibles ampliaciones urbanísticas en las pedanías de La Canalosa y El Rebalso.

### 3 DESCRIPCIÓN DE LA REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Este apartado tiene como objeto, la descripción de todas las instalaciones destinadas al abastecimiento y distribución de agua potable a las poblaciones de Aspe y Hondón de las Nieves.

#### 3.1 Descripción de la red general de alta

El suministro de la población de Aspe se realiza mediante las instalaciones comunes que comparten las localidades Aspe y Hondón de las Nieves, el abastecimiento a dichas localidades tienen en común la aspiración desde Crevillente hasta el depósito de Almoladera cuya descripción es la siguiente:

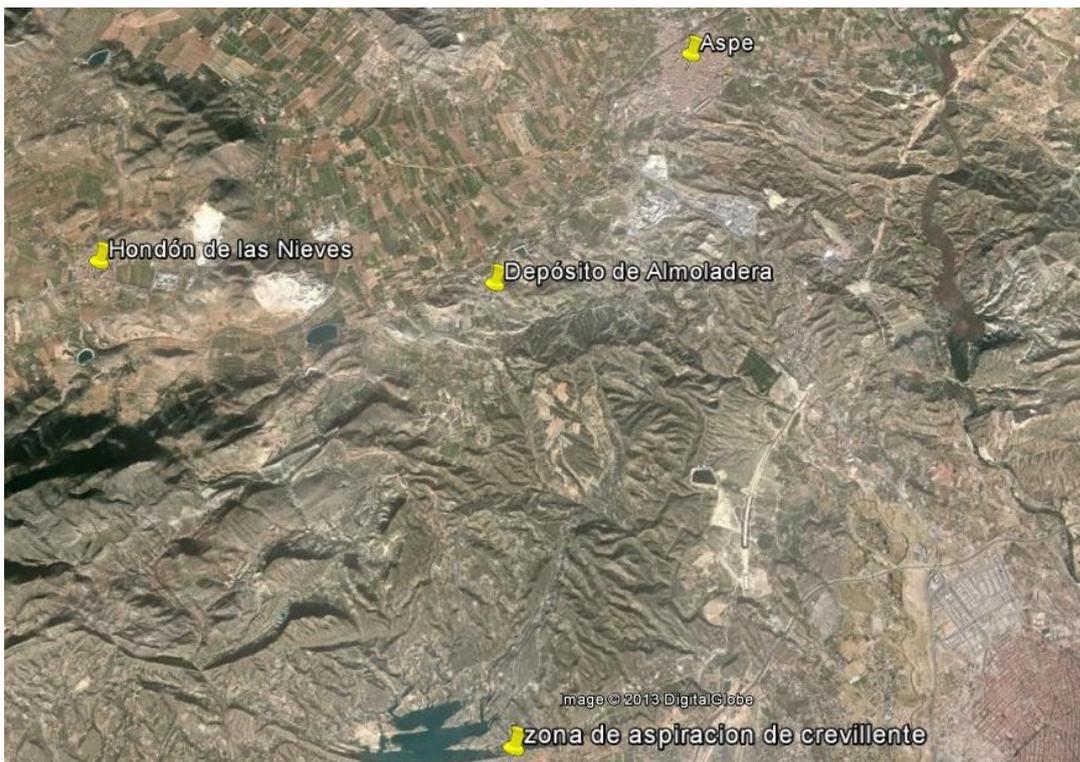


Figura 14. Foto aérea localización del sistema en alta del abastecimiento de aguas.

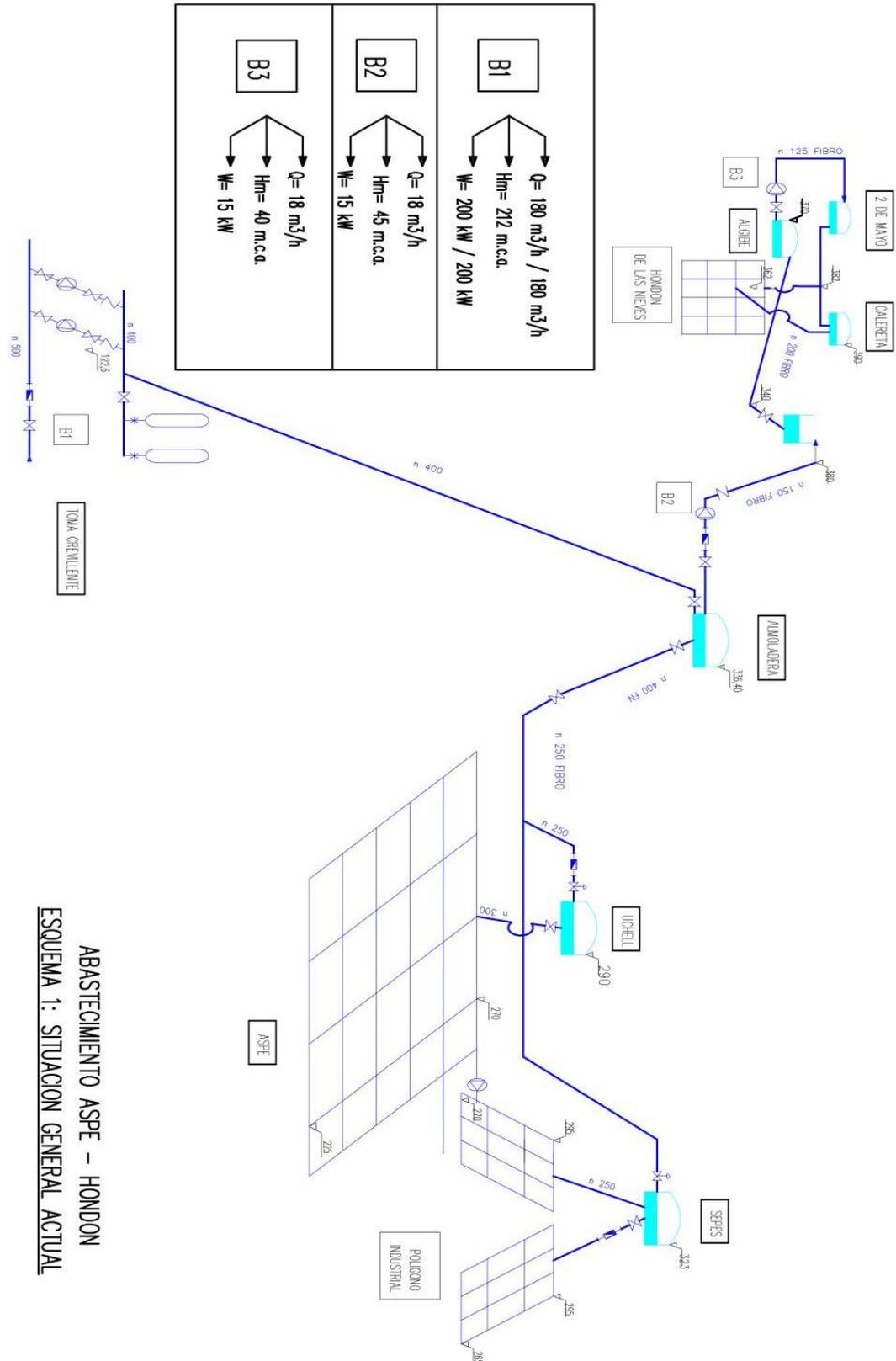


Figura 15. Esquema hidráulico general del abastecimiento de aguas.

- En el polígono industrial cerca de Crevillente existe una derivación de los Canales del Taibilla, con tubería de 500 mm de diámetro, provista de un contador general para la contabilización de los suministros, que penetra en el interior de un edificio que alberga los grupos de bombeo. Esta agua ya viene tratada por lo que solo se dispone de un aparato dosificador de cloro para garantizar una mayor calidad de nuestra agua extraída.



Figura 16. Foto aérea localización estación de bombeo de Crevillente.

- En la sala de bombas hay instalados dos grupos motobombas horizontales, que aspiran directamente de la tubería de 500 mm mediante derivaciones en T, provistas de válvulas de seccionamiento tipo compuerta. Estos grupos inicialmente (año 1.996) poseían una potencia de 170 Kw y han sido sustituidos recientemente por otros de mayor potencia 200 Kw. El funcionamiento de las bombas se realiza de forma alternativa, solo funciona un bombeo con un periodo de 12 horas y 20 minutos y está programado para funcionar en horario nocturno desde las 22:00 hasta las 10:20 horas diarias. Cada motobomba proporciona un caudal de 180m<sup>3</sup>/h.



Figura 17. Foto instalación de grupo de bombeo en la estación de bombeo de Crevillente

	Grupo 1	Grupo 2
<b>MOTOR</b>		
<b>Marca</b>	ABB	EMIT
<b>Intensidad</b>	400 V	400 V
<b>Frecuencia</b>	50 Hz	50 Hz
<b>RPM</b>	2.978	2.980
	334 A	354 A
	0.9 Cos	0.9 Cos

<b>BOMBA</b>		
<b>Marca</b>	EMIT	EMIT
<b>Tipo</b>	WL 125/11	WL 125/11
<b>Año</b>	1.989	1.989
<b>Caudal</b>	180 m3/h	180 m3/h
<b>Altura</b>	212 m.c.a.	212 m.c.a.
<b>RPM</b>	2.900	2.980

Tabla 3. Características del bombeo de Crevillente

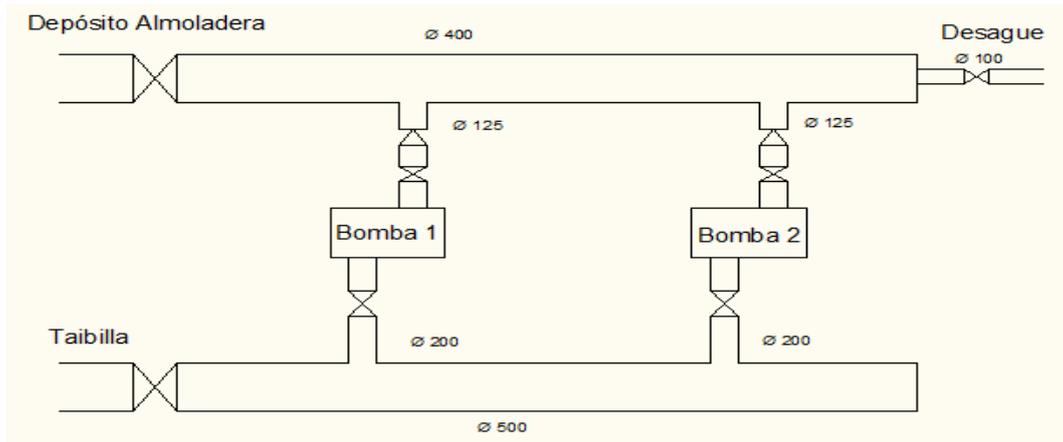


Figura 18. Esquema hidráulico del sistema de bombeo de Crevillente

- Las impulsiones disponen de válvulas motorizadas de compuerta y de válvulas de retención sectoriales y conectan mediante derivaciones en T con una tubería colectora de 400 mm de diámetro, de fundición, provista de una válvula seccionadora de mariposa de cierre elástico y una derivación conectada a dos recipientes de aire que actúan como calderines de amortiguación del golpe de ariete, con una presión nominal de 22 mca. Los calderines fueron fabricados a medida e instalados en 1989.



Figura 19. Calderines en la estación de bombeo de Crevillente.

BOMBEO CREVILLENTE - ALMOLADERA			
	Diámetro	PN	Nº de unidades
Válvulas compuertas	125	25	2
Válvulas retención	125	25	2
Válvula compuerta	400	25	1
Ventosas	100		4
Desagües	100		4
Válvulas entrada	400		2
Válvulas salida	400		2
Desagües	250		2

Tabla 4. Tabla de los elementos instalados en la sala de bombeo de Crevillente.

- El agua es elevada mediante una tubería de impulsión de 400 mm de diámetro, que discurre por un trazado que sigue el curso de la carretera de Crevillente a Aspe. A



Figura 20. Arqueta de rotura de carga

escasos metros de la salida del bombeo existe una arqueta de rotura de carga. Desde la salida del bombeo hasta la llegada del depósito de Almoladera para poder garantizar el mejor rendimiento y seguridad de nuestra tubería hay instaladas diferentes ventosas de diámetro 100mm y varios desagües de diámetro 100mm.

- La tubería con una longitud de 6.800m discurre al lado de la carretera N-325, hasta llegar al depósito de Almoladera de 3.000 m<sup>3</sup> de capacidad donde descarga, en el término municipal de Aspe, al que vierte por su parte inferior. El depósito de Almoladera ubicado en la cota 341msnm tiene unas dimensiones de 39x20 m<sup>2</sup>, consta de dos vasos, entradas de 400 mm con sus válvulas de compuerta, salidas 400 mm con válvulas de compuerta, rebosadero altura de lámina 3,15 m, desagüe 250 mm con sus válvulas de compuerta, ventilación por ventanas con celosía metálica, recinto vallado y caseta de válvulas cerrada.

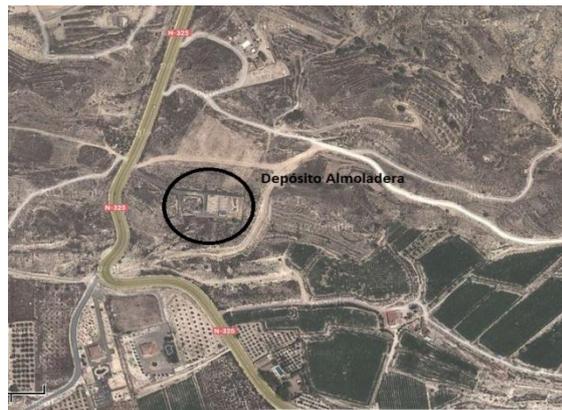


Figura 21. Foto aérea de la localización del depósito de Almoladera.

- Desde el depósito de La Almoladera se suministra agua a los depósitos generales (Uchell y SEPES) que abastecen a la población de Aspe.

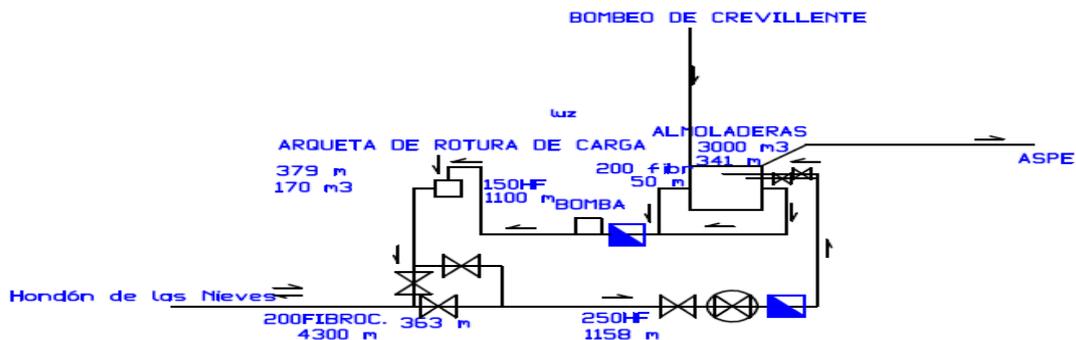


Figura 22. Esquema hidráulico en el depósito de Almoladera

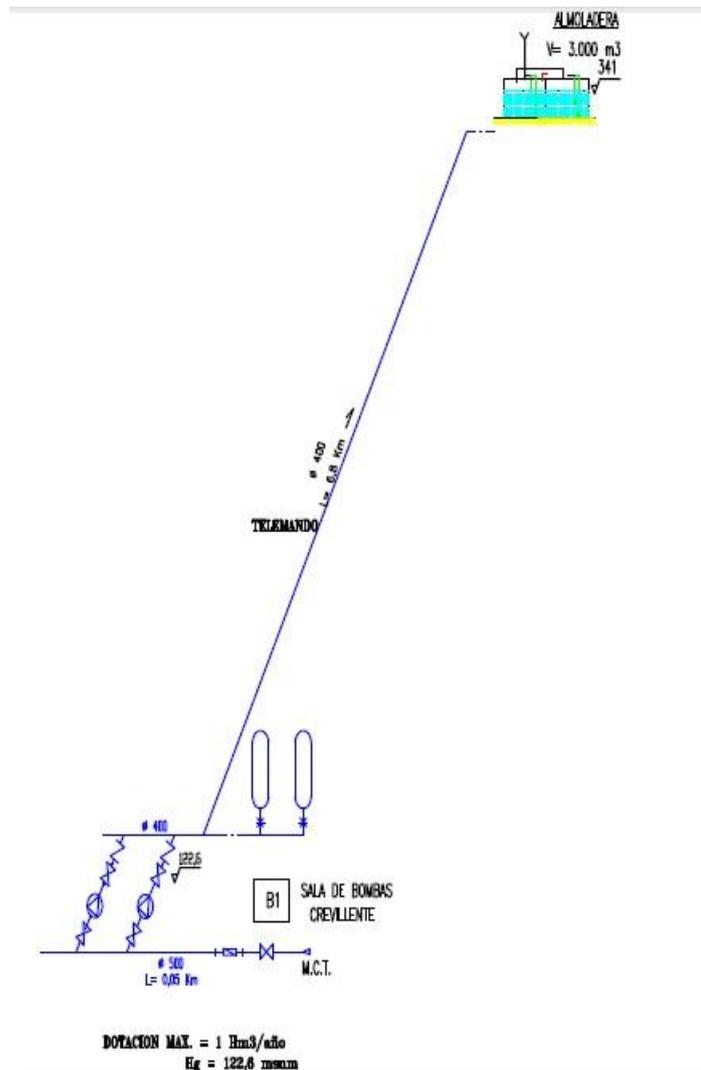
El telemando consta de una estación maestra en el bombeo una estación esclava en el depósito con boyas de nivel, protección de sobretensiones, marcador telefónico, repetidor y protección repetidor, dentro de estos elementos se integran los siguientes mecanismos: Scada Siscon W, Codificación sensores, Estación reducida, Stación en RACK 19", Sensores disponibles para ampliaciones.



Figura 23. Foto del sistema de telemando instalado en el depósito de Almoladera.

Además hay que tener en cuenta la existencia de sistema de cloración en el depósito de Amoladeras para regular el agua que ya viene clorada desde la toma de los Canales del Taibilla

Figura 24. Esquema hidráulico desde bombeo de Crevillente hasta depósito de Almoladera.



En caso de no poder elevar agua desde el Bombeo de Crevillente al depósito de Amoladeras por mantenimiento o avería, se utilizaría como alternativa para el abastecimiento de Aspe la traída desde los Pozos Canalosa Solana y Caminanto,

utilizando el bypass que existe a la salida del Depósito de Amoladeras hacia Hondón de las Nieves. Se debería hacer una conexión entre este bypass y la salida del

Depósito de Amoladeras para poder realizar dicho abastecimiento sin necesidad de su uso, para enviar directamente el agua de traída de dichos pozos a los depósitos de Uchell y Sepes, así como a la toma de la Columna-Alcana. En los depósitos de Uchell y Sepes existe sistema de cloración no así en la toma de La Columna- La Alcaná, donde sería necesaria la instalación de un aparato dosificador.

A continuación se van a resumir las características principales de la zona de bombeo y conducción que tienen en común Aspe y Hondón de las Nieves.

### Grupos motobombas

				Q	Hm.	Pot.	Tens.	Vel.
Nº.	FUNCION	Marca	Tipo	m <sup>3</sup> /h	mca	KW	volt.	rpm
1	B1. Impuls. Crevillente	INDAR	horiz.	180	212	200	400	2.978
1	B1'.Impuls. Crevillente	INDAR	Horiz.	180	212	200	400	2.980

Tabla 5. Características grupos de bombeos

### Tuberías

	Diámetro	Longitud	P.N.	
TRAMO	mm	m	atm	material
Toma Crevillente	500	50		fund.
Sala bombas Crevillente-Almoladera	400	6.800	50	fund.nod.

Tabla 6. Características de las tuberías principales

### Depósitos

	capacidad	cota solera
UBICACION	m <sup>3</sup>	m.s.n.m.
Almoladera (común para Aspe y Hondón)	3.000	341

Tabla 7. Características de los depósitos

La cota geométrica de la aspiración del grupo de Crevillente (impulsión común para Aspe y Hondón del agua del canal del Taibilla) es de **122,60 m.s.n.m.**

### Caudalímetros

	diámetro	tipo
UBICACION	mm	
Toma del canal del Taibilla (aspiración bombas)	500	Woltmann

Tabla 8. Características de los caudalímetros instalados

### 3.2 Instalaciones para el suministro de Aspe.

A continuación se describe la composición del sistema de abastecimiento para la zona de Aspe. Ver el plano adjunto detallado "esquema hidráulico abastecimiento a Aspe" en el cual está representado de forma general la situación de los diferentes elementos que componen el sistema.

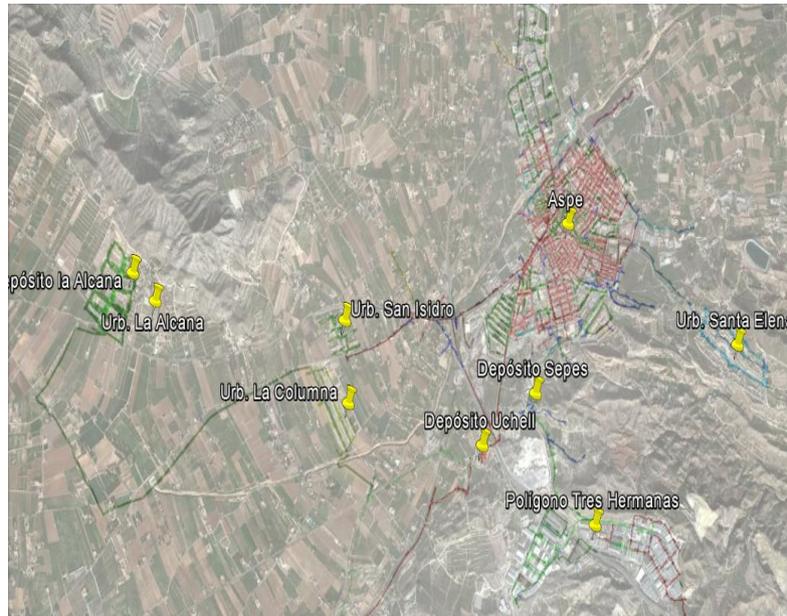


Figura 25. Foto aérea sistema de Aspe

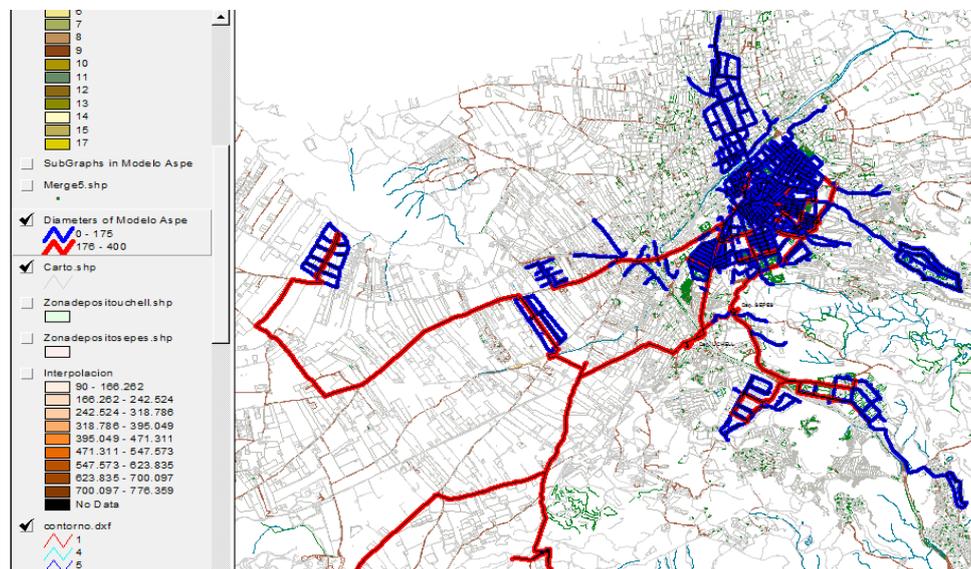


Figura 26. Imagen sistema de tuberías en Aspe

Mediante un servicio por gravedad desde el depósito de La Almoladera se proporciona el agua disponible a través de las siguientes instalaciones:

- Un tramo de tubería de fundición nodular de 400 mm de diámetro conecta el depósito de la Almoladera hasta el depósito de Uchell y el depósito de Sepes. A mitad de camino entre el depósito de Almoladera y Uchell existe una bifurcación con una tubería de fundición de diámetro 350 mm que transporta el agua hasta la urbanización La Columna y el depósito La Alcaná.

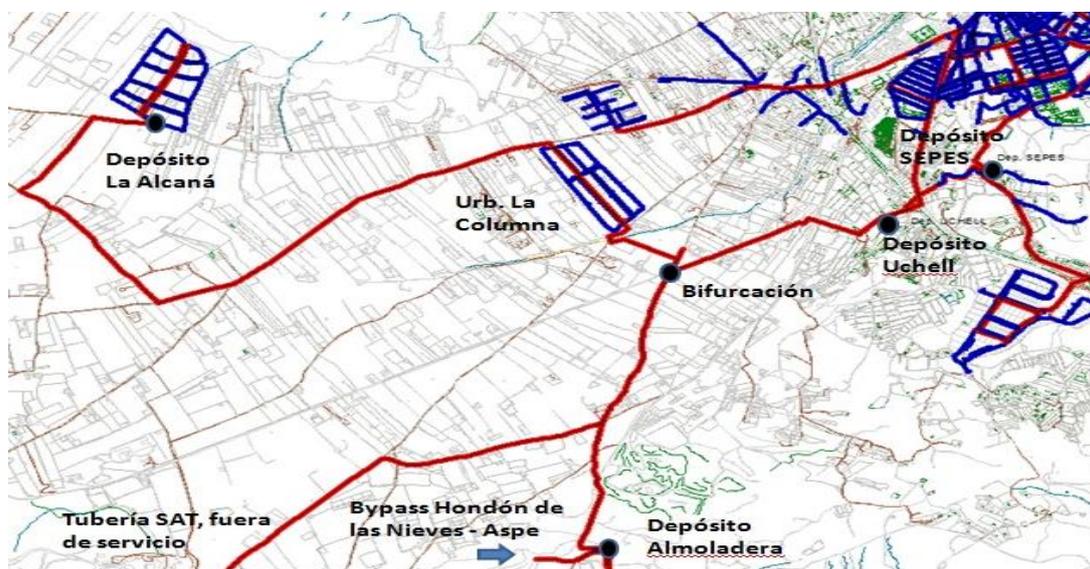


Figura 27. Imagen sistema de tuberías en Aspe

- El llenado del depósito de Uchell se hace a través de una derivación de fibrocemento de 300 mm de diámetro, a su entrada tiene instalado un contador general de agua y la correspondiente válvula automática con servomando hidráulico que cierra cuando el nivel del depósito alcanza su máximo nivel.
- Un depósito semienterrado de hormigón en masa (Uchell) de 2.500 m<sup>3</sup> de capacidad, desde el que se alimenta la red de distribución de la población de Aspe. El depósito de Uchell se ubica entre el depósito de La Almoladera y la ciudad, sobre un cerro junto a la carretera de Elche. Es un depósito de planta rectangular del tipo semienterrado y construido en hormigón en masa, con una capacidad de 2.500 m<sup>3</sup> en dos compartimentos de 1.250 m<sup>3</sup> cada uno. La cota de la solera es de 382 msnm y la del aliviadero de 385 msnm lo que representa una altura de lámina de agua de 3 m. El ramal de entrada al depósito es de 300 mm y dispone de un contador general de 300 mm, tipo woltmann y de una válvula de cierre automático con servomando hidráulico.



Figura 28. Foto depósito de Uchell.

- Un tramo de tubería de fundición nodular de 400 mm de diámetro, que conecta desde la bifurcación del depósito de Uchell hasta el depósito de Sepes.

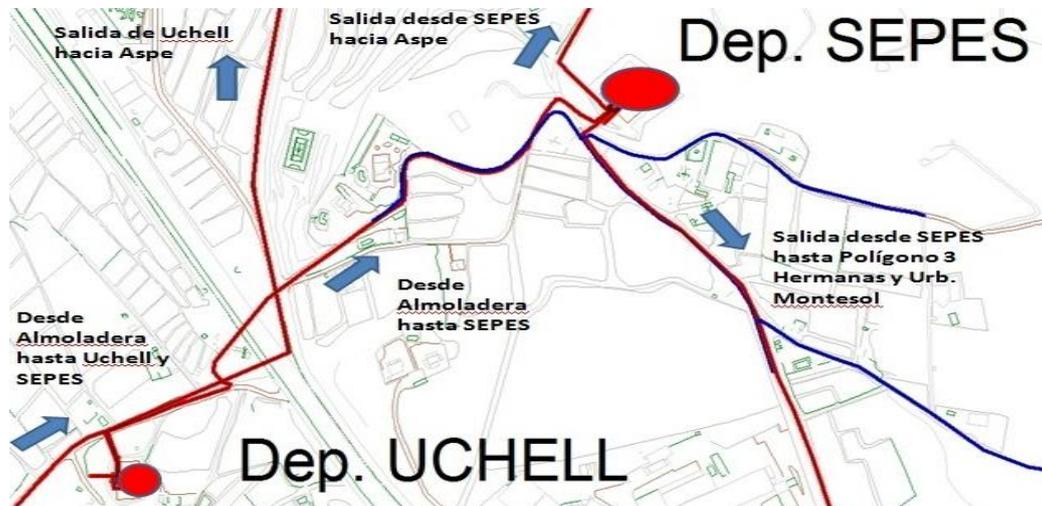


Figura 29. Alimentación a depósito de Uchell y Sepes.

- Un depósito semienterrado de hormigón (Sepes) de 4.500 m<sup>3</sup> de capacidad y cota de solera a 323 msnm desde el que se proporciona el suministro de agua al polígono industrial de Tres Hermanas y a la zona elevada del casco Urbano de Aspe. Hasta el año 1.996 este depósito únicamente alimentaba al Polígono Industrial. La zona del casco urbano situada a la cota mayor (Vistahermosa y Pasos) se alimentaban únicamente desde dos estaciones de bombeo con el consiguiente gasto energético. Para subsanar el problema se canalizó una tubería de diámetro 250 mm desde el depósito de Sepes hasta las citadas zonas, por lo que el bombeo dejó de funcionar. En la actualidad, esta conducción alimenta también al residencial La Nia, recientemente urbanizado, mejorando sustancialmente la presión en toda la zona alta del casco urbano (ubicada entre 270 y 295 m). Este depósito es de construcción nueva (año 2.006), sustituyendo al antiguo ya que no era capaz de almacenar el agua debido a su pequeña capacidad y a tener problemas de cimentación, ya que se asentaba sobre unas arcillas expansivas las cuales le ocasionaban grietas en las paredes del depósito. Por lo que el actual depósito de Uchell ha sido diseñado y dimensionado con unas dimensiones mayores a las necesarias, así que trabaja holgadamente.

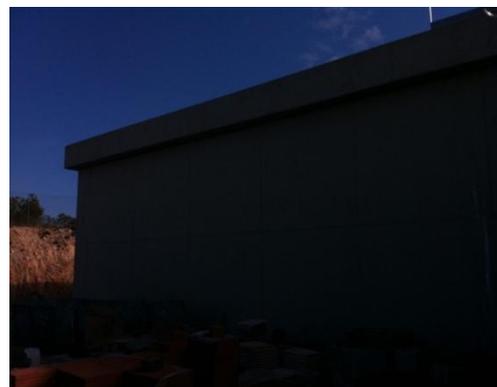


Figura 30. Foto depósito de Sepes.

Este depósito sí sigue en un futuro con el mismo patrón de demanda de agua por parte de los consumidores igual que al actual y el crecimiento de la población es similar al actual, podrá abastecer sin necesidad de ninguna ampliación o tomar ninguna medida auxiliar durante unos 15-20 años aproximados.



*Figura 31. Foto de las válvulas instaladas en el interior del depósito de Sepes*



Dicho depósito para garantizar una mayor calidad en el agua suministrada, dispone de un sistema de cloración continuado, realizando constantemente pruebas de pH y añadiendo o no cloro para su corrección. El dosificador de hipoclorito sódico suministra un caudal de 5l/h y es de la marca Astral.

*Figura 32. Foto dosificador de hipoclorito sódico instalado en el depósito de Sepes.*

- Tanto el sistema de cloración como el funcionamiento de las llaves, bombas, etc.. están controlados mediante un sistema de telecontrol.

*Figura 33. Foto sistema de telecontrol instalado en el depósito de Sepes.*



Además existe un bypass que podrá abastecer agua al depósito de Almoladera con agua proveniente desde Hondón de las Nieves, dicho bypass está construido desde la arqueta de rotura de carga con volumen de 170 m<sup>3</sup> hasta el depósito de Almoladera. La tubería de fundición tiene un diámetro de 250 mm y una longitud de 1.158m. También existe una tubería de 250 mm de diámetro perteneciente a una SAT que en caso de necesidad podría ser utilizada, pero actualmente está fuera de servicio.

Las características principales de las instalaciones de la Red de Alta se resumen en las siguientes tablas:

### Grupos motobombas

Nº.	FUNCION	Marca	Tipo	Q	Hm.	Pot.	Ten	Vel.
				m <sup>3</sup> /h	mca	Kw	volt	s. rpm
3	B .Urbanizaciónla Alcana	CAPRABI	Horiz.	18	45	15	400	

Tabla 9. Características grupos de bombeos

### Tuberías

TRAMO	Diámetro mm	Longitud m	P.N. atm	material
Almoladera - depósito de Uchell	400	2.200	50	fund.nod.
Uchell - SEPES	400	700	50	fund.nod.
Bypass arqueta-almoladera	250	1.158		Fund.nod.
Bifurcación Almoladera - entrada urbanización La Columna	350	580		Fund.
Entrada urbanización La Columna - depósito La Alcaná	350	5.030		Fund.

Tabla 10. Características de las tuberías principales

### Depósitos

UBICACION	capacidad m <sup>3</sup>	cota solera m.s.n.m.
Uchell	2.500	282
S.E.P.E.S.	4.500	323
Urbanización La Alcana	500	312

Tabla 11. Características de los depósitos

### Pozos

DENOMINACION	localización	situación	msnm	Caudal m <sup>3</sup> /h
Sondeo SAT	Aspe	Suministro alternativo		140

Tabla 12. Características del pozo existente

### Caudalímetros

UBICACION	Diámetro (mm)	tipo
Entrada depósito Uchell	250	woltmann
Salida del depósito S.E.P.E.S.	200	woltmann
Entrada urb. La Alcana	350	woltman

Entrada urb. La Columna - La Alcana	350	woltman
Entrada urb. La Columna	100	woltman
Entrada urb. San Isidro	100	woltman
Entrada urb. Santa Elena	100	woltman
Entrada polígono Tres Hermanas 1	200	woltman
Entrada polígono Tres Hermanas 2	200	woltman
Entrada urb. Montesol	100	woltman
Entrada sector Puente Baño	100	woltman
Entrada sector Viejo de Elche	200	woltman

*Tabla 13. Características de los caudalímetros instalados*

El sistema de abastecimiento de aguas desde el depósito de Amoladera hasta el abastecimiento domiciliario a los usuarios tiene una longitud total de 129,033Km de tuberías.

El material predominante instalado es fibrocemento ya que las instalaciones principales son de los años 50 - 60, y el material que se instalaba en aquellos tiempos era fibrocemento. En la actualidad dicho material no es tan predominante en la utilización en el abastecimiento de agua. Actualmente se instalan las tuberías de polietileno ya que son tuberías más flexibles y con mayor facilidad de instalación.

Debido a la distribución de tuberías instaladas en el sistema de Aspe se puede apreciar que para la red de distribución principalmente son tuberías de 80 - 100mm de diámetro. Para la red arterial utilizar diámetros mayores entorno a 200 mm y para la red en alta son las de mayor diámetro entre 300 y 400 mm.

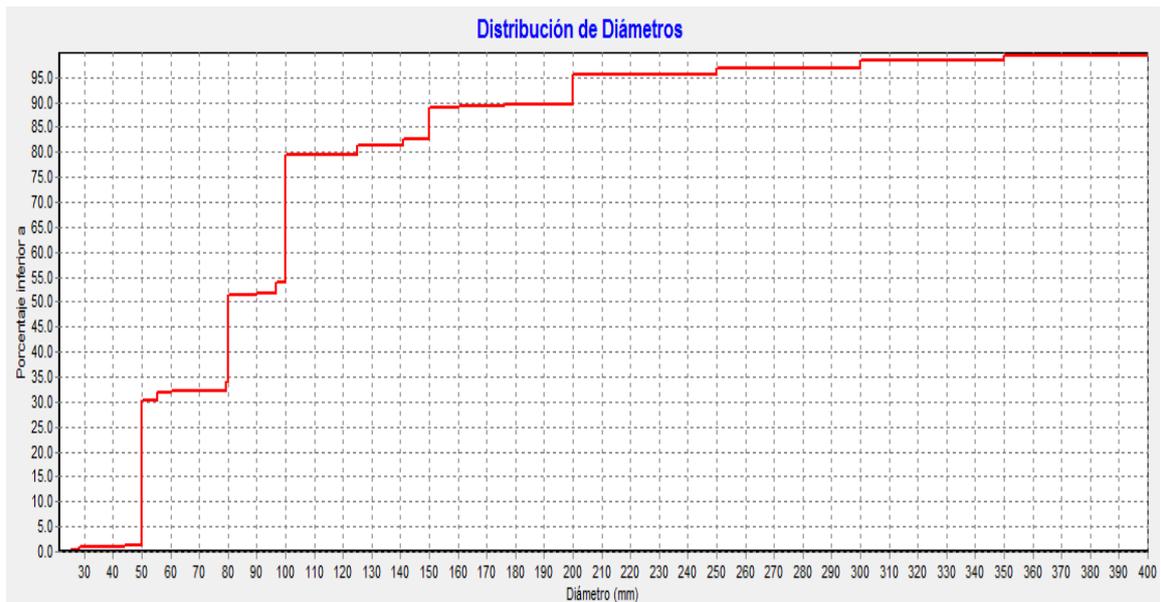


Figura 34. Distribución del porcentaje de los diferentes diámetros interiores utilizados

Por último podemos observar la relación de metros instalados según el diámetro de la tubería. Como podemos observar de los datos de la tabla, los diámetros más utilizados son los de 50, 80 y 100 mm. Estos diámetros son los que constituyen la mayor parte de la red de distribución de agua.

DIAMETRO	LONG. TOTAL				
PE 25	219	m	PE 110	5.577	m
FC 25	667	m	FC 100	26.074	m
PE 32	750	m	FC 125	3.354	m
FC 30	201	m	PE 160	2.600	m
PE 40	204	m	FC 150	9.450	m
PE 50	486	m	FC 160	585	m
FC 50	26.789	m	PE 200	557	m
PE 63	3.999	m	FC 200	9.106	m
FC 60	167	m	FC 250	1.706	m
PE 75	15	m	FC 300	3.415	m
PE 90	2.873	m	FC 350	5.591	m
FC 80	19.208	m	FC 400	4.583	m
FC 90	855	m	<b>TOTAL</b>	<b>129.033</b>	<b>m</b>

Tabla 14. Longitud de tuberías según diámetros.

## Longitud de tuberías

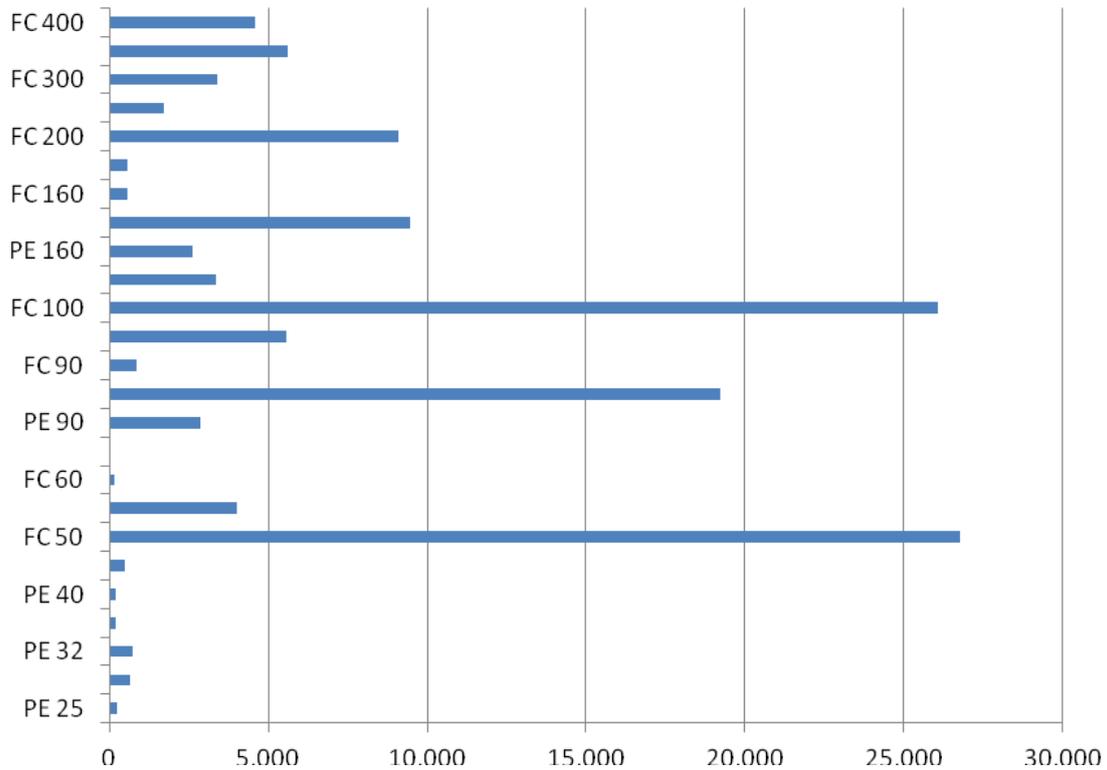


Figura 35. Longitud (m) de tuberías instalada respecto al diámetro utilizado.

A continuación vemos una distribución gráfica de las tuberías según su diámetro.

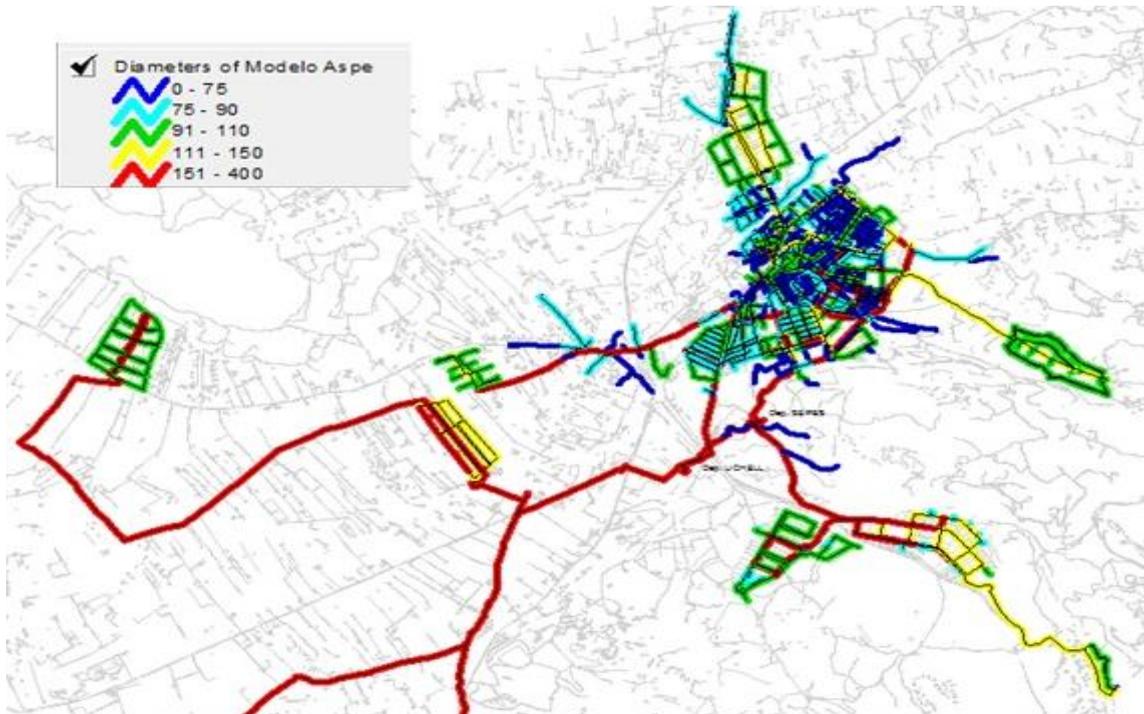


Figura 36. Distribución de diámetros para el abastecimiento de agua en Aspe.

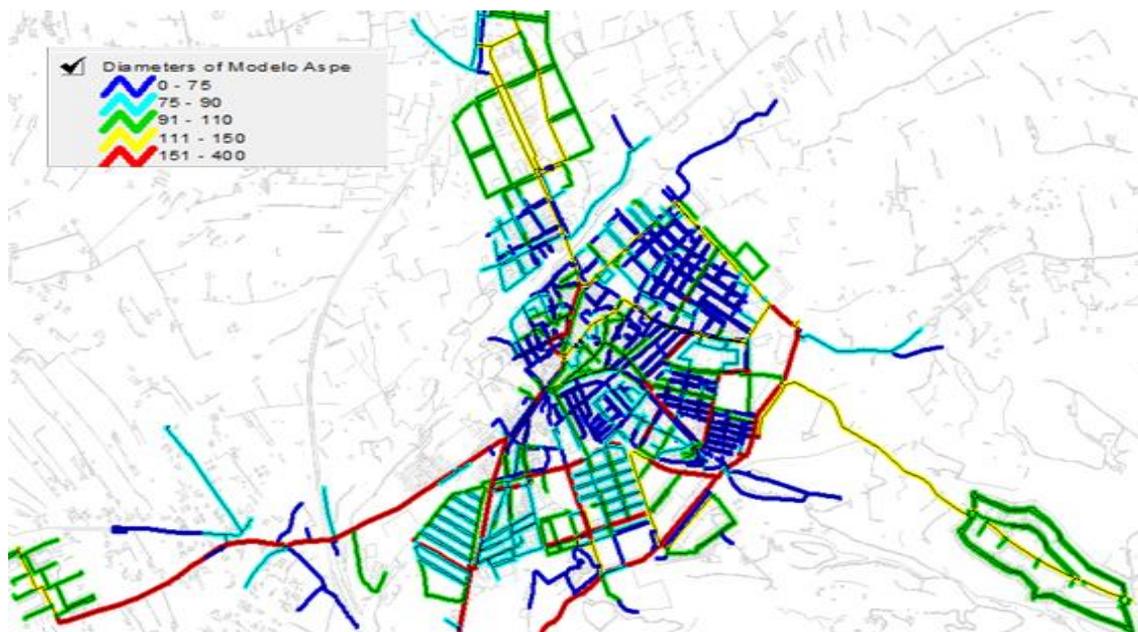


Figura 37. Distribución de diámetros según rango para el abastecimiento de agua en el casco urbano de Aspe.

### 3.3 Instalaciones para el suministro de Hondón de las Nieves

El abastecimiento de agua se produce desde dos fuentes de suministro (pozo la Solana y depósito Almoladera) y es regulado mediante varios depósitos. Puede consultarse el plano "esquema hidráulico de hondón" para tener mayor detalle de las características hidráulicas del sistema.

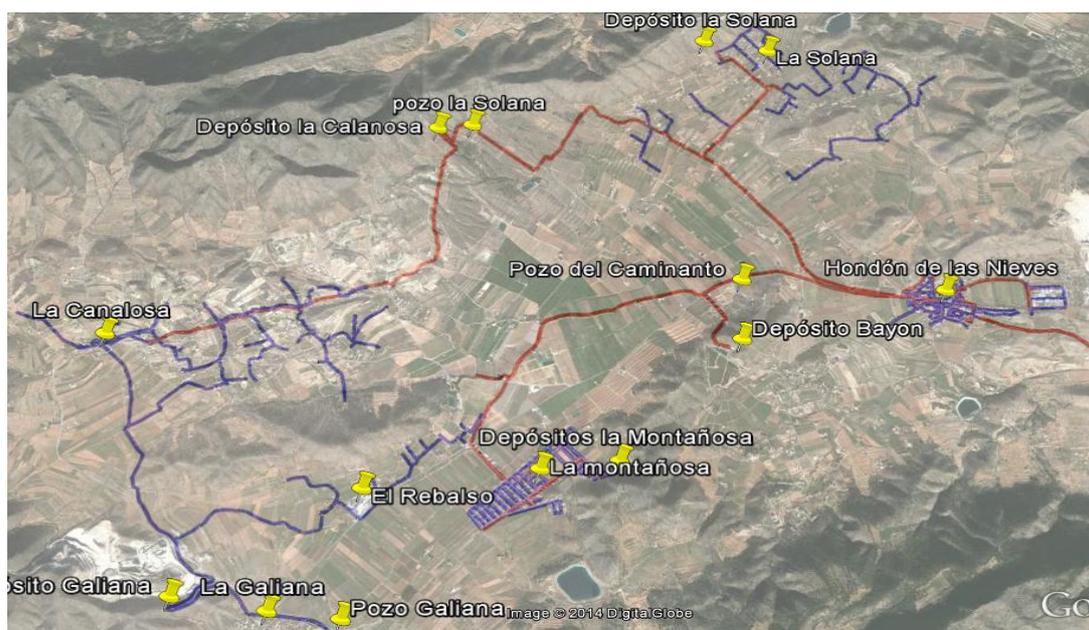


Figura 38. Instalaciones de suministro de agua en Hondón de las Nieves y pedanías.

Las siguientes figuras extraídas del programa informático Arcview se puede distinguir las distribución de tuberías según el tamaño del diámetro instalado.

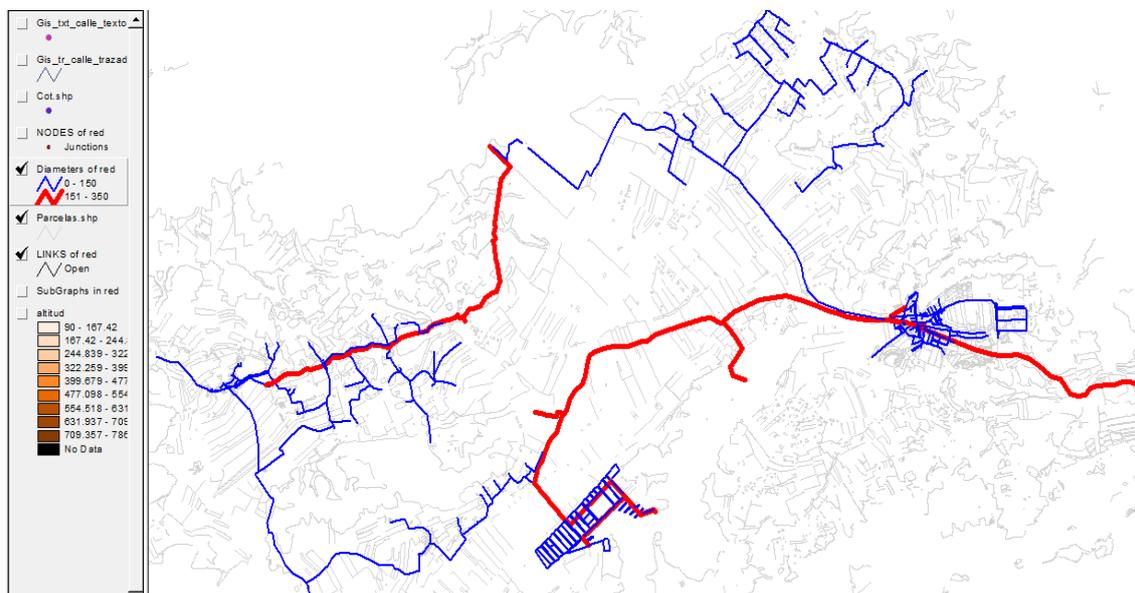


Figura 39. Distribución de tuberías en Hondón de las Nieves y pedanías.



Figura 40. Distribución de tuberías en Hondón de las Nieves.

Mediante dos rebombes instalados uno en el depósito de Almoladera y otro en el depósito aljibe y varios depósitos se proporciona el agua a la población de Hondón de las Nieves (cota de 362 m) desde el depósito de Almoladera (cota de 341 m), disponiendo de las siguientes instalaciones:

- Una tubería de fibrocemento de 150 mm de diámetro con una longitud de 50 m, que tomando desde la parte inferior del depósito de Almoladera, actúa de conducción hasta una sala de bombas.

- En la sala de bombas se albergan dos grupos motobomba, uno en funcionamiento y uno de reserva, con sus correspondientes instalaciones hidráulicas y eléctricas, encargadas de impulsar el agua hacia Hondón de las Nieves. El arranque y paro de las bombas se realiza mediante la instalación de una boya hidráulica en el aljibe que controla el llenado del aljibe, el bombeo se realiza por la noche desde las 22:00 h hasta las 10:20 h. La estación de bombeo, impulsa agua desde el depósito de Almoladera a la cámara de descarga, entre los cuales existe un desnivel geométrico de 39 m. El caudal y altura manométrica de las bombas es de 18 m<sup>3</sup>/h y 45 m absorbiendo en el eje una potencia de 3,75 CV. Por tanto, necesitarían una potencia eléctrica de 3 kw aproximadamente y en la actualidad es de 15 kw.
- Una tubería de fibrocemento de 150 mm de diámetro con una longitud de 1.100 m conduce el agua impulsada por las bombas anteriores hasta una cámara de descarga.
- La cámara de descarga de 170 m<sup>3</sup> de capacidad se sitúa a cota suficiente (380 m) para regular la presión de alimentación por gravedad a un depósito situado en el casco urbano de Hondón de las Nieves, conocido como Aljibe.
- Una tubería de fibrocemento de 200 mm de diámetro y longitud de 4.300 m que comunica la cámara de descarga citada anteriormente, con el depósito enterrado (conocido como el aljibe) que se ubica en el interior de la población con una capacidad de 700 m<sup>3</sup>.



Figura 41. Foto aljibe en Hondón de las Nieves.

- Una elevación, constituida por dos grupos motobomba horizontales que aspirando el agua del depósito en el interior de la población la impulsan hasta uno de los depósitos generales del abastecimiento de Hondón de las Nieves. Dicho depósito general se ubicada a cota 390 msnm, existiendo un desnivel de 20 m. El caudal y altura manométrica de las bombas es de 18 m<sup>3</sup>/h y 30 m. También disponen de 15 kw de potencia necesitando en realidad una potencia menor. El arranque y paro de las bombas está programado según el nivel de los depósitos, dicho llenado se realiza desde las 23:00 hasta las 04:00h.

- Una tubería de fibrocemento de 125 mm de diámetro y longitud de 300 m conecta la sala de bombas hasta el depósito general.
- El depósito general está constituido por dos depósitos semienterrados de hormigón en masa de 200 y 300 m<sup>3</sup> respectivamente (Calereta y 2 de Mayo) como depósitos generales de almacenamiento y regulación del suministro a la red de distribución. Entre ellos están conectados mediante una tubería de 150 mm de diámetro con una longitud de 100 m, permaneciendo los dos depósitos a la misma cota de solera (390 m), por lo que el nivel del agua en los dos depósitos es constantemente el mismo. Los depósitos se encuentran en la zona alta del casco urbano por lo que el suministro del agua a Hondón de las Nieves es por gravedad.



Figura 42. Situación de los depósitos, aljibe y estación de bombeo en Hondón.



Figura 43. Foto depósito 2 de Mayo.



Figura 44. Foto depósito Calereta.

A continuación podemos observar el esquema hidráulico en la población de Hondón.



Figura 45. Esquema hidráulico en Hondón de las Nieves .

- Se dispone además como solución alternativa el suministro de un pozo La Solana que pertenece a una S.A.T. que vierte directamente al depósito situado en Hondón de las Nieves, conocido como el aljibe desde el que se eleva a los depósitos generales. Gracias a la instalación de un bypass en la tubería entre el pozo de La Solana y los depósitos generales. Dicha tubería de fundición es de 150 mm de diámetro con una longitud de 2.780m desde el pozo hasta el bypass y de 2.850 m desde el bypass hasta los depósitos generales.

### 3.3.1 Suministro a las pedanías de Hondón de las Nieves

Existen tres pedanías dependientes de Hondón de las Nieves, La Canalosa, El Rebalso y La Solana con muy poca población propia, que disponen de una significativa población en viviendas unifamiliares diseminadas en su entorno y que disponen de un suministro conjunto, autónomo e independiente del de Hondón, y de actual construcción existe una urbanización alejada del núcleo urbano de Hondón de las Nieves y es llamada urbanización La Montañosa.

Además existe un bypass que podrá abastecer agua al depósito de Almoladera con agua proveniente desde Hondón de las Nieves, dicho Bypass está construido desde la arqueta de rotura de carga con volumen de 170 m<sup>3</sup> hasta el depósito de Almoladera. La tubería de fundición tiene un diámetro de 250 mm y una longitud de 1.158m.

En caso de fallo o falta de agua en Hondón y gracias al agua sobrante de los pozos Canalosa y Del Caminanto, podremos abastecer suministro de agua a Hondón mediante una tubería de fundición con un diámetro de 250 mm y una longitud de 4.225m que conecta los pozos de Canalosa y Del Caminanto con el aljibe situado en el

núcleo urbano de Hondón de las Nieves. Las características principales de las instalaciones de la Red de Alta se resumen en los cuadros siguientes:

### Grupos motobombas

Nº	FUNCION	Marca	Tipo	Q	Hm.	Pot.	Tens.	Vel.
				m <sup>3</sup> /h	mca	Kw	volt	rpm
2	B2. Impuls. Hondón	EMICA	horiz.	18	45	15	380	1.750
2	B3. Rebomb. Hondón		horiz.	18	30	15	380	1.750

Tabla 15. Características de los bombeos

### Tuberías

TRAMO	Diámetro	Longitud	P.N.	Material
	mm	m	atm	
Impulsión Almoladera-Cámara descarga	150	1100	7,5	fibrocem.
Cámara descarga- Hondón	200	4300	5	fibrocem.
Rebombeo a depósitos gener. Hondón	125	500	5	fibrocem.
Pozo La Solana - depósito general	150	5630		fund.nod.
Bypass arqueta-almoladera	250	1158		fund.nod.
Dep. La Canalosa - pedanía Canalosa	200	4205		polietileno
Dep. La Canalosa - pozo La Solana	160	356		polietileno
Pozo La Solana - dep. La Solana	150	4554		
Pozo Canalosa - urb. La Montañosa	250	2418		fundición
Pozo Canalosa - intersección pozo Caminanto	250	2060		fundición
Pozo Galiana - dep. Galiana	125	1148		fibrocem.
Dep. Galiana - pedanía Canalosa	100	2978		fibrocem.

Tabla 16. Características de las tuberías principales

### Depósitos

UBICACION	capacidad	cota aliviad.
	m <sup>3</sup>	m.s.n.m.
Cámara de descarga impulsión a Hondón	170	380
Depósito enterrado en Hondón (alimentación rebombeo)	500	370
Dep. General nº. 1 de Hondón (Calereta)	200	390
Dep. General nº. 2 de Hondón (Dos de Mayo)	300	390
Dep. La Montañosa (Mi casa family)	1000	474

<b>Dep. La Canalosa</b>	600	559
<b>Dep. La Solana</b>	300	463
<b>Dep. Bayón</b>	Sin utilidad	451
<b>Dep. La Galiana</b>	500	516

Tabla 17. Características de los depósitos

### Pozos

DENOMINACION	localización	situación	msnm
<b>Galiana</b>	Hondón	Suministro intermitente	420
<b>La Solana</b>	Hondón	Activo por horas. Propiedad por regantes	510
<b>La Canalosa</b>	Hondón	Propiedad regantes. Actualmente no funciona.	460
<b>Del Caminante</b>	Hondón	Alternativo al de Canalosa. Solo situación fallo	398

Tabla 18. Características de los pozos existentes

### Caudalímetros

UBICACION	diámetro	tipo
<b>Toma del canal del Taibilla (aspiración bombas)</b>	500	wolmann
<b>Aspiración bombas impulsión a Hondón</b>	150	wolmann

Tabla 19. Características de los caudalímetros instalados

Nuestro sistema de abastecimiento de aguas desde el depósito de Almoladera hasta el abastecimiento domiciliario a los usuarios tiene una longitud total de 65,23 Km de tuberías.

Como podemos observar en el siguiente gráfico (relación entre los materiales empleados y los metros instalados). El material predominante instalado es el polietileno, con un diámetro de 63mm.

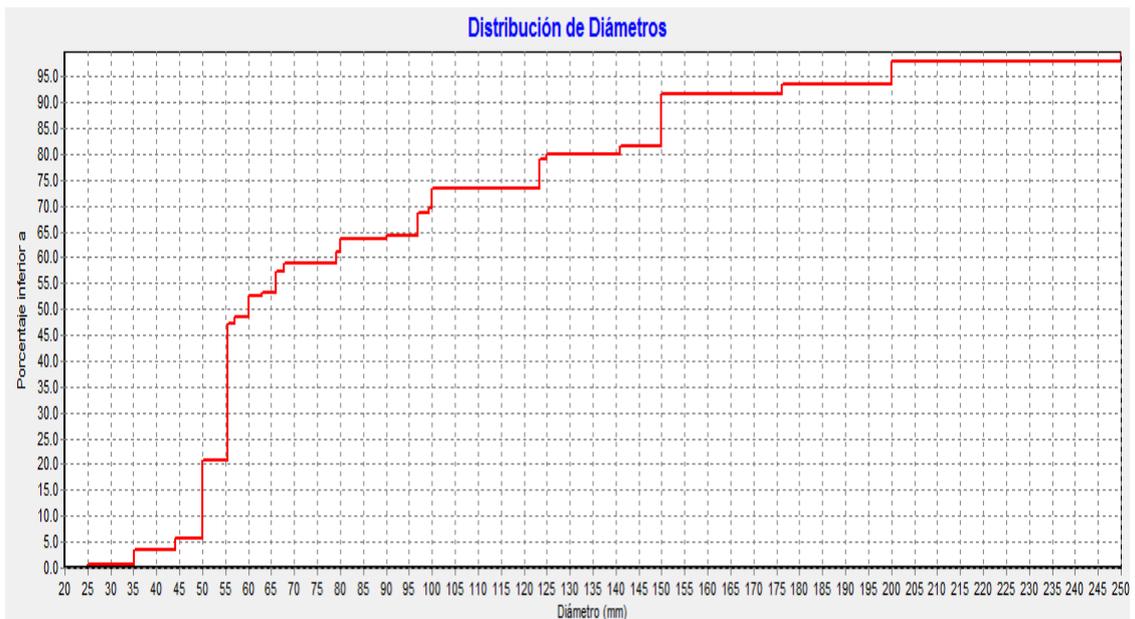


Figura 46. Distribución de las tuberías en Hondón de las Nieves respecto al diámetro interior utilizado.

### LONGITUD DE TUBERIAS SEGUN DIAMETRO

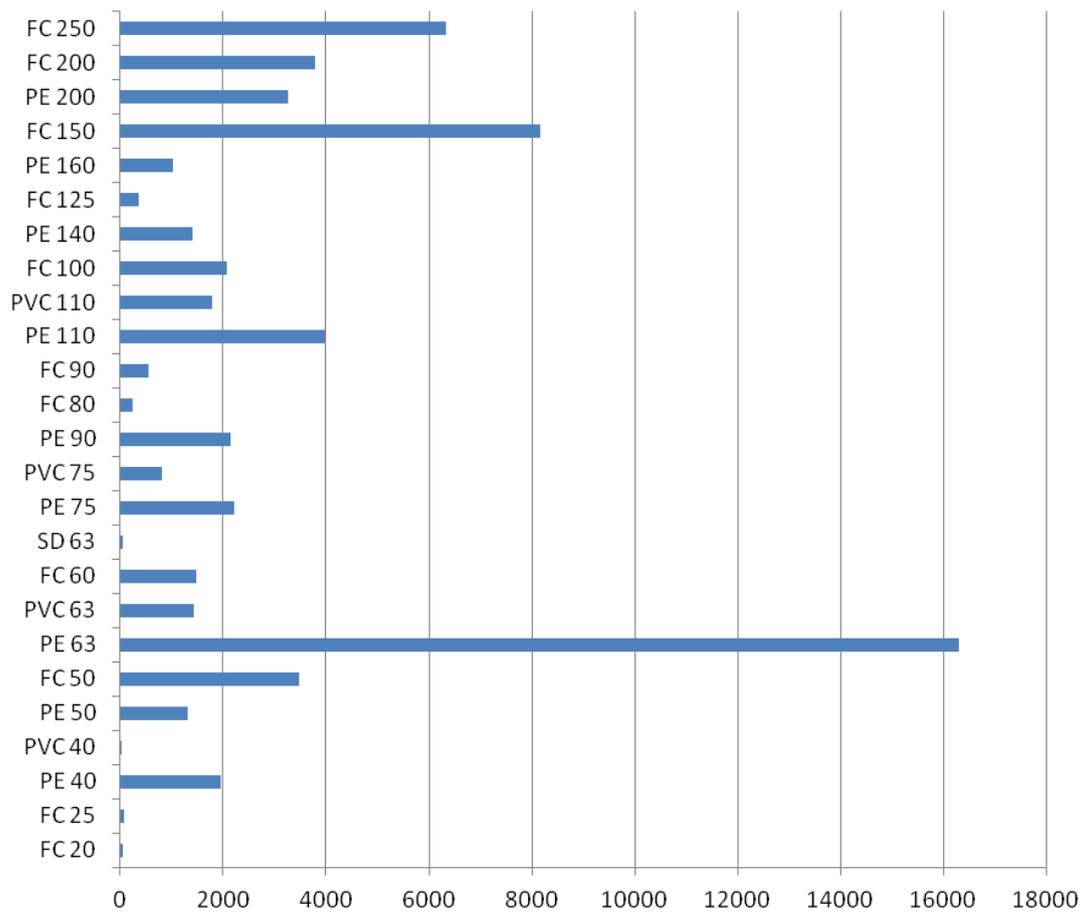


Figura 47. Gráfico según el longitud de tubería instalada en base a material y diámetro.

DIAMETRO	LONG. TOTAL	m			m
FC 20	52,31	m	FC 80	244,03	m
FC 25	62,4	m	FC 90	559,84	m
PE 40	1.948,76	m	PE 110	3.974,09	m
PVC 40	36	m	PVC 110	1.795,75	m
PE 50	1.313,37	m	FC 100	2.060,79	m
FC 50	3.469,8	m	PE 140	1.394,91	m
PE 63	16.304,15	m	FC 125	347	m
PVC 63	1.425,08	m	PE 160	1.026,81	m
FC 60	1.483,13	m	FC 150	8.155,45	m
SD 63	43,61	m	PE 200	3.263	m
PE 75	2.207,8	m	FC 200	3.779,6	m
PVC 75	811,10	m	FC 250	6.324,48	m
PE 90	2.142,38	m	<b>TOTAL</b>	<b>65.233,15</b>	<b>m</b>

Tabla 20. Longitud de tuberías según diámetros.

### 3.4 Red de Baja de Aspe

En el abastecimiento de Aspe encontramos dos zonas no conectadas, claramente diferenciadas, servida cada una desde un depósito diferente:

- Abastecimiento desde depósito de Uchell, que distribuye agua a la mayoría del casco urbano de Aspe a través de una tubería de diámetro 300 mm.
- Abastecimiento desde depósito de Sepes, que distribuye agua a la parte alta de Aspe a través de una tubería de diámetro 250 mm, al Polígono Industrial Tres Hermanas a través de una canalización de 300 mm de diámetro, urb. Santa Elena con tubería de 160 mm de polietileno y a la urb. Montesol con tubería de fundición de 150 mm. El polígono industrial Tres Hermanas se halla ubicado en la parte opuesta de la ciudad con respecto al depósito Sepes, que sirve de reserva y regulación para su red.

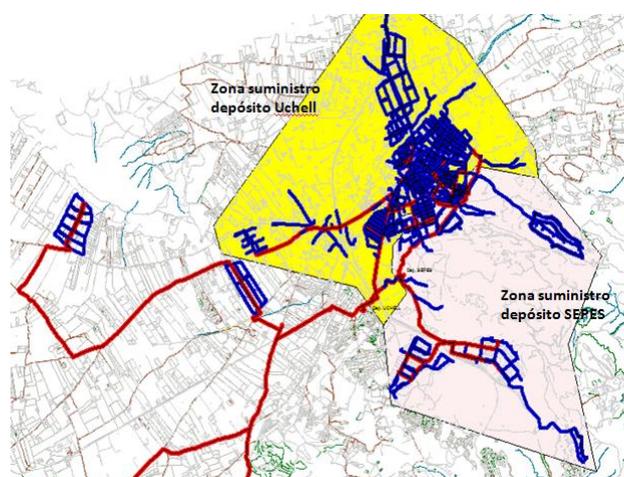


Figura 48. Imagen de las zonas de abastecimiento de cada depósito. Depósito de Uchell (zona amarilla) y depósito Sepes (zona beige).

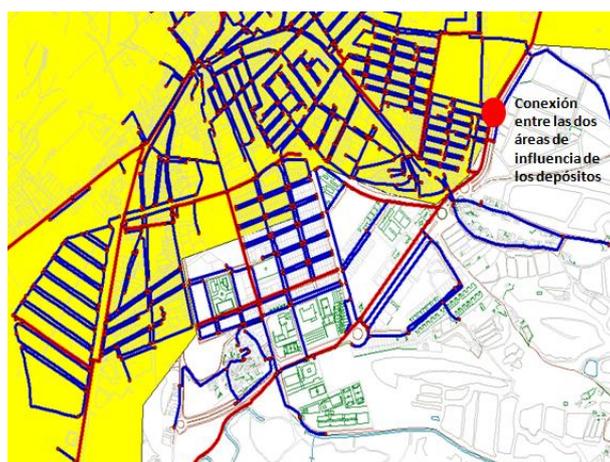


Figura 49. Imagen de las zonas de abastecimiento de cada depósito. Depósito de Uchell (zona amarilla) y depósito Sepes (zona beige).

Ambos depósitos se abastecen desde el depósito de la Almoladera, en caso de emergencia serían suministrados desde el bypass de Hondón de las Nieves o en el

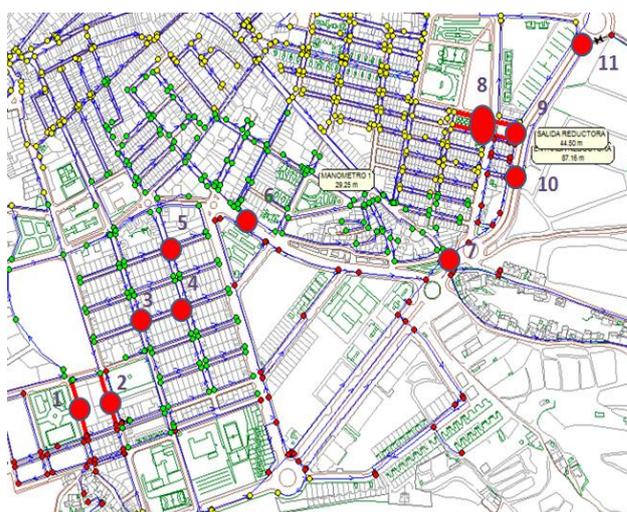


Figura 50. Localización de las tuberías cerradas.

caso extremo por el pozo SAT Aspe, destinado a complementar el suministro, tal como se ha comentado en el apartado anterior.

En la figura 49 se muestra la relación de las tuberías y válvulas que están cerradas para delimitar la zona de abastecimiento de cada depósito.

Número plano	Identificativo en Epanet	Diámetro	Tipo
1	1417	100	Tubería
2	1442	200	Tubería
3	1267	100	Tubería
	1292	100	Tubería
4	1283	80	Tubería
5	1278	100	Tubería
6	1906	100	Tubería
7	1497	50	Tubería
8	544	100	Tubería
9	VRP	200, consigna de 44.2	Válvula

10	566	160PE, válvula retención	Válvula
11	1538	160PE, válvula retención	Válvula

Tabla 21. Relación de tuberías y válvulas delimitadoras de zona.

La tubería que sale desde el depósito de Uchell y abastece a Aspe es de fibrocemento con una longitud de 1.475 m y un diámetro de 300 mm. Discurre por la Avda. de Elche hasta llegar a la confluencia con la Avda. Tres de Agosto.

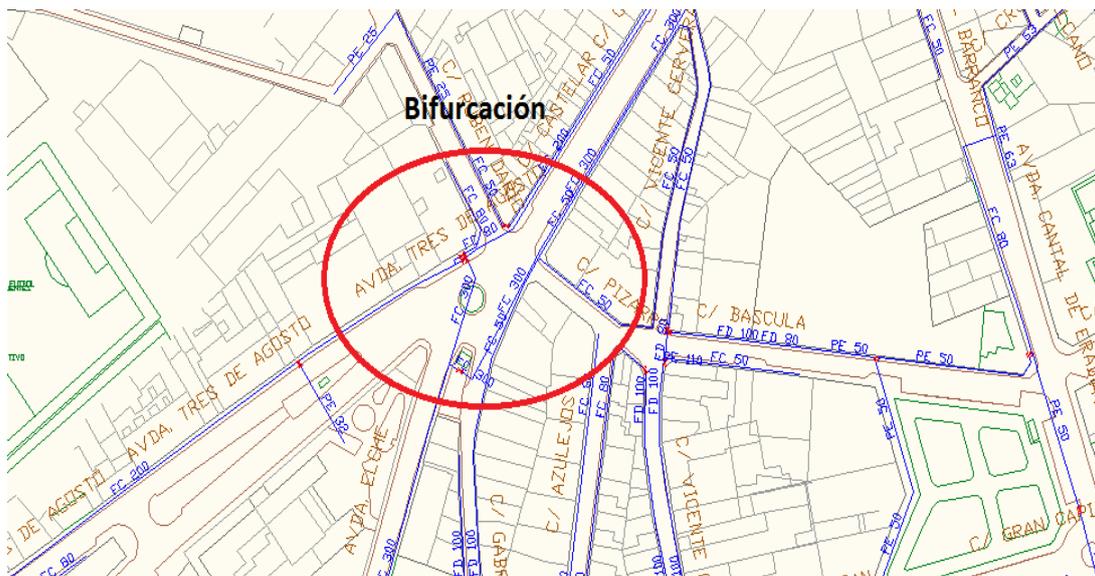


Figura 51. Bifurcación tubería que proviene de Avda Tres de Agosto y Avda de Elche.

En ese punto de confluencia entre la Avda. Tres de Agosto y la Avda. de Elche, a partir de este punto donde existe una derivación de 300 mm que inicia la red de distribución primaria o arterial. En concreto, la red de distribución primaria está configurada por tuberías de 300, 250, 200 y 150 mm formando una red mixta, con dos anillos.

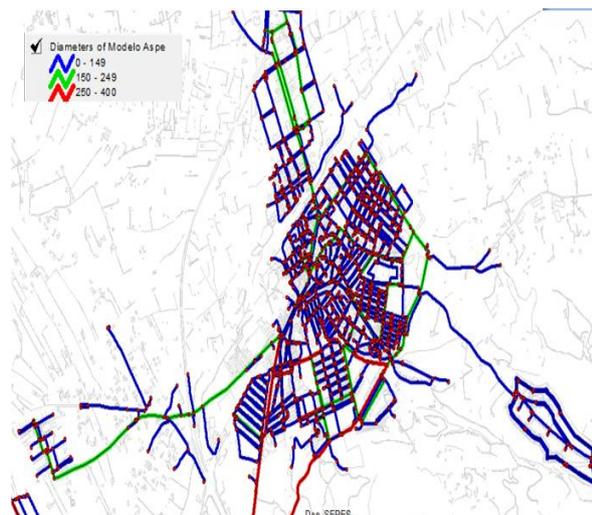


Figura 52. Red en alta, arterial y de distribución para el abastecimiento de agua en Aspe.

El primer anillo está formado por, un tramo de tubería de 200 mm. de diámetro, por la calle Badajoz, entre Colón y Jaime I el Conquistador. Continúa otro tramo, también de 200 mm, por la calle León Felipe; por la calle Santa Faz discurre una tubería de diámetro 150 mm. El anillo se cierra con dos tuberías de diámetro 200 mm por las calles Sol y Colón.



Figura 53. Imagen del primer anillo formado por una conducción de 200mm.

El segundo anillo es completamente de 150 mm de diámetro con el itinerario que comprende: calle Francisco Candela, calle Sacramento, Parque Dr. Calatayud, calle de la Santa Faz, calle León Felipe, calle Padre Ismael, calle Galipienso, Avda. de la Constitución y Av. San José.



Figura 54. Imagen del segundo anillo formado por una conducción de 150mm.

La red secundaria o de distribución está constituida por tuberías de 100, 80, 60, 50 y 32 mm de diámetro, considerándose ramificada, si bien existen algunas zonas donde es mallada y otras donde se han configurado algunos anillos sin pretensión de un verdadero mallado.

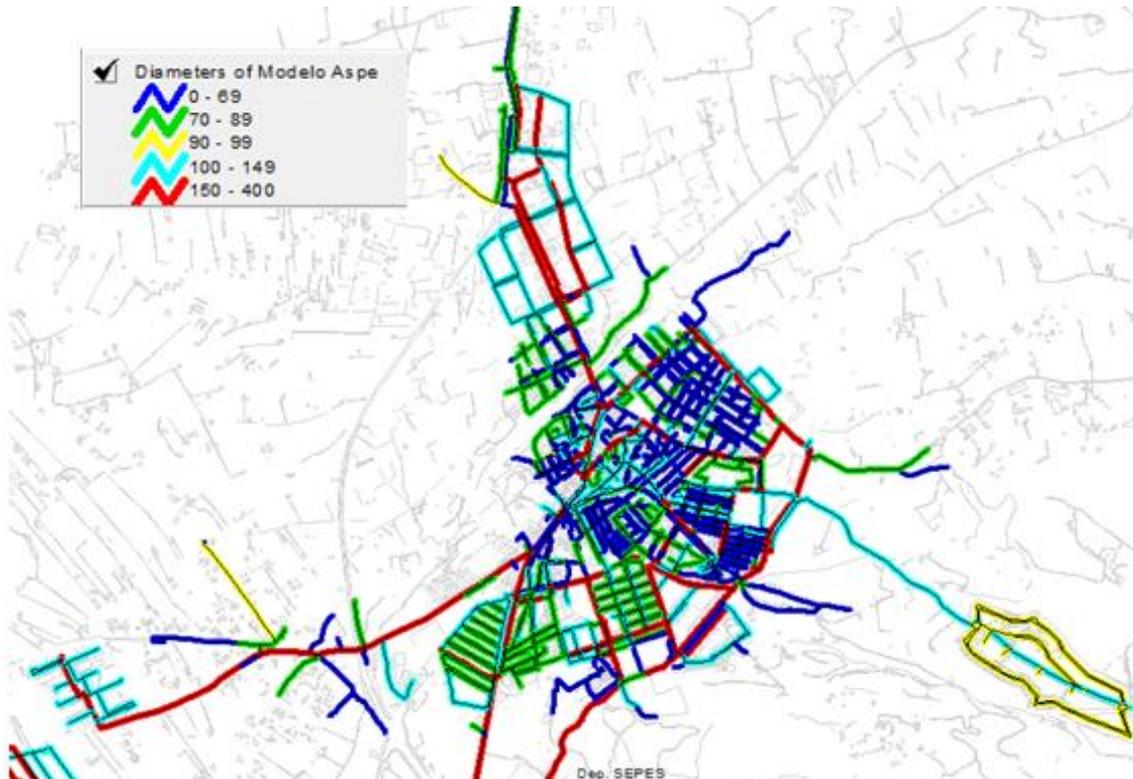


Figura 55. Imágen de la red de distribución según diámetros para el abastecimiento de Aspe.

Además del núcleo urbano de Aspe, se debe abastecer agua a cinco urbanizaciones que están alejadas del núcleo urbano de Aspe. Dichas urbanizaciones son La Alcana, San Isidro, Santa Elena, La Columna y Montesol, y al polígono Tres Hermanas.

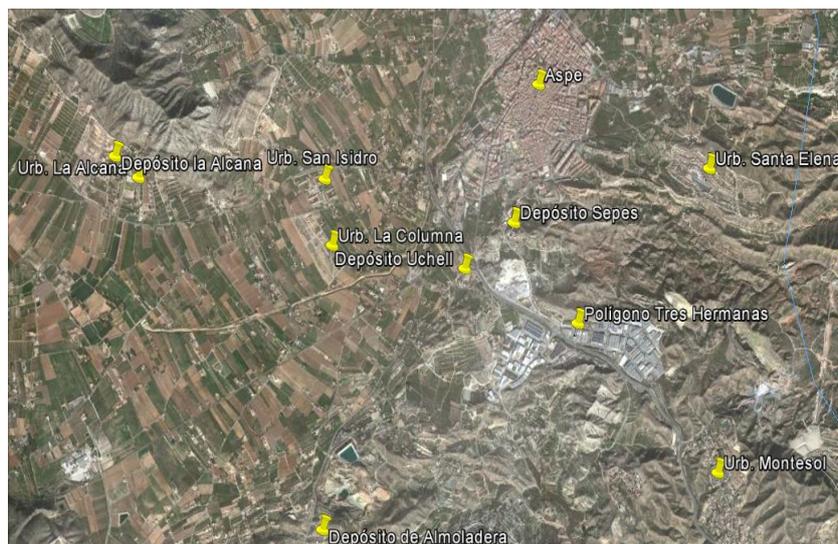


Figura 56. Imagen de la localización de Aspe, urbanizaciones y depósitos.

En el anexo (descripción pedanías) se podrá ver una descripción detallada de los abastecimientos a las pedanías..

### 3.5 Red en baja Hondón de las Nieves

La red de Hondón se abastece desde dos depósitos (2 de Mayo y Calereta) de capacidad 300 m<sup>3</sup> y 200 m<sup>3</sup>, los cuales se encuentran comunicados entre sí por medio de una tubería de diámetro 150 mm, desde la que sale una tercera tubería de alimentación a la red, también de 80 mm, pero que conecta con la salida desde el depósito de 2 de Mayo.

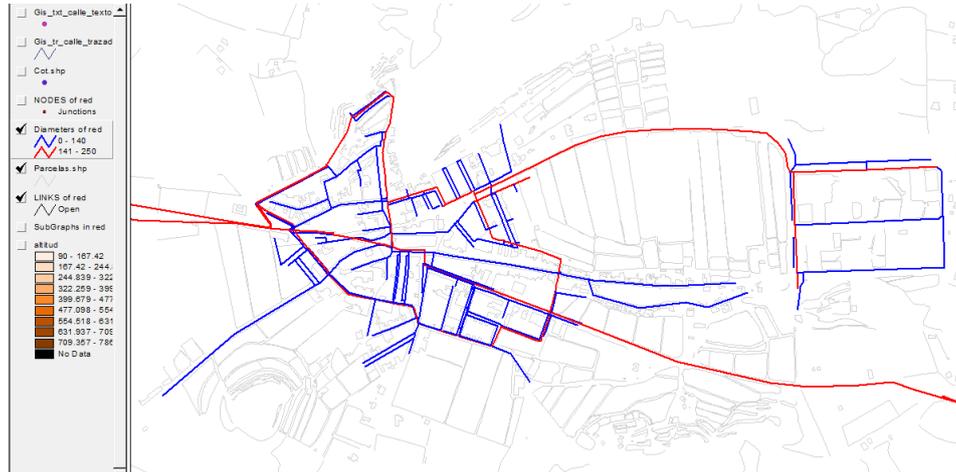


Figura 57. Imagen de las tuberías en Hondón de las Nieves.

La red arterial está configurada por un anillo principal de tubería de fundición de 150 mm de diámetro, en el cual se mantiene constante el diámetro.

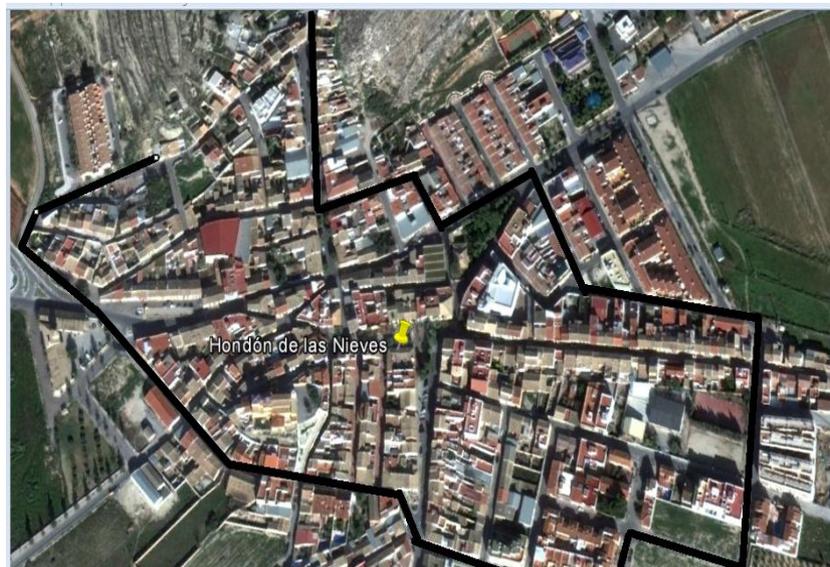


Figura 58. Imagen del anillo formado por diámetro de 150mm.

A la vez, este anillo principal se divide en 5 mallas interiores aunque a través de tuberías de fibrocemento y polietileno con diferentes diámetros. Cada malla abastece al conjunto de abonados que quedan en su interior.

El abastecimiento a las diferentes pedanías se hace de forma conjunta entre ellos e independiente a Hondón de las Nieves.

En el anexo descripción pedanías se podrá ver una descripción detallada de los abastecimientos a las pedanías.

## 4 AUDITORÍA HÍDRICA DEL ABASTECIMIENTO

Realizar el balance hídrico de un abastecimiento supone un primer paso para efectuar un diagnóstico del mismo. Esto supone conocer las entradas de agua al sistema, así como su destino definitivo.

Los aportes de agua a la red deben ser determinados a partir de los contadores instalados en los puntos de producción o de inyección a la red, mientras que los volúmenes consumidos son determinados a partir de la lectura de los contadores de los abonados y resto de usuarios.

Tal como muestra la tabla 22, el abastecimiento de aguas a Aspe tiene instalado 14 contadores en diferentes puntos (Figura 58), desde la salida del depósito de Almoladera hasta la entrada de diferentes urbanizaciones.

<b>Lista de contadores instalados</b>
Salida de Almoladera
Entrada depósito Uchell
Salida depósito Uchell
Entrada depósito Sepes
Salida depósito Sepes
Polígono Tres Hermanas
Ampliación polígono Tres Hermanas
Urb. Montesol
Urb. San Isidro
General La Columna - La Alcaná
Puente El Baño
Urb. La Columna
Entrada depósito La Alcaná
Salida depósito La Alcaná

Tabla 22. Listado de contadores instalados en Aspe.

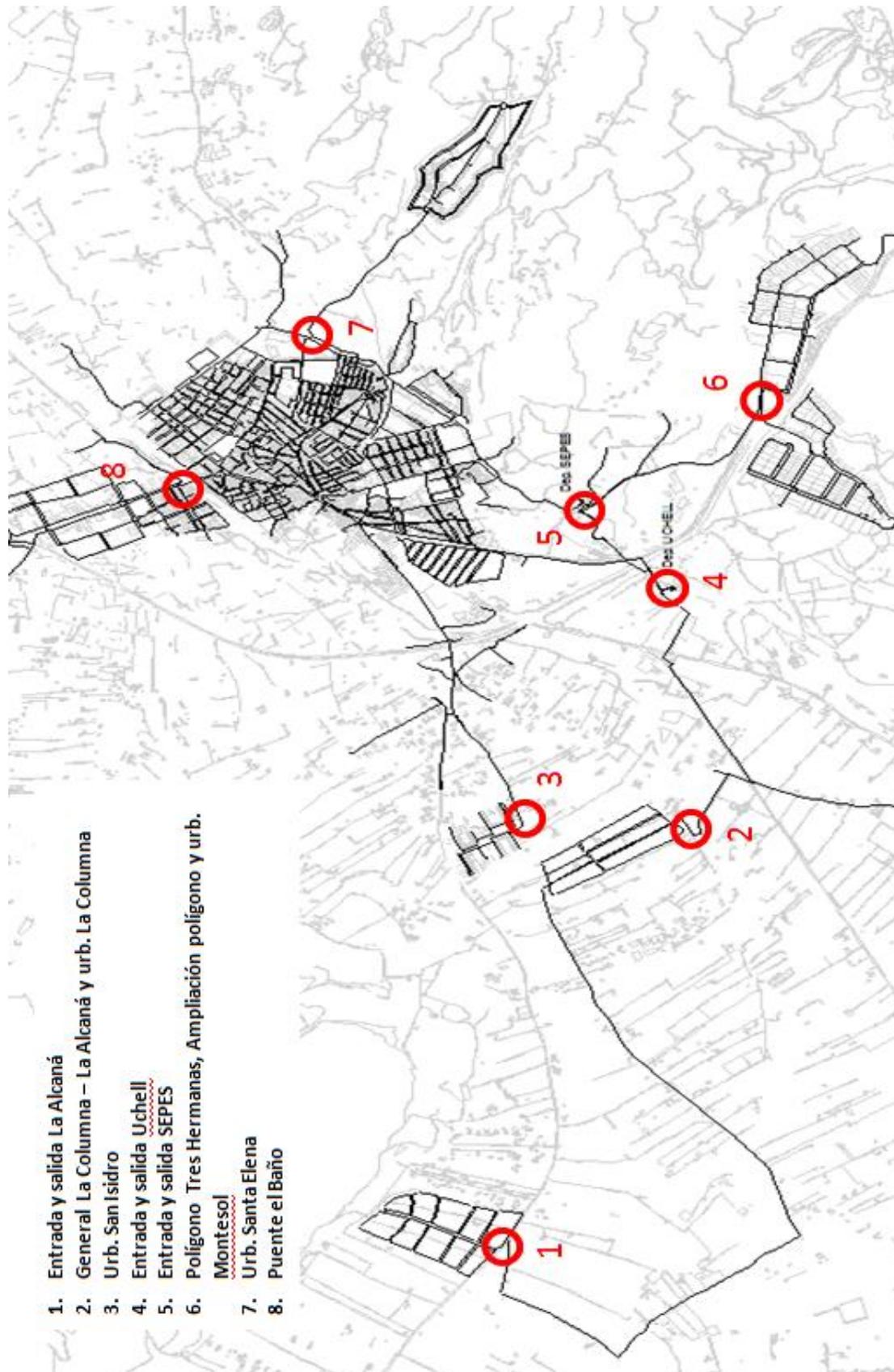


Figura 59. Plano situación de los contadores instalados en el abastecimiento de Aspe.

Para el caso del abastecimiento de aguas a Hondón de las Nieves tiene instalado 9 contadores, como podemos observar en la tabla 23.

Lista de contadores instalados
Salida de Almoladera
Depósito Calereta
Pozo Solana
Depósito Canalosa
Pozo Galiana
Salida Dep. Casa Family
Entrada Dep. Casa Family
Rebalso
Depósito Solana

Tabla 23. Lista de contadores instalados en Hondón de las Nieves

En la (figura 60) se puede apreciar donde están instalado los diferentes contadores.



Figura 60. Plano situación de los contadores instalados en el abastecimiento de Hondón.

En los siguientes apartados, se presentan las estadísticas de producción y consumos de agua en el abastecimiento del municipio de Aspe y Hondón de las Nieves.

#### 4.1 Volumen de agua registrado.

El volumen de agua registrado, se obtiene a partir de la información proporcionada por la facturación de los usuarios. No obstante, hay que tener presente que el volumen de agua facturada puede diferir del volumen de agua consumida debido por ejemplo, a los siguientes factores:

- Usuarios públicos o privados que carecen de contador
- Errores de medición de los contadores
- Tomas ilegales

La siguiente tabla presenta un resumen del volumen de agua consumido en Aspe durante los últimos 5 años.

	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Volumen registrado (m<sup>3</sup>)</b>	918.111	897.428	893.340	870.502	832.101

Tabla 24. Volumen del agua registrada en Aspe.

La siguiente tabla presenta un resumen del volumen de agua consumido en Hondón de las Nieves durante los últimos 3 años.

	2011	2012	2013
<b>Volumen registrado (m<sup>3</sup>)</b>	127.245	126.628	123.665

Tabla 25. Volumen del agua registrada en Hondón de las Nieves).

El 2013 será el año utilizado como referencia para el cálculo del rendimiento, al incluir los consumos de un año completo.

	Aspe	Hondón
<b>Volumen registrado (m<sup>3</sup>)</b>	832.101	123.665

Tabla 26. Volumen del agua registrada en 2013.

A continuación observamos la evolución del agua consumida en las diferentes localidades.

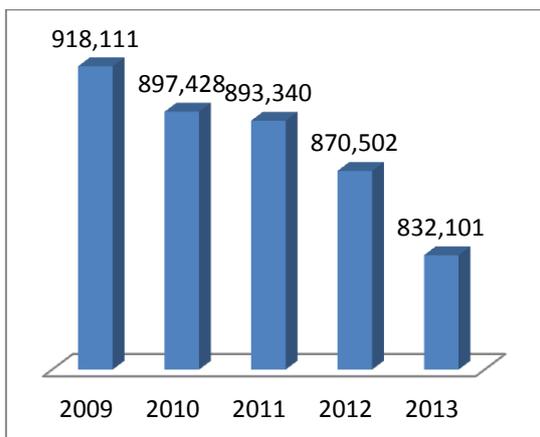


Figura 61. m³ registrado en el abastecimiento de Aspe.

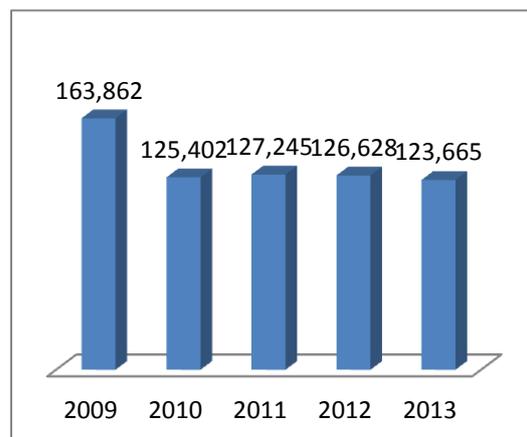


Figura 62. m³ registrado en el abastecimiento de Hondón de las Nieves

#### 4.2 Volumen de agua producido.

El volumen de agua inyectada a la red, se obtiene a partir de la lectura de los contadores instalados en la misma. La comparación de este valor con el volumen de agua facturado o registrado, nos dará una idea del rendimiento de la red.

El agua inyectada a la red de Aspe procede del Canal de Taibilla, donde se realiza una inyección de agua hasta el depósito de Almoladera. Una parte es suministrada a Aspe y otra a Hondón de las Nieves.

La siguiente tabla muestra el volumen de agua inyectada desde la citada fuente durante el año 2013:

Año 2013		
Fuente	Volumen (m³)	
	Aspe	Hondón de las Nieves)
Taibilla	1.066.026	80.464
Pozo Solana		95.450
Pozo Canalosa		0
Pozo Galiana		1.025

Tabla 27. Volumen inyectado desde los diferentes puntos de suministro a las dos poblaciones.

Siendo el 100% del caudal inyectado a Aspe desde el depósito de Almoladera y para el caso de Hondón de las Nieves el 45,47% del caudal suministrado el suministrado desde el depósito de Almoladera y el 54,53% de los propios pozos.

Debido a la mejora en los sistemas de abastecimiento y a la crisis económica que actualmente estamos sufriendo, podemos observar un ligero descenso en el caudal inyectado en los sistemas.

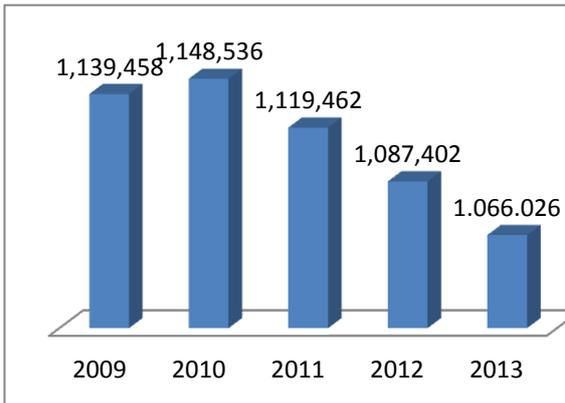


Figura 63. m³ inyectados en el abastecimiento de Aspe.

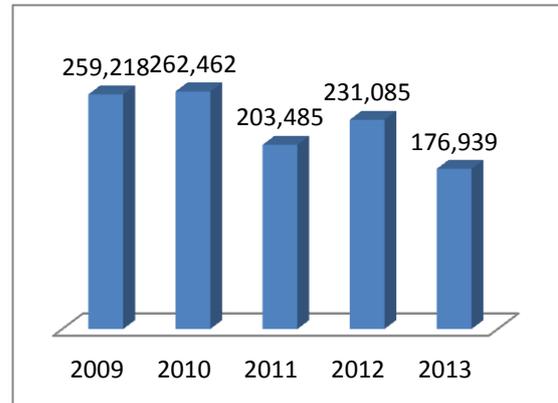


Figura 64. m³ inyectados en el abastecimiento de Hondón de las Nieves.

A continuación se puede observar la relación entre los m³ inyectados en la red y los registrados por los contadores instalados a los usuarios. Dicha relación debe ser lo más aproximada posible, ya que una diferencia entre el caudal inyectado y el registrado nos indica que en nuestro sistema existen fugas, tomas ilegales, caudalímetros en mal estado por lo que genera pérdidas o rendimientos económicos menores para la empresa encargada del suministro de agua.

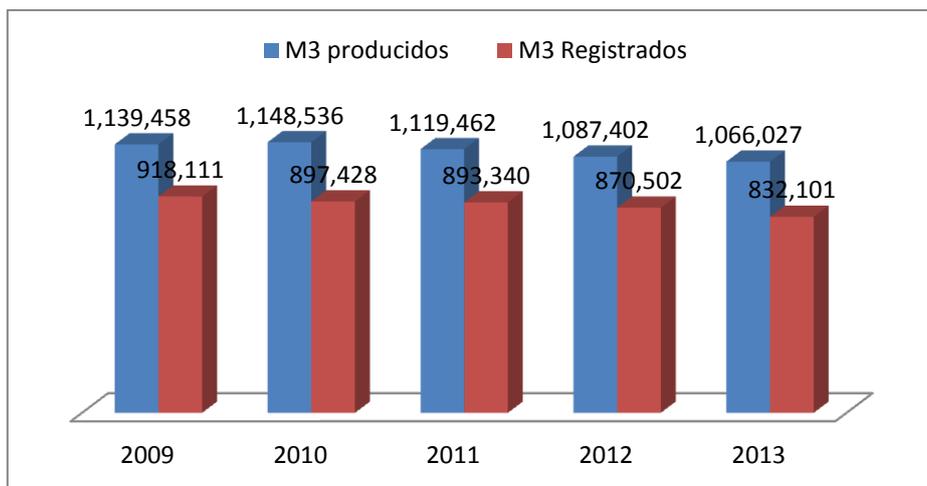


Figura 65. Relación entre los m³ registrados e inyectados en el abastecimiento de Aspe.

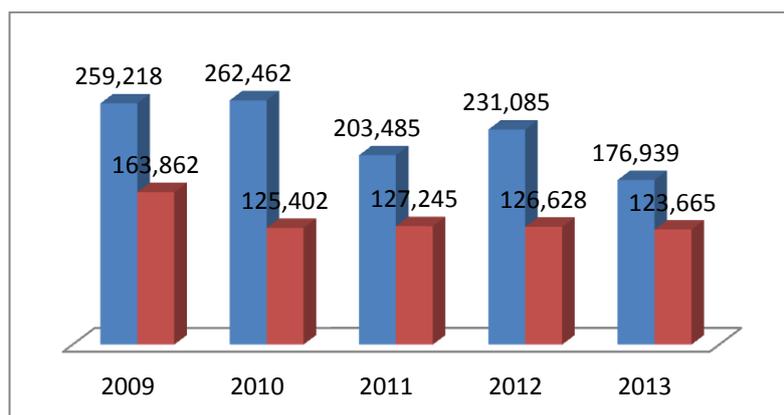


Figura 66. Relación entre los m<sup>3</sup> registrados e inyectados en el abastecimiento de Hondón de las Nieves.

### 4.3 Análisis del rendimiento de la red.

Uno de los ratios más importantes, entre los indicadores de la eficiencia de un sistema, es el rendimiento volumétrico. El rendimiento de una red o de un sector, se define como la relación entre el volumen de agua registrado y el volumen total aportado en un mismo período de referencia. La diferencia entre ambos volúmenes se debe a:

- Errores en la medida de los contadores.
- Existencia de consumos no facturados infraestimados o simplemente no estimados, como los catalogados como municipales, dedicados principalmente al riego y baldeo de calles u otros consumos públicos no considerados.
- Existencia de tomas fraudulentas.
- Pérdidas de agua por fugas o defectos de la red.

#### 4.3.1 Aspe

Para el cálculo del rendimiento se han empleado los siguientes volúmenes de agua:

- Volumen de Agua Inyectada: Es el caudal suministrado desde el depósito de Almoladera a los depósitos a los diferentes puntos de suministro y consumo que forman el abastecimiento de Aspe. Además existen numerosos contadores que controlan el caudal en diferentes puntos de suministro, estos contadores registran el volumen de agua inyectado al Polígono Industrial Tres Hermanas y urbanizaciones (Montesol, Santa Elena, San Isidro, La Columna, La Alcana y la zona Puente el Baño).

	<b>Año 2013</b> <b>(m<sup>3</sup>)</b>
<b>Aporte Total Canal de Taibilla a Almoladera (Lectura Contador Taibilla)</b>	1.146.490
<b>Salida Almoladera hacia Hondón (Lectura Contador Hondón)</b>	80.464
<b>Volumen Inyectado hacia Aspe</b>	<b>1.066.026</b>
<b>Volumen Inyectado a Polígono (Contador Polígono)</b>	39.585
<b>Volumen inyectado a urbanización Montesol</b>	17.740
<b>Volumen inyectado a urbanización Santa Elena</b>	43.151
<b>Volumen inyectado a urbanización San Isidro</b>	13.640
<b>Volumen inyectado a urbanización La Columna</b>	2.136
<b>Volumen inyectado a urbanización Alcana</b>	8.846
<b>Volumen inyectado zona Puente el baño</b>	67.716
<b>Volumen Inyectado Casco Urbano</b>	844.332

Tabla 28. Volumen anual registrado en los contadores instalados en Aspe.

- Volumen de Agua Registrada: el volumen de agua anual facturada.

	<b>Año 2013 (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Registrado</b>	<b>832.101</b>
<b>Facturación</b>	781.102

Tabla 29. Volumen de agua registrada y facturada.

Con los volúmenes anteriores, se calcula el valor del rendimiento:

$$\eta = \text{Volumen registrado} / \text{Volumen inyectado} = 832.101 / 1.066.026 = \mathbf{78\%}$$

En cualquier caso, estos rendimientos nos dan una idea del funcionamiento de la red a nivel global. Este rendimiento 78% se considera aceptable para una red de abastecimiento de agua potable, pero una de las premisas en la explotación de la red será mejorar este valor. El 22% restante no tiene porqué ser atribuido únicamente a fugas o pérdidas incontroladas, también existen factores determinantes debido al tipo de red analizada y a las particularidades de la misma.

De forma similar, se puede obtener la evaluación de los rendimientos volumétricos de otros años, observándose en la siguiente gráfica.

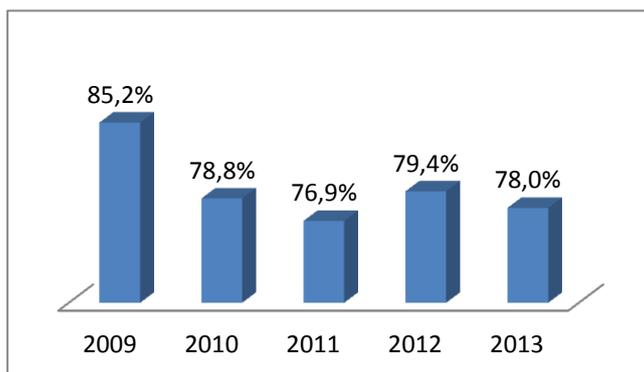


Figura 67. Rendimientos técnicos en el abastecimiento de Aspe.

#### 4.3.2 Hondón de las Nieves

- Volumen de Agua Inyectada: Se ha calculado sumando el caudal suministrado desde el depósito de Almoladera y la suministrada desde los pozos de la Solana, Canalosa y Galiana.

	Año 2013 (m <sup>3</sup> )
<b>Aporte Total Canal de Taibilla a Almoladera (Lectura Contador Taibilla)</b>	1.146.490
<b>Salida Almoladera hacia Hondón (Lectura Contador Hondón)</b>	80.464
<b>Volumen Inyectado desde pozo Solana</b>	95.450
<b>Volumen Inyectado desde pozo Canalosa</b>	0
<b>Volumen Inyectado desde pozo Galiana</b>	1.025

Tabla 30. m<sup>3</sup> de agua inyectados en Hondón de las nieves

- Volumen de Agua Registrada: el volumen de agua anual facturada.

	Año 2013 (m <sup>3</sup> )
<b>Registrado</b>	<b>123.665</b>
<b>Facturación</b>	108.363

Tabla 31. m<sup>3</sup> registrados y facturados en Hondón de las Nieves.

Con los volúmenes anteriores, se calcula el valor del rendimiento:

$$\eta = 123.665 / 176.939 = 69,3\%$$

En cualquier caso, estos rendimientos nos dan una idea del funcionamiento de la red a nivel global. Este rendimiento 69,3% se considera aceptable para una red de abastecimiento de agua potable, pero una de las premisas en la explotación de la red será mejorar este valor. El 30,7% restante no tiene porqué ser atribuido únicamente a fugas o pérdidas incontroladas, también existen factores determinantes debido al tipo de red analizada y a las particularidades de la misma.

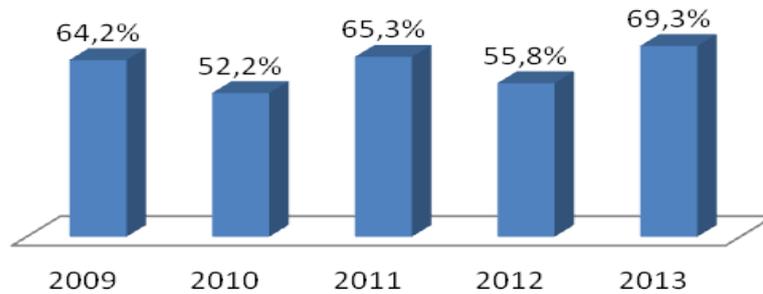


Figura 68. Rendimientos técnicos en el abastecimiento de Hondón de las Nieves.

## 5 MODELO MATEMATICO DE LA RED

En el proyecto presente para generar el modelo de detalle de la red se ha empleado una aplicación informática específica denominada GisRED, que utiliza como soporte de base el programa ArcView de ESRI. Dicha aplicación ha sido confeccionada por el Grupo Aguas de Valencia en colaboración con el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Politécnica de Valencia. Con dicha aplicación se ha capturado la información contenida en el CAD elaborado, en el que se detallan la totalidad de conducciones de la red, su trazado, conectividad, y propiedades físicas más importantes, posteriormente en la aplicación se ha tratado dicha información asignando los consumos y las cotas y finalmente se ha generado el modelo de detalle.

No hay que olvidar que el proceso de elaboración del modelo matemático exige el manejo de una gran cantidad de información, lo que obliga a realizar simplificaciones de las propiedades básicas de los diferentes elementos. Por lo tanto, el resultado que se obtenga del modelo estará afectado en mayor o menor medida por un error, y debe ser conocido a priori por el técnico que trabaja con dicho modelo.

Para llevar a cabo todas las simulaciones requeridas con el modelo, se ha utilizado el programa EPANET en su versión más actual, la 2.0. Para consultar de forma más detallada la elaboración del modelo matemático de la red podrá consultar el anexo "confección del modelo".

### 5.1 *Justificación*

Aunque la elaboración del modelo matemático está justificada para acometer la sectorización de la red, también aporta más ventajas. Por ejemplo, el modelo permite obtener un inventario de todos los elementos que configuran el sistema, también permite verificar la conectividad de la red, así como el estado de las válvulas entre otras cosas.

Finalmente, el modelo matemático (objetivo principal de este proyecto) representa una herramienta para planificar la sectorización u otras actuaciones en la red, y permite efectuar un diagnóstico global del estado del sistema para diferentes condiciones de funcionamiento.

## 5.2 *Ventajas e inconvenientes del modelo*

El método seguido para la elaboración del modelo matemático obtenido en el presente proyecto conlleva una serie de etapas que implican unas ventajas e inconvenientes que es conveniente mencionar:

### VENTAJAS

- A pesar del esfuerzo requerido, debe tenerse en cuenta que durante las distintas fases de preparación de un modelo, se adquiere un conocimiento exhaustivo del sistema, permitiendo la identificación de problemas que de otro modo habrían pasado desapercibidos, lo que justifica por sí mismo la utilidad del modelo.
- El método de asignación de cotas que se lleva a cabo en la elaboración del modelo es automático desde una extensión de ArcView, por lo que esto permite mayor rapidez y sencillez.
- La asignación de los consumos por calle fue automática gracias a la extensión de ArcView y por la existencia del callejero conectado al sistema geográfico de información de la empresa gestora del abastecimiento.

### INCONVENIENTES

- El modelo matemático supone una representación simplificada del sistema real, proporcionando un resultado aproximado de su comportamiento.
- Una de las mayores dificultades que se presentan durante la confección de un modelo es la recopilación de los datos que describen el sistema. Algunos de estos datos no van a poder conocerse de forma directa, por lo que la precisión y el nivel de detalle requeridos por el modelo no son lo suficientemente altos para destinarlo a un uso operacional, aunque sí de planificación.
- El programa ArcView a partir del cual se construye el modelo posee limitaciones a la hora de retroceder en los pasos para la construcción del modelo y eso ralentiza su elaboración.
- Las fugas de la red suponen una seria dificultad en la estimación de los consumos, ya que no se conoce su localización ni su valor, y en la elaboración del modelo se realizó una ponderación de las fugas según el rendimiento hidráulico del sistema, por lo que esto también incluye errores de precisión.
- Los consumos nodales van a tener una influencia muy importante en el comportamiento del sistema. A la hora de realizar el reparto del consumo registrado (tal y como se explicará detenidamente en las etapas del modelo), puesto que no se

contaba con la información del consumo por acometidas se tuvo que realizar la asignación por calles, por lo que también existe una ligera inexactitud respecto al sistema real.

Finalmente se destaca que, aunque el procedimiento seguido no asegura que los valores obtenidos se correspondan con precisión con los valores realmente demandados por los consumidores, se trata de la única forma de actuar para la asignación de las cargas de los nudos al no disponer de datos sobre el consumo en los mismos y, si bien el procedimiento no es exhaustivo, sí que se aproxima en cierto grado al comportamiento real, y servirá como punto de partida para las posteriores iteraciones en el proceso de calibración.

### 5.3 Etapas para la elaboración del modelo matemático

A continuación, se puede ver en el siguiente diagrama de flujo las etapas sucesivas que conducen a la elaboración del modelo matemático y tras este esquema se van a describir en líneas generales cada una de ellas:

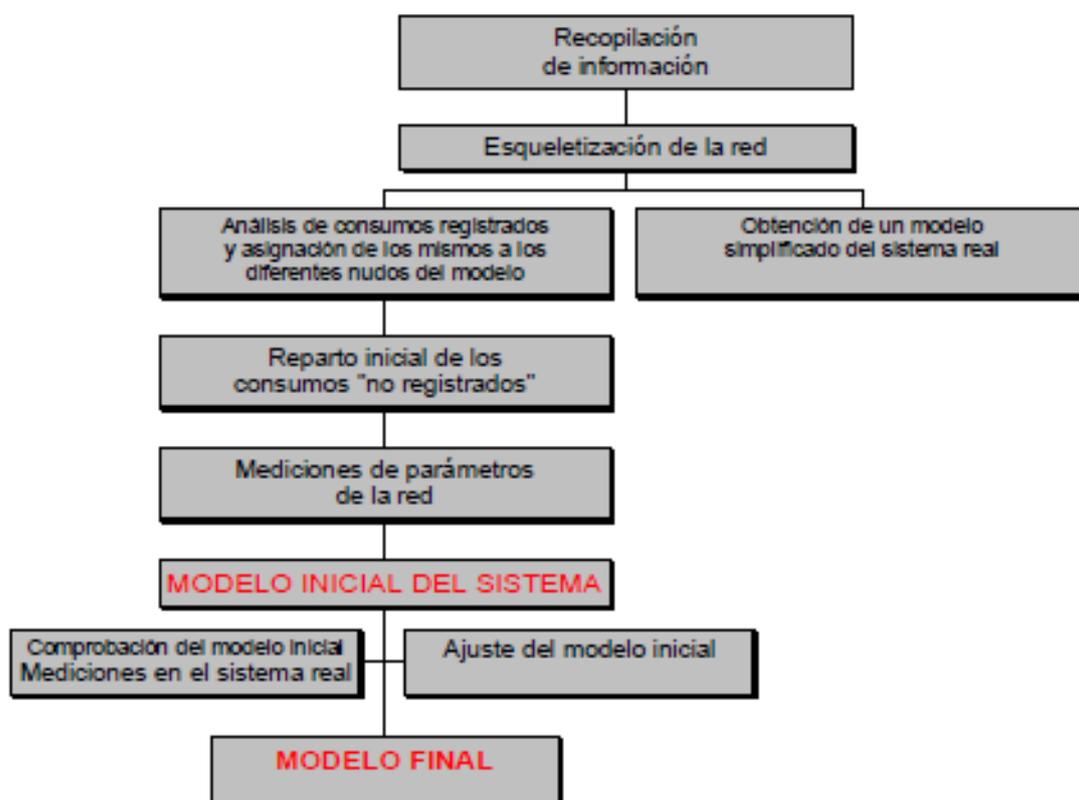


Figura 69. Diagrama del flujo de la esqueletización

1. Recopilación de información.
2. Esqueletización de la red (obtención de un modelo simplificado del sistema real).
3. Análisis de consumos registrados y asignación de los mismos a los diferentes nudos del modelo.
4. Reparto inicial de los consumos “no registrados”.
5. Mediciones de parámetros de la red.

Tras esta quinta etapa estaremos ante un Modelo inicial del sistema. Será necesario comprobar la validez del mismo:

6. Comprobación del modelo inicial, lo que implica procesar el modelo para diferentes estados de la red, a la vez que realizar mediciones de las variables hidráulicas (presión y caudal) en el sistema real para las mismas situaciones. Las diferencias, que casi con toda seguridad, se darán entre los valores calculados y medidos nos llevarán a tener que cubrir una última etapa de ajuste del modelo para obtener el definitivo. Asimismo, el análisis de estas desviaciones puede llevarnos a encontrar errores en los datos de entrada (como por ejemplo errores en la definición topológica del sistema al tener válvulas cerradas o líneas que no conectan entre si).
7. Ajuste del modelo inicial, utilizando las medidas realizadas en la etapa 6, y modificando convenientemente el valor de los parámetros más “inciertos” del sistema. Generalmente estos son las rugosidades de las tuberías, los diámetros de algunas conducciones (pueden existir reducciones de diámetro) y los caudales asignados a los nudos. Esta etapa de ajuste se abordará en dos fases: un “precalibrado” y un ajuste fino del modelo.

Tras este proceso dispondremos del Modelo final de la red, que será conveniente actualizar y recalibrar periódicamente a fin de que no pierda operatividad. El modelo puede quedar obsoleto en un par de años si no es convenientemente actualizado. En los párrafos siguientes se va a detallar cada una de estas etapas.

## 5.4 Recopilación de la información

Los datos e información utilizada para el estudio y realización del modelo matemático han sido elaborados por el personal del grupo Aguas de Valencia, a partir de la información facilitada por el Ayuntamiento de Aspe. Se ha empleado igualmente información cartográfica del Instituto Cartográfico de la Comunitat Valenciana. A continuación se enumeran y describen estos datos de partida o información necesaria para la realización del modelo matemático.

### 5.4.1 Cartografía

Se han empleado planos cartográficos de los términos municipales de Aspe y Hondón de las Nieves, proporcionados por los Ayuntamientos y por el catastro. Estos planos también proporcionan datos referentes a la cota del terreno. Se han utilizado tanto los puntos de cota como las curvas de nivel.

En las siguientes imágenes podemos observar un detalle cartográfico de una de las zonas en estudio:

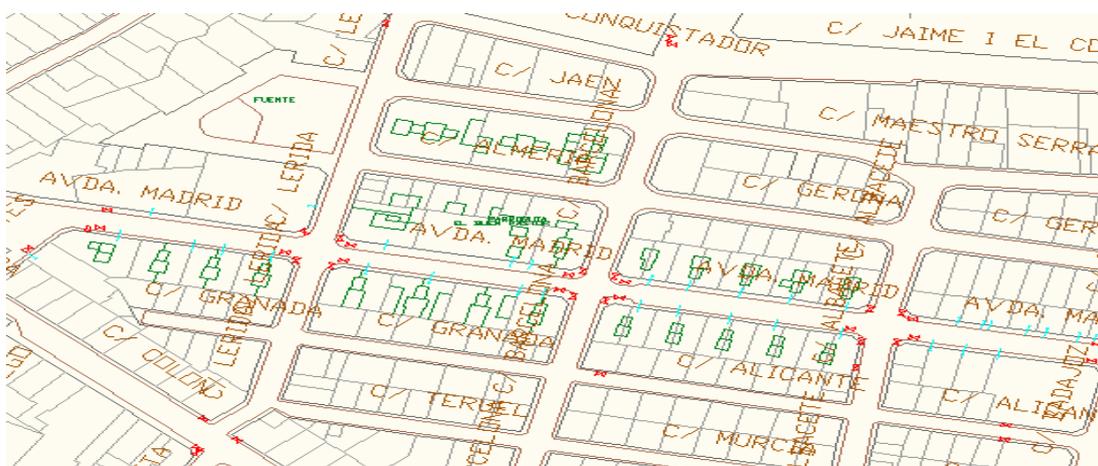


Figura 70. Cartografía utilizada

### 5.4.2 Topología y características de la red

Las características de la red de agua potable están bien definidas, las tuberías están clasificadas por diámetro y material. Toda la información ha sido introducida en un sistema de información geográfica, elaborado por el personal del Grupo Aguas de Valencia.

A continuación se muestra una vista general y un detalle del esquema de la red de agua potable para el caso de Aspe:



Figura 71. Vista general de la esqueletización del sistema de Aspe.

#### 5.4.3 Producción y consumos

Los datos de producción han sido facilitados por el Ayuntamiento de Aspe y Hondón de las Nieves, mientras que los de consumo proceden de las bases de datos de Aguas de Valencia.

#### 5.5 Obtención del esqueleto de la red

La primera fase a cubrir en la confección de un modelo es caracterizar todos los elementos que configuran el sistema, en particular tuberías, válvulas, depósitos, etc. determinar el trazado de las tuberías y verificar su conectividad para obtener el esqueleto de la red. El proceso seguido es descrito en los siguientes apartados.

#### 5.6 Asignación de cotas

Hasta este punto se dispone de un modelo de la red hidráulica, pero tras la importación los nudos del modelo todavía no tienen ninguna cota asignada. Se ha automatizado el proceso de asignación de cotas a los nudos del modelo, debido al gran volumen de nudos que configura el modelo de la red.

## 5.7 *Análisis y asignación de consumos*

La carga hidráulica del modelo persigue la asignación de las demandas estimadas a cada uno de los nudos de consumo. Del mismo modo, esta carga hidráulica también tiene en cuenta los flujos de agua asociados a las pérdidas en la red.

Ésta es una de las fases más importantes porque debe representar las pautas de comportamiento de los usuarios ya que, debido a la variación de los consumos, el estado de las cargas varía en cada momento. Es por ello, que no se debe olvidar que se trabaja con caudales medios y oscilaciones medias.

Para llevar a cabo la carga del modelo se debe distinguir claramente dos conceptos:

- Caudales registrados: lo constituyen las demandas de los abonados, de cuyos consumos se tiene constancia por la facturación que se realiza de ellos.
- Caudales no registrados: se consideran todos aquellos consumos relacionados con fugas, errores de contador, acometidas ilegales y toma de servicios municipales.

### 5.7.1 *Reparto inicial de los consumos registrados*

Es necesario asignar una demanda base a cada uno de los nodos definidos en el esqueleto de la red. Existen varios métodos para realizar la carga hidráulica del modelo, entre los cuales se pueden citar los siguientes:

- Asignación punto a punto
- Asignación por mallas del modelo (Martínez, 1994)
- Asignación por derivaciones de líneas y nudos (Vela, 1988 y López, 1994)
- Asignación de consumos unitarios por calle (García-Serra, 1984).

La asignación en este caso se ha realizado por calle (García-Serra, 1984), a partir de la información disponible en los datos de facturación de los abonados (que se muestran en el Anexo "confección del modelo matemático"). Se acudió a este procedimiento puesto que la empresa concesionaria del abastecimiento disponía de los datos de consumo medio anual agrupados por calles. Esta información junto con un callejero del municipio en formato *shapefile* permitió hacer la carga de demandas de forma automática. GisRED cuenta con una herramienta de asignación del consumo que relaciona los nudos pertenecientes a las tuberías con el segmento de calle más próximo.

### 5.7.2 *Reparto inicial de los consumos no registrados*

Por último, se debe hacer uso de la opción Unaccounted-for Water de GisRED (esta opción se detalla en el Anexo "confección del modelo matemático") para ajustar el volumen inyectado a la red, con el volumen consumido. La forma de hacerlo es a partir del rendimiento de la red, en este caso. Teniendo en cuenta que en el balance hidráulico se puede ver que el rendimiento de la red es de aproximadamente el 78%, se deduce que el volumen inyectado es un 22% superior al registrado para el caso de Aspe y para Hondón será 69,3% y 30,7% respectivamente.

Por ello, con esta opción se consigue que el volumen no registrado se reparta automáticamente de manera proporcional a la demanda existente en los nudos de cada zona.

## 5.8 *Exportar modelo a Epanet y afinar parámetros del mismo*

Una vez construido el modelo matemático provisional de la red de distribución y definidos todos los datos que caracterizan un escenario (con el apoyo de GisRED), éste se puede exportar a un fichero en formato *inp* el cual es interpretable por el simulador hidráulico Epanet.

### 5.8.1 *Definición del resto de elementos de la red*

Tal y como se ha comentado anteriormente, hasta ahora el modelo no contiene más información que la relativa a tuberías y nudos. Por ello, antes de realizar una simulación de la red se deben introducir las condiciones restantes en las que se encuentra el abastecimiento como son:

- Embalses que almacenan y suministran el caudal demandado.
- Bombeos que suministran el caudal
- Válvulas de regulación para mantener las condiciones actuales de la red, colocadas en las zonas marcadas en los planos proporcionados por la empresa concesionaria.
- Válvulas de regulación de la presión (reductoras)
- Válvulas de corte que se han ido colocado en el sistema en el pasado para tratar de solucionar problemas que hayan podido surgir.

Todos estos elementos deben tener asignadas las propiedades que los definen. En el caso de las válvulas su diámetro y su tarado en caso necesario, los embalse su cota que determinará la presión en el resto de nudos y sus niveles de llenado y vaciado, los bombes deberán tener asignado su caudal bombeado, altura de bombeo, cota, horario de funcionamiento.

## 5.9 Evolución del número de abonados

La planificación adecuada de un abastecimiento precisa conocer la evolución de la población, tanto espacial como temporalmente. Las previsiones de aumento de la población, permitirán calcular las necesidades de producción del abastecimiento, y planificar el crecimiento del mismo.

### 5.9.1 Aspe

Para estimar la evolución del número de abonados en el abastecimiento de Aspe, se hará uso de los índices de crecimiento medios producidos durante los últimos años (2.011-2.013). En Aspe, por tratarse de una población industrial se han diferenciado los usos entre domésticos, industriales y públicos, incluyendo en los domésticos los diseminados del término que se les proporciona servicio desde la propia red de distribución.

Año	Doméstico	Increment.%	Industrial	Increment.%	Municipales	Increment.%
2011	8.825		682		84	
2012	8.859	+ 0,38	684	+ 0,3	82	- 2,38
2013	8.851	- 0,09	681	- 0,43	81	- 1,22

Tabla 32. Evolución del número de abonados en Aspe.

Como podemos observar en los datos obtenidos en la tabla anterior, Aspe ha sufrido un ligero descenso del número de consumidores de agua y todo apunta que en los próximos años la tendencia será similar.

En la siguiente gráfica podemos observar como en los últimos cuatro años el número de abonados no sufre ninguna gran variación por lo que nuestro sistema está capacitado para seguir abasteciendo adecuadamente agua en un futuro.

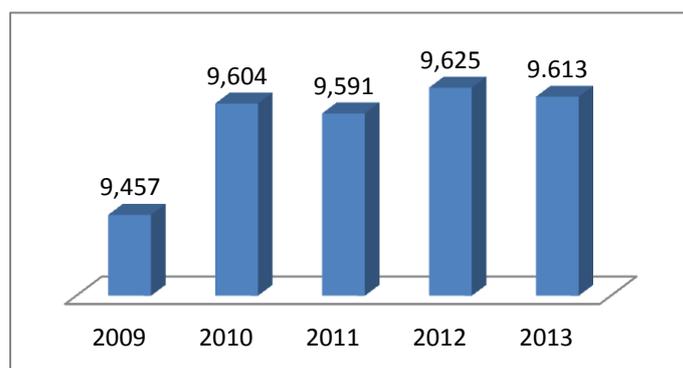


Figura 72. Número de abonados en el abastecimiento de Aspe.

### 5.9.2 Hondón de las Nieves

Año	Doméstico	Increm.%	Industrial	Increm.%	Municipales	Increm.%
2011	1.466		141		61	
2012	1.493	+ 1,8	111	-21,2	62	+1,6
2013	1.674	+12,12	104	- 6,3	63	+1,6

Tabla 33. Evolución del número de abonados en Hondón de las Nieves.

Como podemos observar en los datos obtenidos en la tabla anterior, ha aumentado la demanda doméstica llegando a un 12,12% en el último año, también ha crecido ligeramente el sector municipal pero por el contrario el sector industrial ha sufrido un notable descenso del 6,3%.

En la siguiente gráfica se puede observar como en el paso del año 2.010 al 2.011 Hondón de las Nieves ha sufrido un gran descenso del número de abonados, esto es debido a la crisis económica que desde 2.008 está afectando seriamente a España. En el último año podemos observar un ligero aumento del número de abonados.

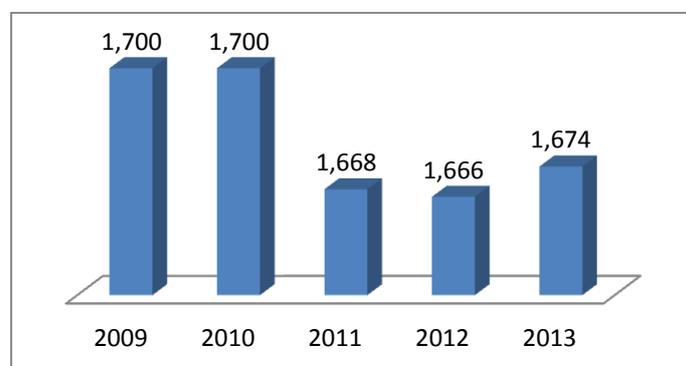


Figura 73. Número de abonados en Hondón de las Nieves.

## 5.10 Dotaciones de consumo.

### 5.10.1 Aspe

A partir del consumo medio anual y el número de abonados, puede determinarse la dotación de consumo, es decir, el volumen de agua medio consumido por abonado, (el número de habitantes censados en 2.013 ha sido de 20.341.

Tipo Consumo	Nº abonados	Consumo anual (m <sup>3</sup> )	Dotación consumo (l/abonados/día)	Dotación consumo (l/hab/día)
Doméstico	8.851	781.102	241,78	105,2
Industrial	681	75.993	-	
Municipales	81	46.239	-	
Total inyectado	8.851	1.066.026	329,9	143,58

Tabla 34. Dotación diaria para Aspe.

### 5.10.2 Hondón de las Nieves

El número de habitantes censados en 2013 ha sido de 3.041.

Tipo Consumo	Nº abonados	Consumo anual (m <sup>3</sup> )	Dotación consumo (l/hab/día)
Doméstico	1.507	96.519	86,95
Industrial	104	11.844	-
Municipales	63	15.161	-
Total inyectado	1.507	176.939	159,4

Tabla 35. Dotación diaria para Hondón de las Nieves.

## 5.11 Modulación diaria y estacional del consumo.

Como ya se han calculado anteriormente las dotaciones medias de consumo y los rendimientos, sin embargo, para la planificación y diseño del abastecimiento, es necesario tener en cuenta las necesidades máximas de producción, que se dan a la hora punta del día de mayor consumo.

El coeficiente horario punta es determinado a partir de la curva de modulación horaria del abastecimiento, mientras que la punta del día de mayor consumo es hallada a partir de curva de estacionalidad del mismo.

$$Kp = Kdmc \cdot Khp$$

dónde,

- $Kp$ : Coeficiente punta
- $Kdmc$ : Coef. de estacionalidad x Coef. día de mayor consumo
- $Khp$ : Coeficiente punta horario

### 5.11.1 Curva de Modulación Horaria del Consumo

La curva de modulación de un abastecimiento indica, para cada instante de tiempo, el coeficiente por el que se ha de multiplicar el consumo medio diario, para obtener el consumo en el instante de tiempo considerado.

Tanto para el abastecimiento de Aspe como para el de Hondón de las Nieves, no se dispone de caudales inyectados en cada momento, por lo que no se ha podido obtener la curva de modulación horaria. Así que se ha tenido que considerar una curva de modulación tipo utilizadas en modelos similares por Aguas de Valencia, la cual podrá aproximarse a la real, las características de la curva son las siguientes:

COEFICIENTES DE MODULACION			12:00	1.36	1.7
HORA	DOMESTICO	INDUSTRIAL	13:00	1.3	1.7
0:00	0.79	0.4	14:00	1.26	1.5
1:00	0.68	0.4	15:00	1.24	1.4
2:00	0.62	0.4	16:00	1.17	1.3
3:00	0.59	0.4	17:00	1.1	1
4:00	0.6	0.6	18:00	1.1	1
5:00	0.6	0.7	19:00	1.13	1
6:00	0.6	0.8	20:00	1.14	1
7:00	0.72	1.25	21:00	1.18	1
8:00	0.93	1.5	22:00	1.14	1
9:00	1.14	1.5	23:00	0.95	0.4
10:00	1.28	1.5			
11:00	1.38	1.6			

Tabla 36. Coeficientes de modulación según franja horaria.

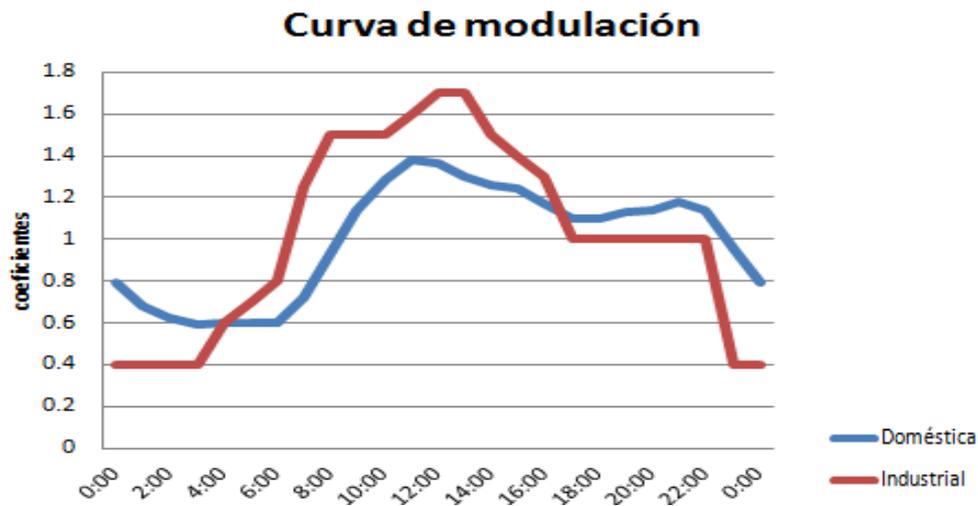


Figura 74. Coeficientes de modulación según franja horaria

Para la curva de modulación doméstica considerada, el máximo consumo se produce a las 11:00 horas, con un coeficiente punta de 1,38, dándose por la noche el mínimo consumo con un coeficiente de 0,60.

Para el uso industrial, el máximo consumo se produce a las 12:00 horas, con un coeficiente punta de 1,7, dándose por la noche el mínimo consumo con un coeficiente de 0,40.

Para el correcto ajuste de la curva se ha ajustado algunos factores para adaptarlos a los datos que facilitó el técnico sobre las horas de funcionamiento de bombas o llenado de depósitos.

#### 5.11.2 Coeficiente de Modulación Estacional del Consumo

El consumo de cualquier abastecimiento varía de unos meses del año a otro, tal como se desprende de las estadísticas de inyección de agua potable a la red del municipio de Aspe. Con el fin de conocer con exactitud esta evolución mensual del consumo, se ha realizado una representación de los datos de agua inyectada, facilitados por la empresa gestora del abastecimiento.

A continuación para el caso de Aspe se presenta tanto la tabla (tabla 37) como la gráfica (figura 75) del resumen mensual del volumen de agua inyectado al núcleo urbano:

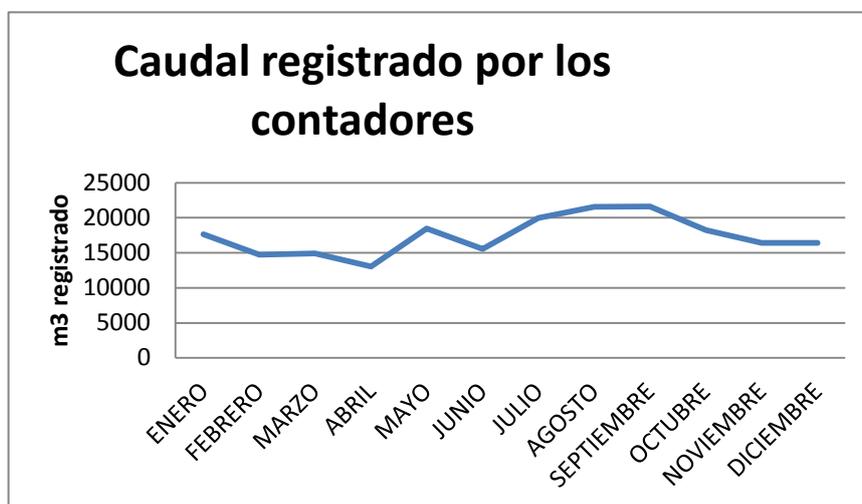


Figura 75. Coeficientes de modulación según franja horaria

MES	VOLUMEN (m3)	m3/día	Coeficiente
Enero	17.638	568,97	0,996
Febrero	14.722	525,79	0,920
Marzo	14.911	481,00	0,842
Abril	13.056	435,20	0,762
Mayo	18.492	596,52	1,044
Junio	15.551	518,37	0,907
Julio	19.974	644,32	1,128
Agosto	21.574	695,94	1,218
Septiembre	21.606	720,20	1,261
Octubre	18.237	588,29	1,030
Noviembre	16.428,5	547,62	0,959
Diciembre	16.428,5	529,95	0,928

Tabla 37. Coeficientes de modulación según franja horaria

Se observa como en la situación actual el mes de mayor consumo es el de Septiembre, con un consumo de 21.606 m<sup>3</sup>, lo que proporciona un coeficiente de 1,261 respecto a la media anual, mientras que el mínimo consumo se da en el mes de Abril, con una facturación de 13.056 m<sup>3</sup> y un coeficiente estacional de 0,762.

El coeficiente del día de mayor consumo se determina con la evolución de la producción diaria a lo largo del mes de máximo consumo, que para el caso de Aspe corresponde al mes de Septiembre. El coeficiente punta máximo, que se producirá en la hora punta del día de máximo consumo, será:

$$K_p = K_{dmc} * K_{hp}$$

Esta sería la fórmula que se debe aplicar para calcular coeficiente de caudal punta para el cual debería funcionar el sistema pero como no tenemos datos de registros horarios no podemos sacar el coeficiente por lo que tendremos que suponer un coeficiente punta tipo que se pueda asemejar a las características del abastecimiento.

### 5.12 Calibración del modelo

Teniendo en cuenta mediciones realizadas en la red, se han ajustado los valores de consignas de válvulas, curvas de bombas, rugosidades de tuberías y leyes de control. Este proceso permite tener un modelo más ajustado a la red real, que permite acercarse a un primer diagnóstico de situación actual de la misma, y preveer sus futuras modificaciones, ampliaciones o posibles fallos. Para la calibración se ha tomado la presión en diferentes puntos para poder así compararlas con la que el sistema de Epanet proporciona. En la siguiente tabla se puede comparar dichas medidas tomadas y registradas.

REGISTRO DE PRESIONES (bar)				
LOCALIZACION	MEDIDAS AGUAS	EPANET MIN	EPANET MEDIAS	EPANET MAX
Manometro 1	2.5-3	2.8	2.9	2.9
Oficina Aguas de Valencia	5.5	5.7	5.7	5.8
Entrada Fuente el Baño	5.6-6.2	6.3	6.3	6.4
Manometro 2	2.3	2.4	2.4	2.5
Reductora de presión	4.2	4.4	4.4	4.4
La Columna	3.5	3.5	3.5	3.5
La Alcana, entrada	3.5	3.0	3.0	3.1
La Alcana, salida bombeo	6	6.4	6.4	6.4
San Isidro	2.2	1.6	1.6	1.7

Tabla 38. Registros de presiones en Aspe.

**REGISTRO DE PRESIONES (bar)**

LOCALIZACION	MEDIDAS AGUAS	EPANET MIN	EPANET MEDIAS	EPANET MAX
Canalosa entrada pueblo	4.5 - 6	4.5	6	6.6
Cementerio	5.5 - 5.7	5.6	5.7	5.7
Cruce Solana	8.3 - 10.52	8.8	9.7	11
Rebalso	2.7 - 3.5	3.4	3.4	3.5

Tabla 39. Registro de presiones en Hondón de las Nieves.

A continuación se va a analizar la relación entre los caudales que se han introducido desde el sistema de asignación de demandas en ArcView y los producidos en la simulación del sistema en Epanet.

**RELACIÓN ENTRE CAUDALES**

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Caudal promedio (LPS)	30,69	32,37	32,37	32,28
Velocidad promedio (m/s)	0,256	0,256	0,256	0,255
Caudal total inyectado (m3/año)	967.816	1.020.853	1.020.853	1.018.060
% Q epanet/Q aguas de Vlc	0,907	0,957	0,957	0,955

Tabla 40. Relación entre caudales en Aspe.

Los datos de punto de partida y a los cuales se deben aproximar han sido los siguientes:

Producidos por Aguas de Valencia	1.066.026	m3/año
Promedio facturado	26.58	LPS
Promedio producido	34.08	LPS
Rendimiento	78	%

Tabla 41. Datos de partida en Aspe.

Para el caso de Hondón de las Nieves, como se dispone de dos fuentes suministradoras de caudal, se va a analizarlas de forma independiente. A continuación se muestran los datos que se introducen en la simulación del programa.

<b>RELACIÓN ENTRE CAUDALES</b>			
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>
Caudal promedio (LPS)	3,19	3,02	3,02
Velocidad promedio (m/s)	0,227	0,227	0,268
Caudal total inyectado (m3/año)	100.829	95.416	95.416

*Tabla 42. Caudales desde el pozo La Solana en Hondón de las Nieves.*

<b>RELACIÓN ENTRE CAUDALES</b>			
	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>
Caudal promedio (LPS)	2,64	2,64	2,64
Velocidad promedio (m/s)	0,215	0,215	0,215
Caudal total inyectado (m3/año)	83.379	83.524	83.511

*Tabla 43. Caudales desde el depósito de Almoladera en Hondón de las Nieves.*

Los datos de punto de partida (facilitados por la empresa Aguas de Valencia) y a los cuales nos deberemos aproximar han sido los siguientes:

Pozo Solana	95.450	m3/año
Depósito Almoladera	80.464	m3/año

*Tabla 44. Datos de partida en Aspe*



## 6 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 6.1 Disponibilidad de recursos actuales

#### 6.1.1 Aspe

El suministro de agua a la zona de Aspe proviene del Canal Taibilla y teniendo como alternativa en caso de fallo el bypass proveniente desde Hondón de las Nieves y el suministro desde un pozo de una SAT en el término municipal de Aspe.

A continuación se muestra la evolución del caudal de agua consumida en Aspe para el día del año de máximo consumo.

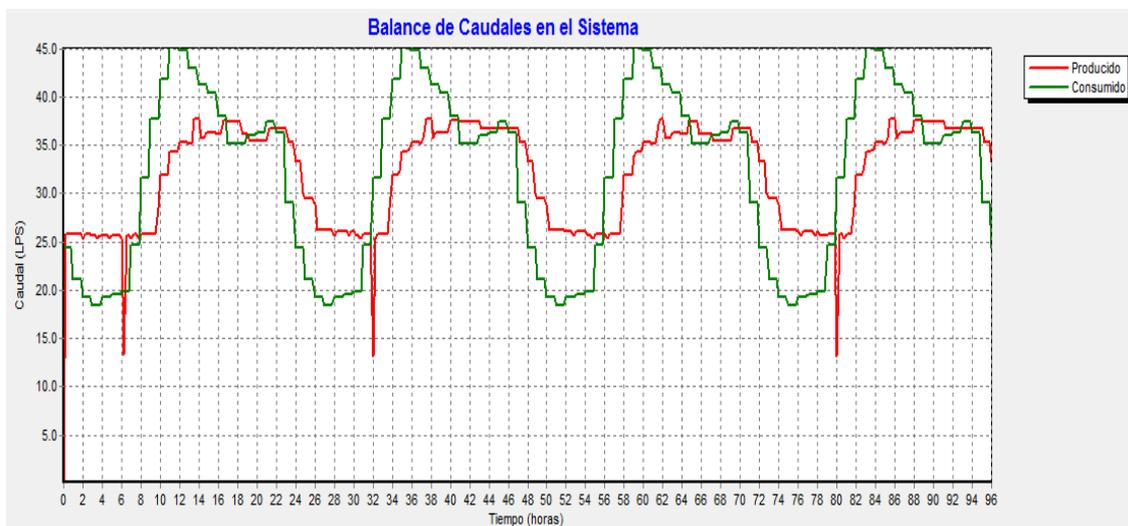


Figura 76. Balance de caudales producidos y consumidos en el sistema.

En la gráfica se puede observar que el máximo caudal consumido es de 45,11 l/s y se registra a las 11 horas, y el máximo caudal suministrado es de 35,30 l/s y se registra desde las 12 hasta las 24 horas.

#### 6.1.2 Hondón de las Nieves

En el caso de Hondón, el suministro proviene desde el Canal Taibilla y desde el pozo Solana (pertenciente a una SAT). Como suministros alternativos se tienen los pozos Caminanto, Canalosa y Galiana.

## 6.2 **Análisis de la red en condiciones normales de suministro**

En los siguientes sub-apartados se realiza el análisis de la situación actual de la red. El análisis se ha efectuado bajo condiciones normales de suministro, esto es, sin producirse ninguna avería significativa en la red o en los puntos de suministro.

Asimismo, hay que reseñar que el análisis se ha realizado para el día de máximo consumo anual. De este modo nos situamos del lado de la seguridad, ya que cualquier anomalía o situación problemática que se produzca será más acentuada y permitirá definir las actuaciones necesarias para solventar la situación para el día crítico de consumo. En cuanto a la modulación horaria, los análisis se han efectuado para la hora punta de consumo (11 horas), sin embargo también se han efectuado los análisis pertinentes en hora valle para comprobar el nivel de presiones máximo alcanzado.

### 6.2.1 *Análisis de la red desde el punto de vista hidráulico*

#### **Topografía del terreno**

ASPE

El municipio de Aspe presenta una topografía con cotas que oscilan entre los 280 y los 227 m. Las zonas más elevadas las encontramos en la zona sur del término (zona de la Nía). Esta diferencia de cota provoca incrementos de presión importantes. En la siguiente figura observamos las líneas de cota.

<b>Urbanización</b>	<b>Oscilación cotas</b>	<b>Diferencia de cotas</b>
Santa Elena	291 - 258	33
Polígono industrial	292 - 264	28
Montesol	293 - 275	18
La Columna	268 - 266	2
San Isidro	268 - 265	3
La Alcaná	347 - 301	46

**Tabla 45.** *Diferencias de cotas en las urbanizaciones pertenecientes a Aspe*

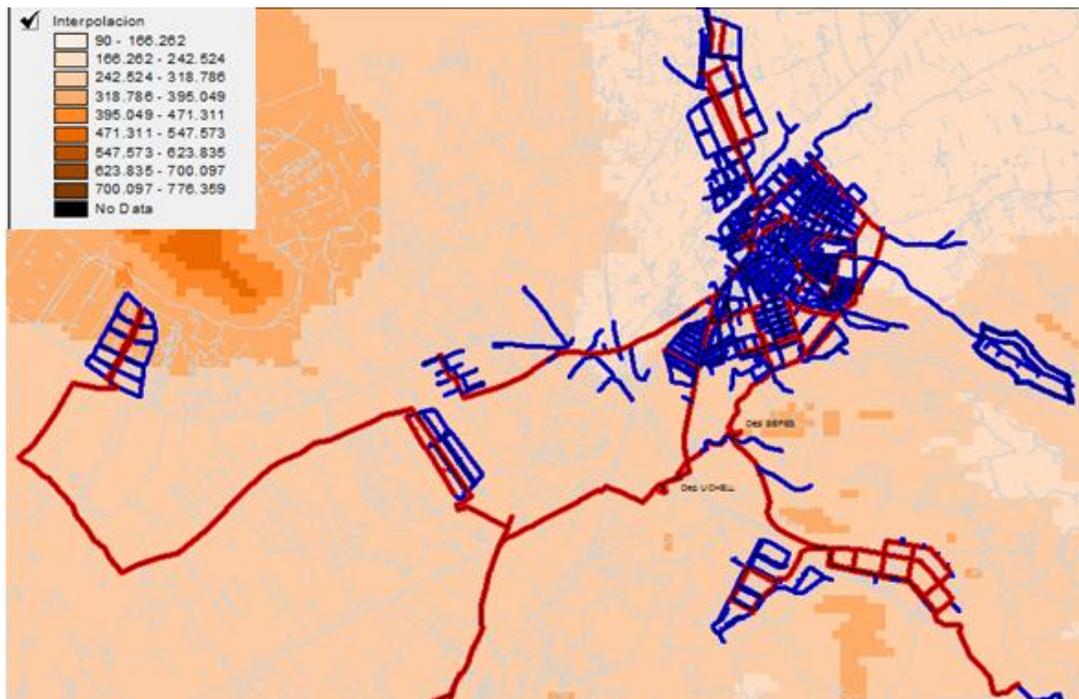


Figura 77. Topografía del terreno de Aspe

## HONDON DE LAS NIEVES

La topografía que presenta el sistema de Hondón de las Nieves está caracterizada por la importante diferencia de cota existente entre sus puntos de consumos y sus diferentes zonas de diseminados.

Para la zona del núcleo urbano de Hondón de las Nieves existe un desnivel desde su depósito de abastecimiento (Almoladera) con cota 341 m hasta sus depósitos de distribución (2 de Mayo y Calereta) con cota de 390 m siendo la cota media del núcleo urbano de 362 m.

Para la zona de diseminado las diferencias de cotas son importantes, estando situado el pozo de La Solana a cota de 510m. y los respectivos depósitos de distribución (Canalosa, Solana y Montañosa) a cotas 559, 463 y 474 m respectivamente.

Urbanización	Oscilación cotas	Diferencia de cotas
Hondón de las Nieves	389 - 360	29
La Solana	425 - 370	55
La Montañosa	468 - 420	48
La Canalosa	530 - 450	80
El Rebalso	442 - 416	26

Tabla 46. Diferencias de cotas en las diferentes zonas de Hondón de las Nieves.

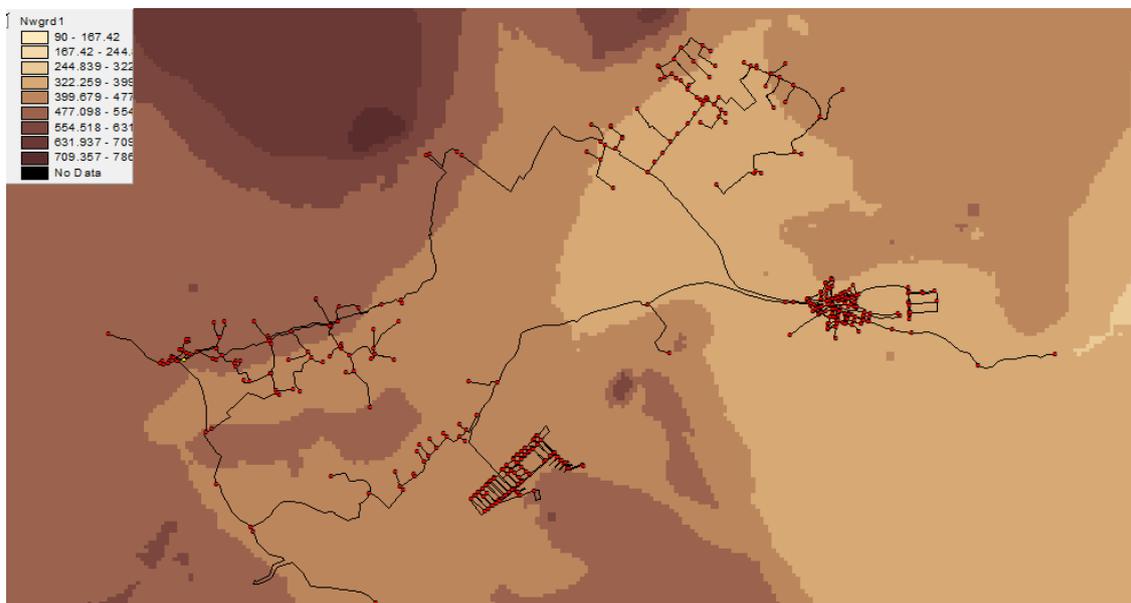


Figura 78. Topografía del terreno en Hondón de las Nieves.

### Análisis de velocidades

A continuación se muestran las velocidades en las tuberías de la red del casco urbano en hora punta. Se observa como la velocidad de circulación del agua es inferior a 1 m/s (velocidad de diseño) en la mayoría de las conducciones, lo que da muestra de la suficiencia de la red.

ASPE

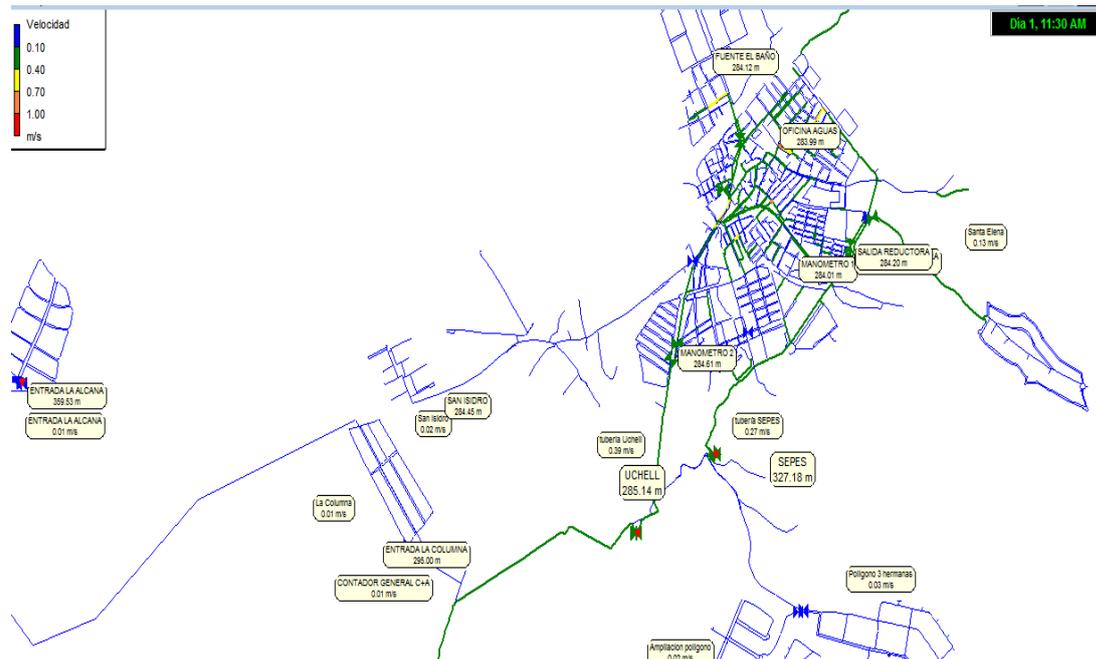


Figura 79. Velocidad en las tuberías del sistema de Aspe.



Figura 80. Velocidad en las tuberías del núcleo urbano de Aspe.

Las velocidades que se obtienen en determinadas conducciones de la red de distribución son bajas, además de suponer una infrautilización de las tuberías conllevan problemas de diferentes tipos. Por un lado la baja velocidad favorece la deposición de materias en suspensión, lo que puede producir obstrucciones en las conducciones e incrustaciones de carbonatos en las paredes. Por otro lado estos

materiales depositados pueden ser arrastrados hasta el consumidor cuando se produce una inversión del sentido del flujo.

La siguiente gráfica muestra el tanto por cien de tuberías cuya velocidad de circulación se encuentra en el valor indicado. Se puede observar como existe un mínimo porcentaje de tuberías cuya velocidad supera 0.5 m/s, así como un 74% de tuberías donde el agua se encuentra prácticamente estancada 0.05 m/s.

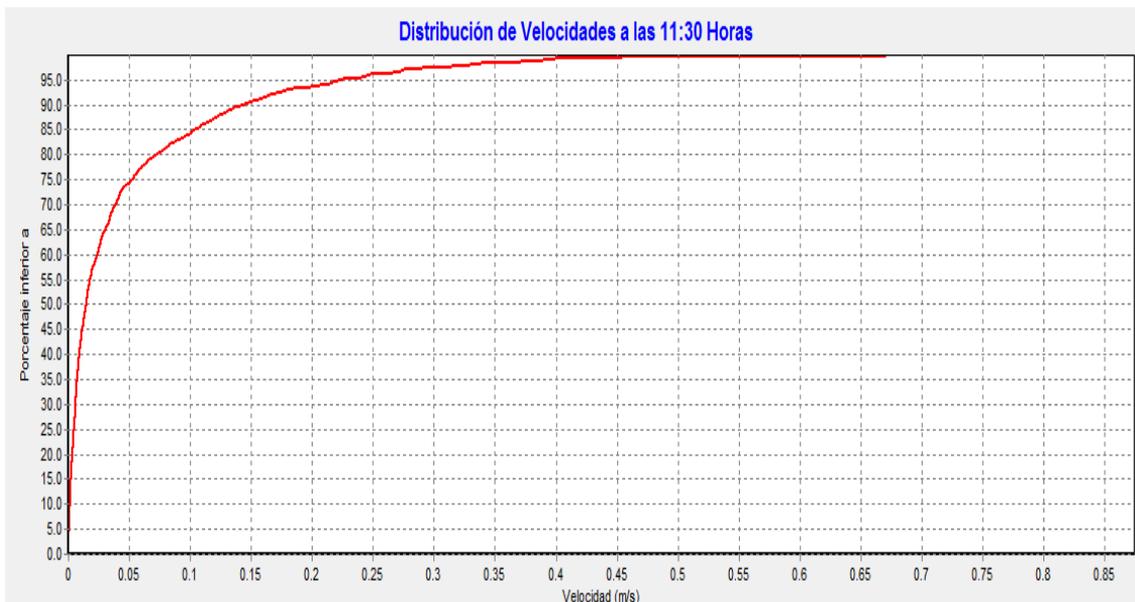


Figura 81. Porcentaje de distribución según la velocidad en hora punta (11.30).

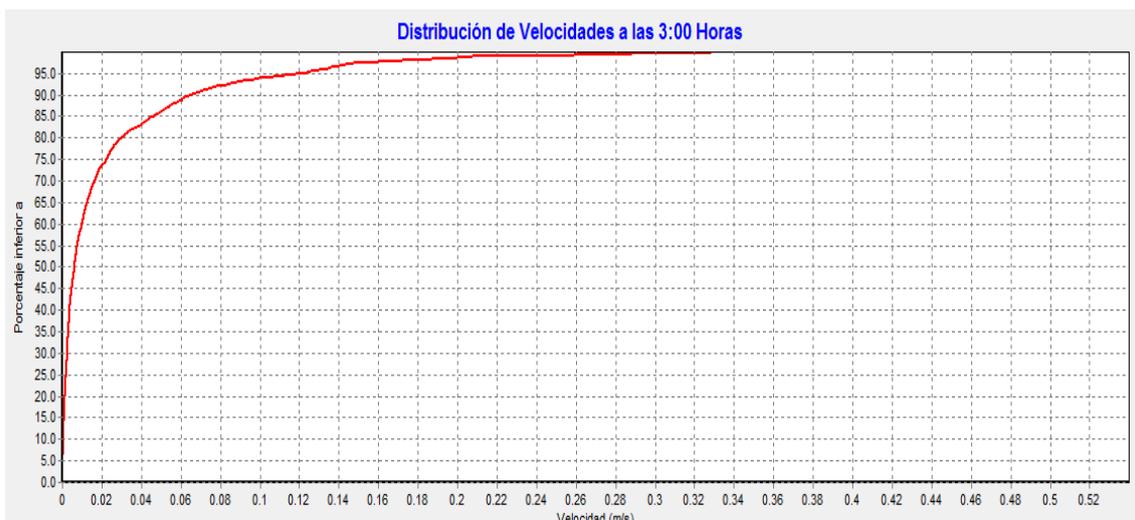


Figura 82. Distribución de velocidades en hora valle (03.00h)

A continuación están representadas las gráficas de evolución de la velocidad en las tuberías más significativas correspondientes a la red arterial. Para ello nos basaremos en el instante de mayor consumo diario, para así comprobar que nuestro sistema satisface bien nuestras necesidades, dicho instante será las 11.30h.

### TUBERÍA DESDE ALMOLADERA HASTA LA BIFURCACION.

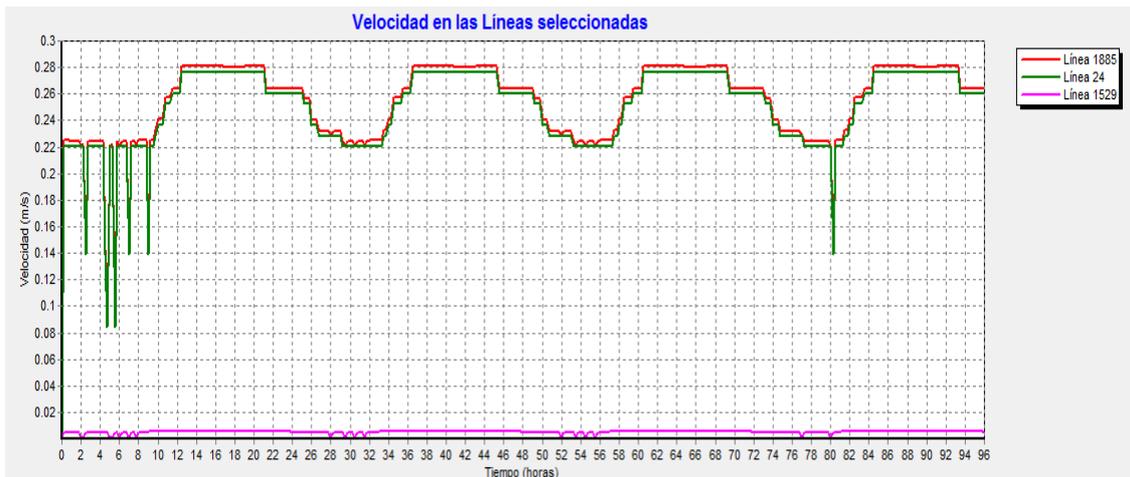


Figura 83. Velocidades tubería de Almoladera.

Como podemos observar la línea 1529 es la tubería que sale desde la bifurcación y transporta el agua hasta las urbanizaciones La Columna y La Alcaná, esta tubería tiene un diámetro de 350 mm y está sobredimensionada ya que la zona está en expansión por lo que tenemos poco caudal demandado y una velocidad muy pequeña.

La tubería 24 es la que transporta el agua hasta los depósitos de Uchell y Sepes, por aquí es por dónde se transporta casi la totalidad del caudal demandado en el abastecimiento a Aspe con un diámetro de 400mm. Podemos observar que la velocidad no es muy grande 0.28 m/s por lo que en futuras demandas o posibles caudales puntas nuestra tubería podrá satisfacer nuestras demandas.

La tubería 1885 es la tubería que sale desde el depósito Almoladera y es la que transporta el total del caudal suministrado a Aspe, como la línea 24 se encuentra en condiciones satisfactorias de funcionamiento.

### DEPOSITO UCHELL.

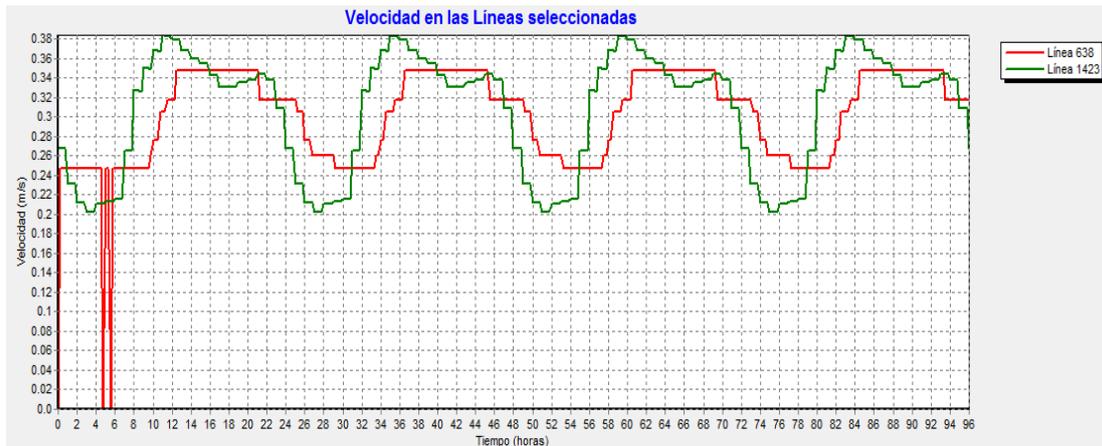


Figura 84. Velocidades entrada y salida en el depósito de Uchell.

La tubería 638 de 300 mm de diámetro es la tubería que conecta con la tubería que viene desde Almoladera de 400 mm y sirve para abastecer a los dos depósitos (Uchell y Sepes). Podemos observar que tiene una velocidad de 0.35 m/s por lo que es adecuada y funcionará holgadamente ante un incremento de caudal.

La tubería 1423 es la que sale del depósito de Uchell y transporta el agua a la mayor zona urbana de Aspe, tiene un diámetro de 300 mm y su velocidad máxima es de 0.40 m/s.

### DEPÓSITO DE SEPES

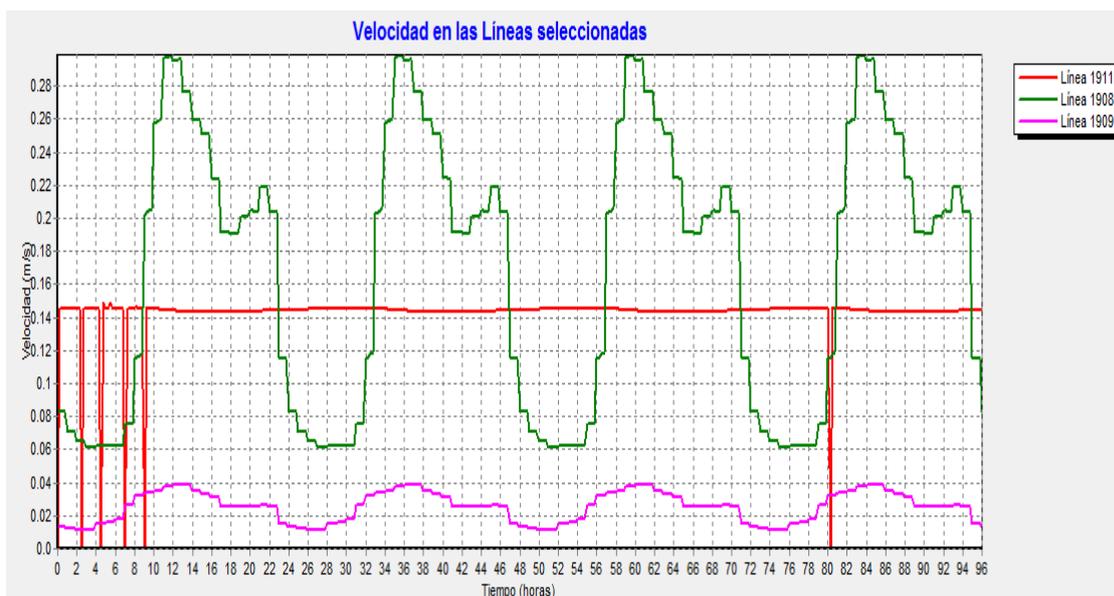


Figura 85. Velocidades entrada y salida en el depósito de SEPES.

La tubería 1911 es la que viene desde el depósito de Almoladera y llena al depósito de Sepes, a la entrada del depósito se reduce el diámetro a 300 mm teniendo una velocidad de 0.14 m/s siendo un poco baja.

La tubería 1908 es la tubería que abastece al núcleo urbano por la zona sur y a la urbanización Santa Elena, llegando a una velocidad máxima de 0.3 m/s con un diámetro de 250 mm.

La tubería 1909 es la tubería que transporta el agua hasta el polígono industrial y la urbanización Montesol. Dicha tubería tiene un diámetro de 300 mm y debido al pequeño caudal demandado tenemos una escasa velocidad de 0.04 m/s.

### ANILLO ZONA SUR

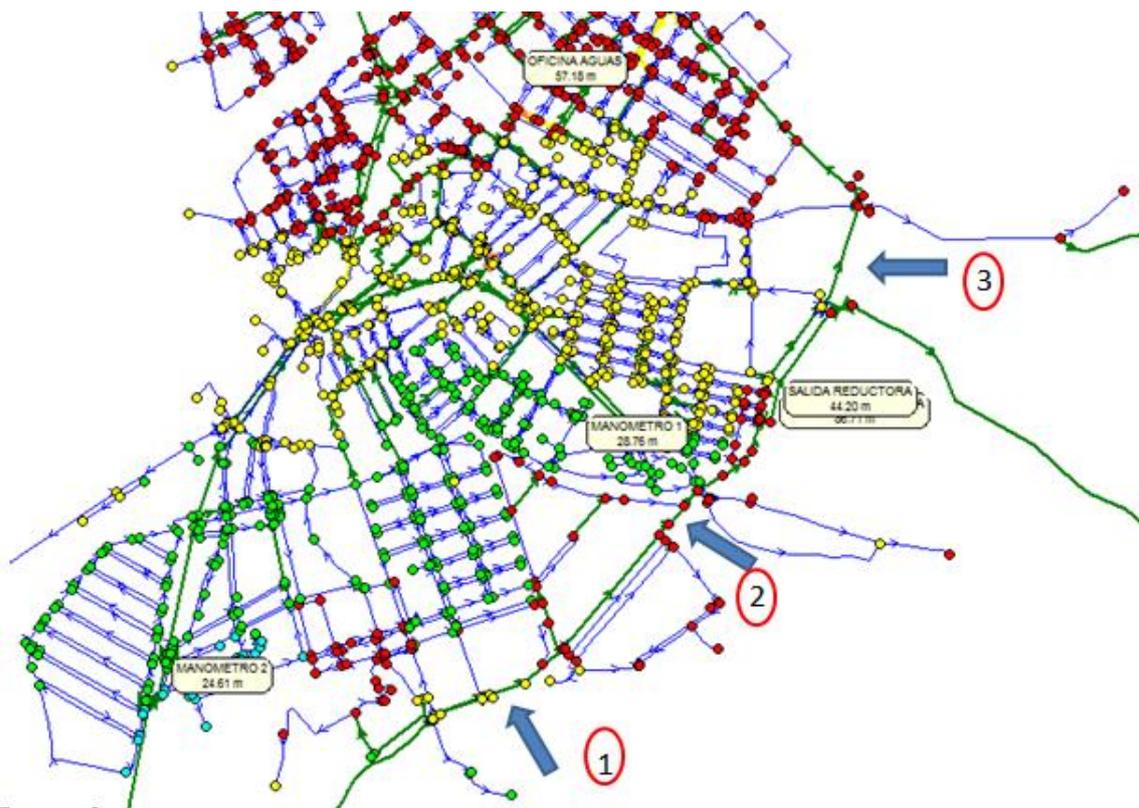


Figura 86. Zona sur del anillo

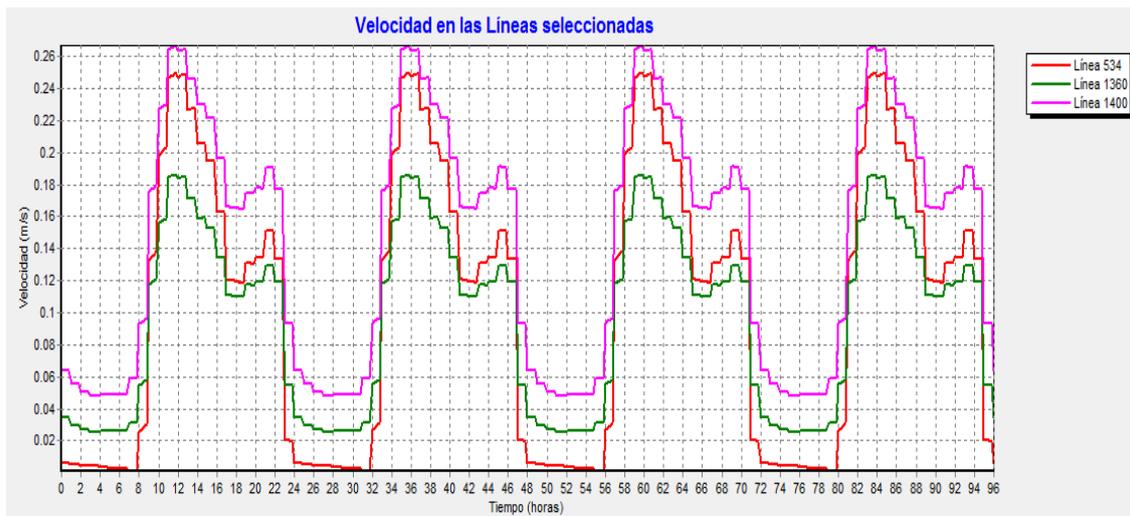


Figura 87. Velocidades en zona sur del anillo

1. Es la tubería 1400, es la tubería que viene desde el depósito de Sepes y abastece a la parte sur del casco urbano y continúa por el anillo. El diámetro es de 250 mm llegando a una velocidad máxima de 0.27 m/s por lo que funciona correctamente y podrá abastecer para futuras ampliaciones de caudal.
2. Es la tubería 1360. El diámetro es de 250 mm llegando a una velocidad máxima de 0.185 m/s por lo que es una velocidad baja.
3. Es la tubería 534, su diámetro es de 176,2 mm, con una velocidad máxima de 0.25 m/s pero en momentos puntuales su velocidad llega a ser prácticamente 0 m/s por lo que tendremos que subsanar este problema ya que tendremos problemas de calidad de agua al verse estancada.

### ANILLO ZONA ESTE

1. Es la tubería 2388, el diámetro es de 150 mm llegando a una velocidad máxima de 0.1 m/s pero en momentos puntuales su velocidad llega a ser 0.01 m/s.
2. Es la tubería 454. El diámetro es de 150 mm llegando a una velocidad máxima de 0,125 m/s por lo que es una velocidad baja.
3. Es la tubería 473, su diámetro es de 176,2 mm, con una velocidad máxima de 0,185 m/s, por lo que es una velocidad baja, pero en momentos puntuales su velocidad llega a ser prácticamente 0 m/s por lo que tendremos que subsanar este problema ya que tendremos problemas de calidad de agua al verse estancada.

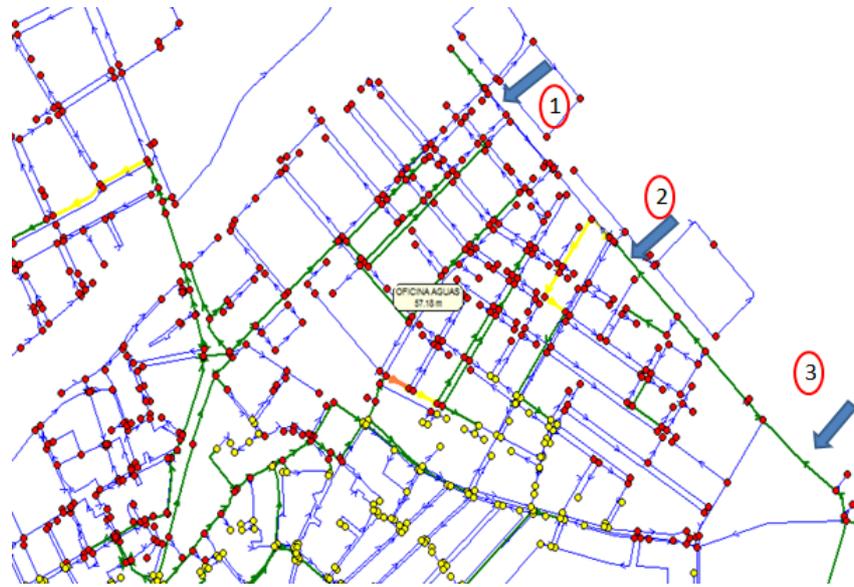


Figura 88. Zona este del anillo

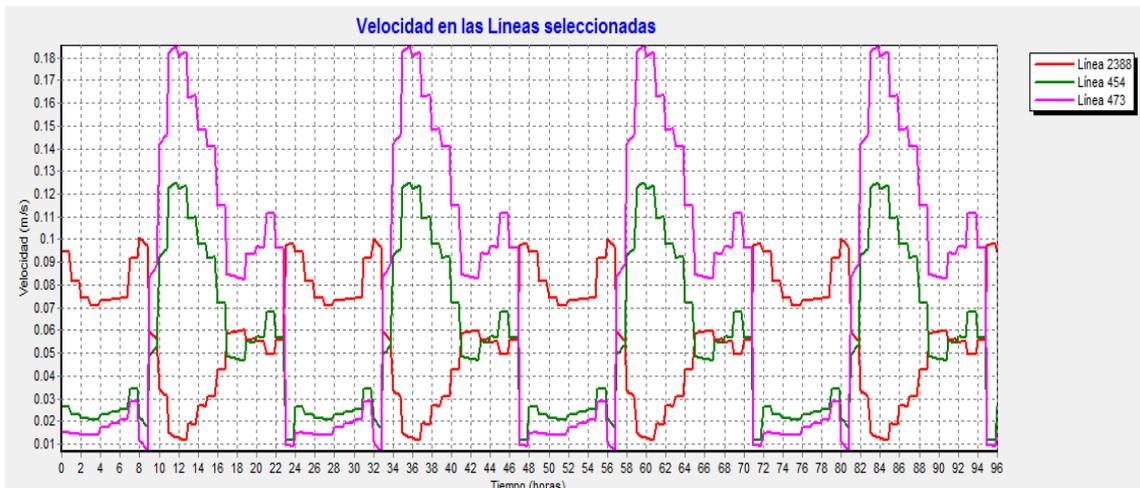


Figura 89. Velocidades en zona este del anillo

## ANILLO ZONA NORTE

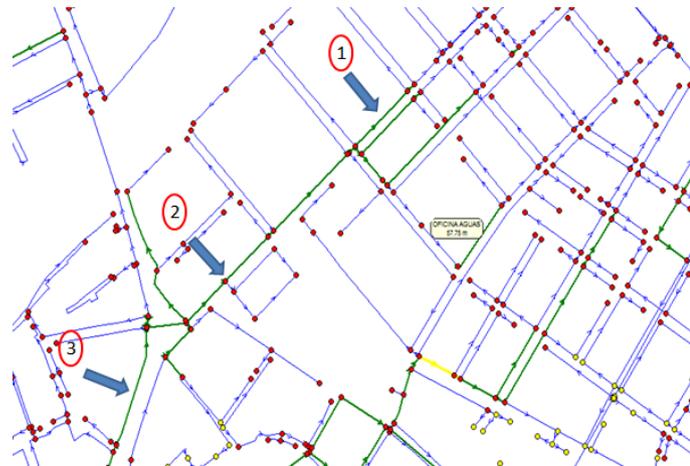


Figura 90. Zona norte del anillo

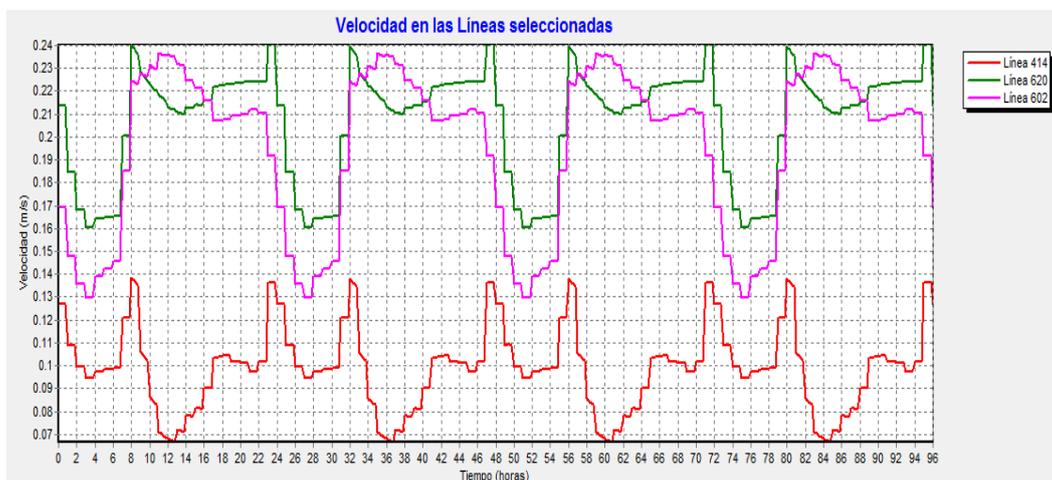


Figura 91. Velocidades en zona norte del anillo

1. Es la tubería 414, el diámetro es de 150 mm llegando a una velocidad máxima de 0,137 m/s, funciona holgadamente
2. Es la tubería 620. El diámetro es de 150 mm llegando a una velocidad máxima de 0,25 m/s llegando a una mínima de 0,16 m/s.
3. Es la tubería 602, su diámetro es de 200 mm, con una velocidad máxima de 0,235 m/s, por lo que es una velocidad baja para las dimensiones de la tubería pero no tendremos problemas en un futuro aumento de caudal.

ANILLO ZONA NORTE

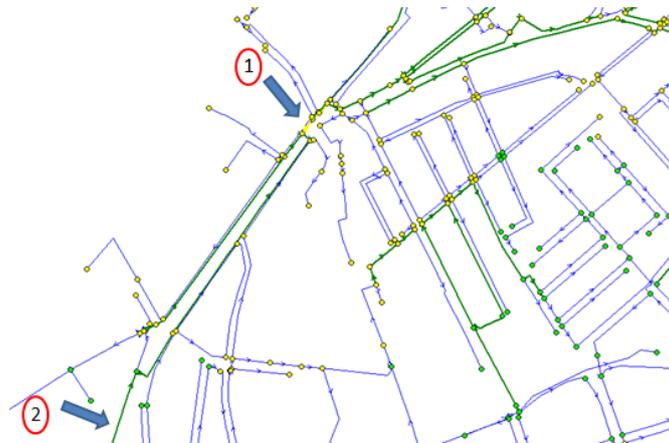


Figura 92. Zona este del anillo

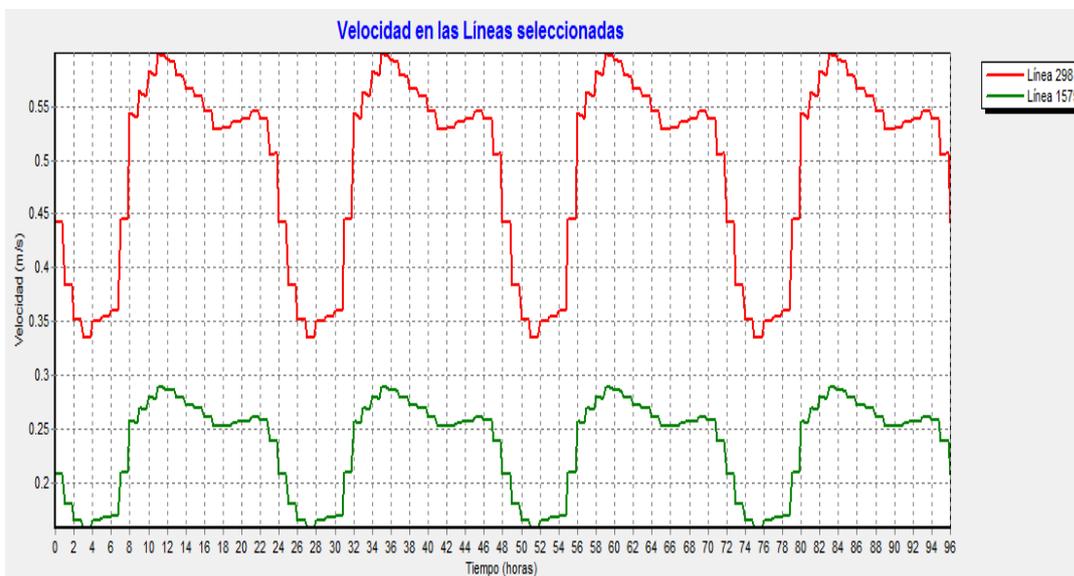


Figura 93. Velocidades en zona este del anillo.

1. Es la tubería 298, el diámetro es de 200 mm llegando a una velocidad máxima de 0,6 m/s, funciona holgadamente para las dimensiones de la tubería y el caudal circulante.
2. Es la tubería 1575. El diámetro es de 300 mm llegando a una velocidad máxima de 0,29 m/s y a un mínimo de 0,15 m/s. Debido al tamaño de la tubería funciona holgadamente.

## POLÍGONO INDUSTRIAL

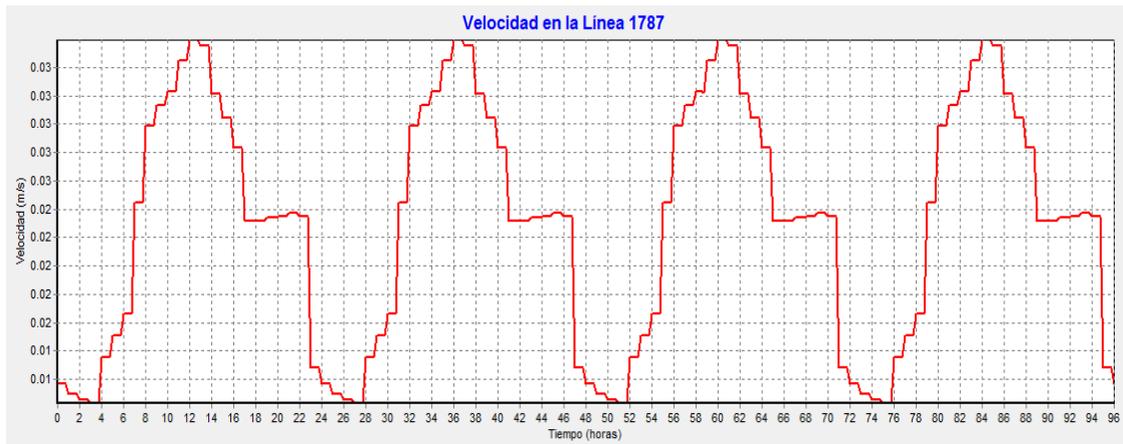


Figura 94. Velocidades en la tubería abastecimiento polígono y urb. Montesol.

La tubería 1787 es la tubería que suministra el agua al polígono industrial y la urbanización Montesol, dicha conducción tiene un diámetro de 300 mm pero como su demanda es muy baja, trabajaremos con velocidades muy pequeñas, lo cual habrá que proponer alguna medida.

Como se ha comprobado en el análisis de las tuberías que pertenecen al sistema de red arterial, las velocidades circulantes son bastantes bajas por lo que nuestro sistema está sobredimensionado pero daremos gracia porque podremos soportar incrementos de caudal y no sobrepasar los límites de velocidad máxima de 1 m/s.

A continuación se va a señalar una zona de tuberías de distribución que presentan altas velocidades, las cuales sobrepasar nuestro máximo de 1 m/s, por lo que deberemos tomar medidas al respecto para reducir dichas velocidades.

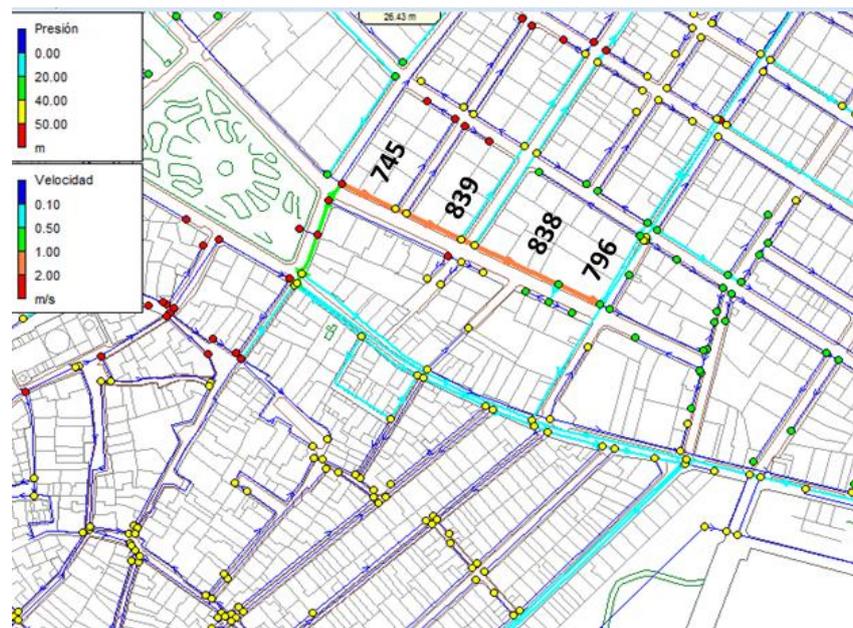


Figura 95. Zona con velocidades altas

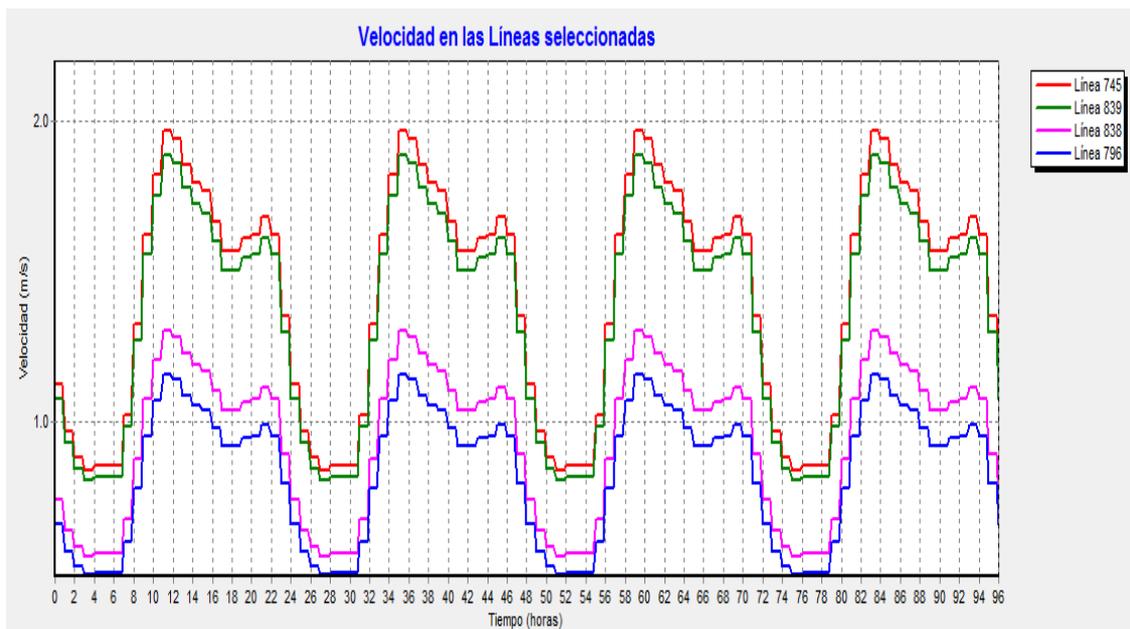


Figura 96. Tubería de distribución con altas velocidades.

Dicha tubería tiene un diámetro de 50mm, están instaladas a la entrada del sector 15 por lo que por ellas circula casi la totalidad del caudal demandado en el sector, la tubería 745 es la que presenta mayor velocidad ya que se encuentra más próxima a la entrada del sector.

**HONDON DE LAS NIEVES**

Como se puede observar en la siguiente figura, debido al pequeño caudal demandado tanto en los diseminados (constituidos por chalet) como por el núcleo urbano de Hondón de las Nieves (constituido por viviendas que no superan altura superior a dos plantas) y el diámetro de las tuberías, obtenemos velocidades muy pequeñas.

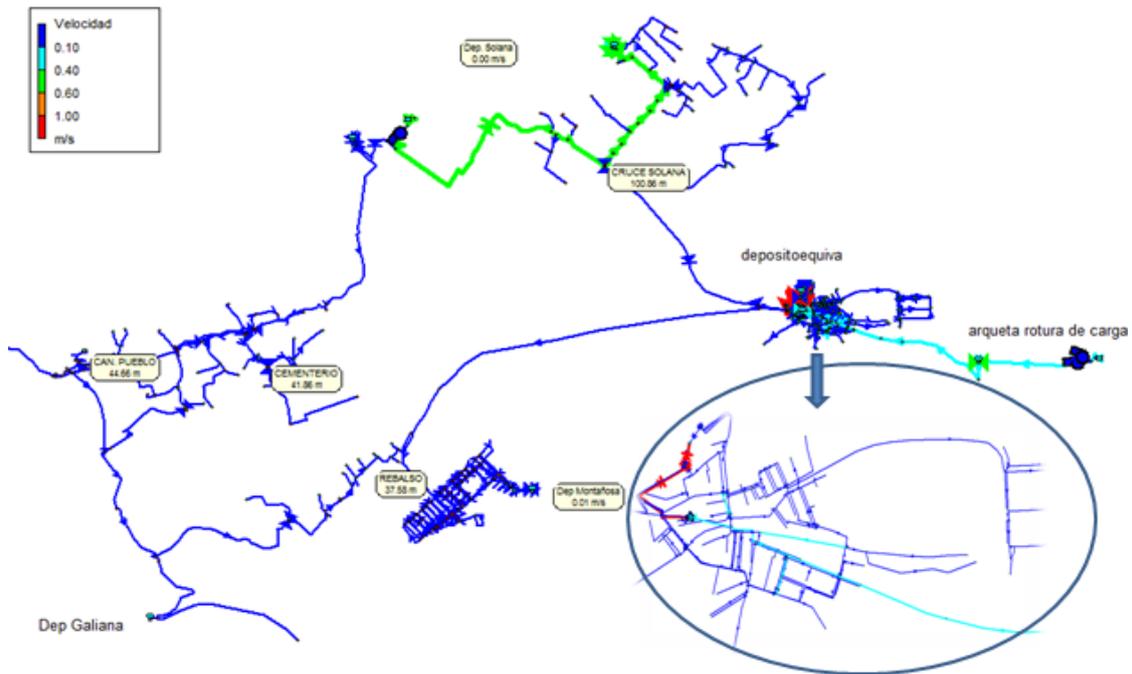


Figura 97. Velocidades en las tuberías de Hondón de las Nieves.

Debido a estas pequeñas velocidades habrá problemas de sedimentación y estanqueidad de agua en las tuberías por lo que se produciría pérdida de la calidad del agua.



Figura 98. Distribución de las velocidades en Hondón de las Nieves.

La única tubería que presenta velocidades superiores a 1 m/s es la tubería que sale desde el bombeo del aljibe y llena los depósitos (Caneleta y 2 de Mayo). Dicha tubería trabaja a velocidades alta cuando entra en funcionamiento el bombeo para llenar los depósitos.

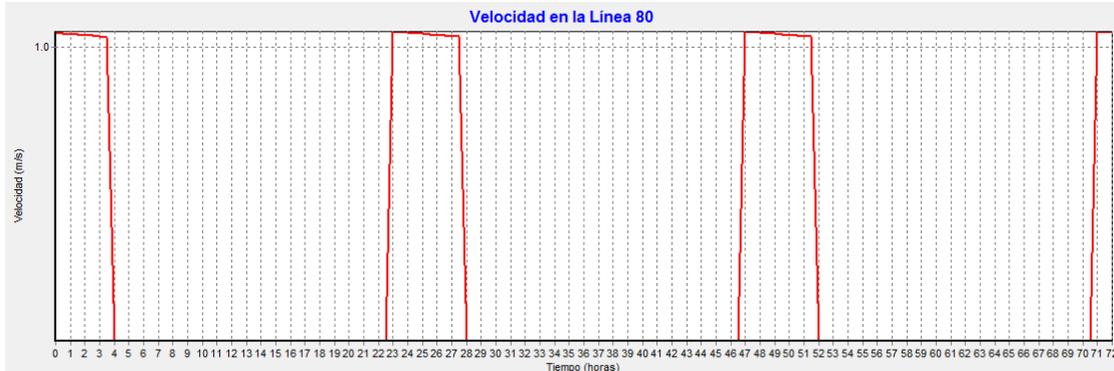


Figura 99. Velocidades en la tubería que sale del bombeo del aljibe.

### Análisis de caudales

Otro concepto importante a la hora de comprobar el funcionamiento correcto de la red, es el estudio de la trayectoria de los caudales, que nos indicará qué tuberías son las que transportan mayor cantidad de agua.

### ASPE

A continuación se muestra un mapa de caudales para el municipio de Aspe.

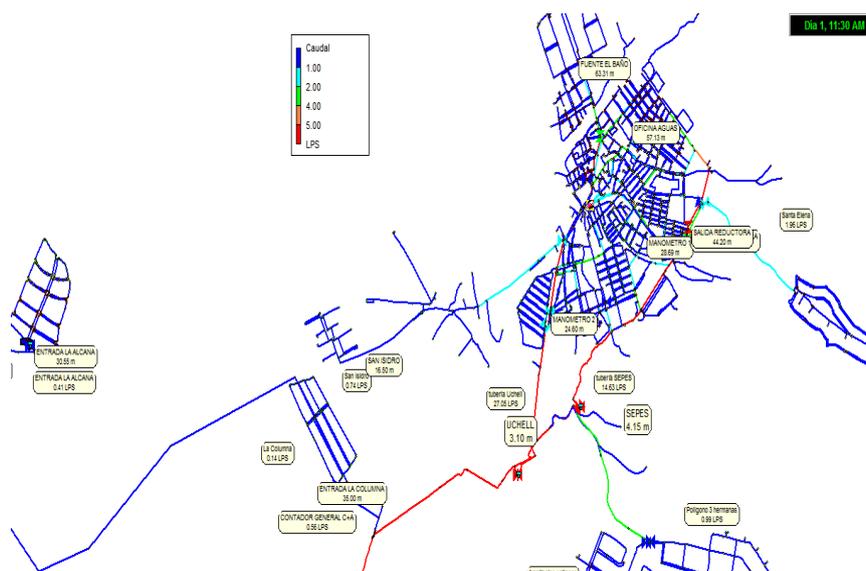


Figura 100. Distribución de caudales en el sistema general.

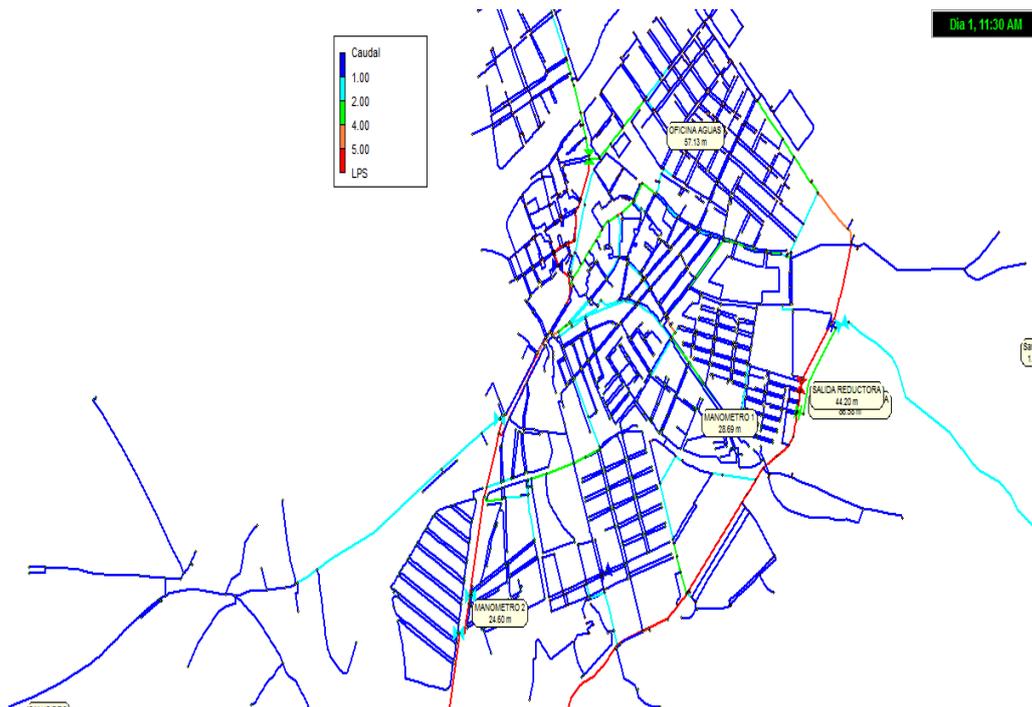


Figura 101. Distribución de caudales en el casco urbano.

Tal como se observa en la figura anterior se puede comprobar cómo son las tuberías de mayor diámetro, que conforman la red arterial, las encargadas de transportar los grandes caudales de agua, tal y como era de esperar.

#### HONDON DE LAS NIEVES

A continuación para el sistema general de llenado de los depósitos se ha considerado la hora 1:00 como la referente ya que a esa hora se realiza el llenado de los depósitos. Para el caso del casco urbano de Hondón de las Nieves se ha considerado el instante 11:30 h ya que es hora punta. Por lo que en estos instantes serán los momentos en los cuales circulan los mayores caudales.

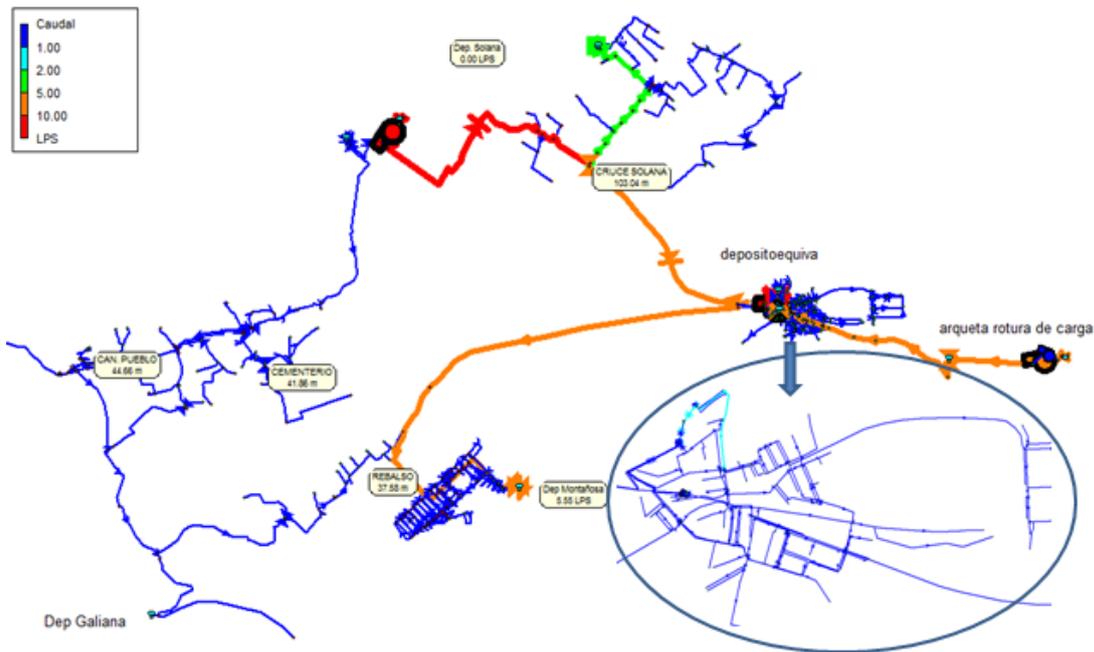


Figura 102. Distribución de caudales en el término de Hondón de las Nieves.

### Pérdidas unitarias

Otro concepto importante a la hora de comprobar el funcionamiento correcto de la red, es el estudio de las pérdidas unitarias, que nos indicará qué tuberías son las que tienen mayor pérdida unitaria. Se considerarán pérdidas elevadas las superiores a 5 mca/Km. Las pérdidas unitarias perjudicarán a nuestro sistema produciendo bajadas de presión.

### ASPE

A continuación se analizan las pérdidas unitarias que se producen en el sistema de abastecimiento de agua a Aspe.

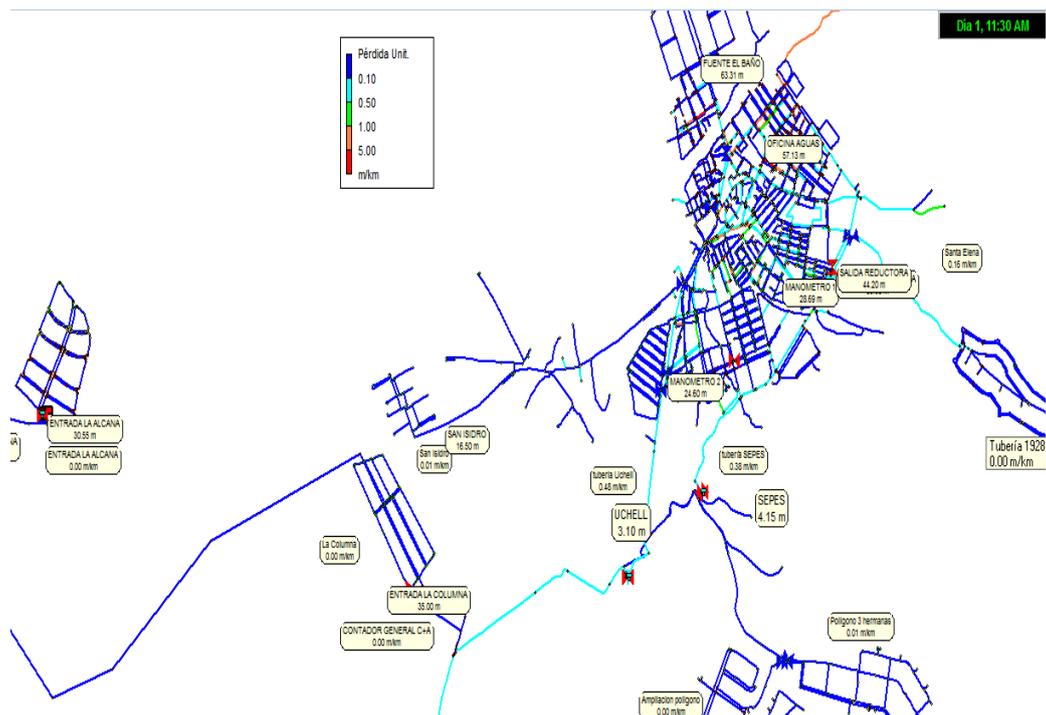


Figura 103. Distribución general de pérdidas unitarias en el sistema de Aspe.

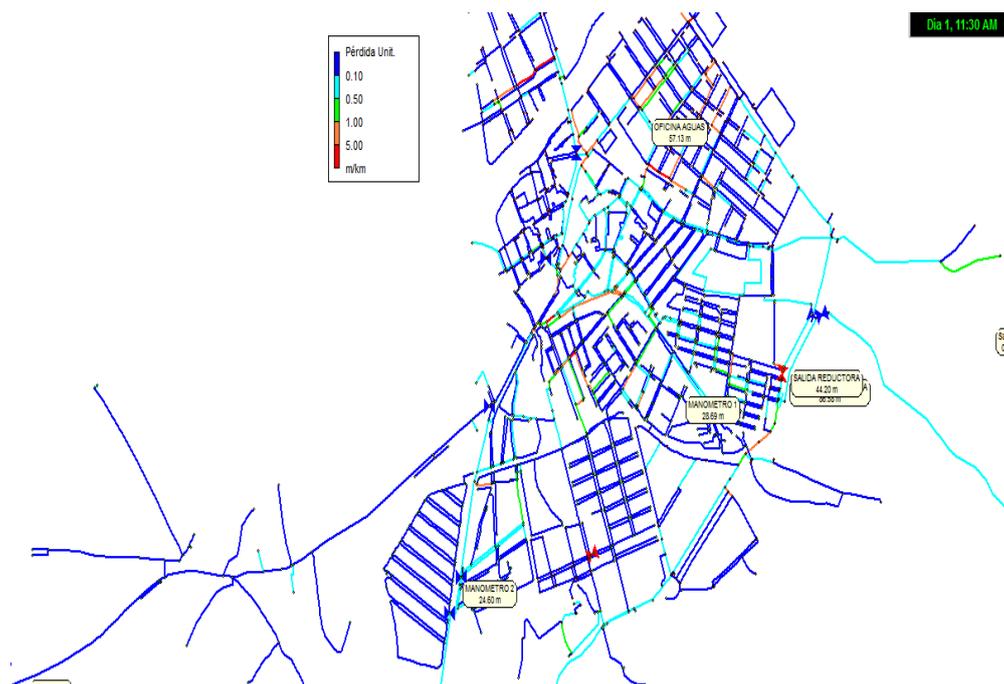


Figura 104. Distribución de pérdidas unitarias en el casco urbano de Aspe.

Tal cual se ha mostrado en las figuras anteriores, existe un tramo con pérdidas superiores a los 5 mca/Km, eso es debido a un exceso de velocidad en tuberías de pequeño diámetro (50 mm).

### Estudio de presiones

Se deberá tener cuidado con las presiones altas por lo que las deberemos reducir, no es aconsejable tener ningún nudo con presiones superiores a 50 mca. Porque a mayor presión mayores roturas o fugas tendremos en nuestro sistema. El periodo cuando nuestro sistema registra las mayores presiones es cuando existe la menor demanda de caudal posible, por lo que cogemos el instante 3 h de la mañana.

### ASPE

A continuación estudiamos es caso de Aspe.

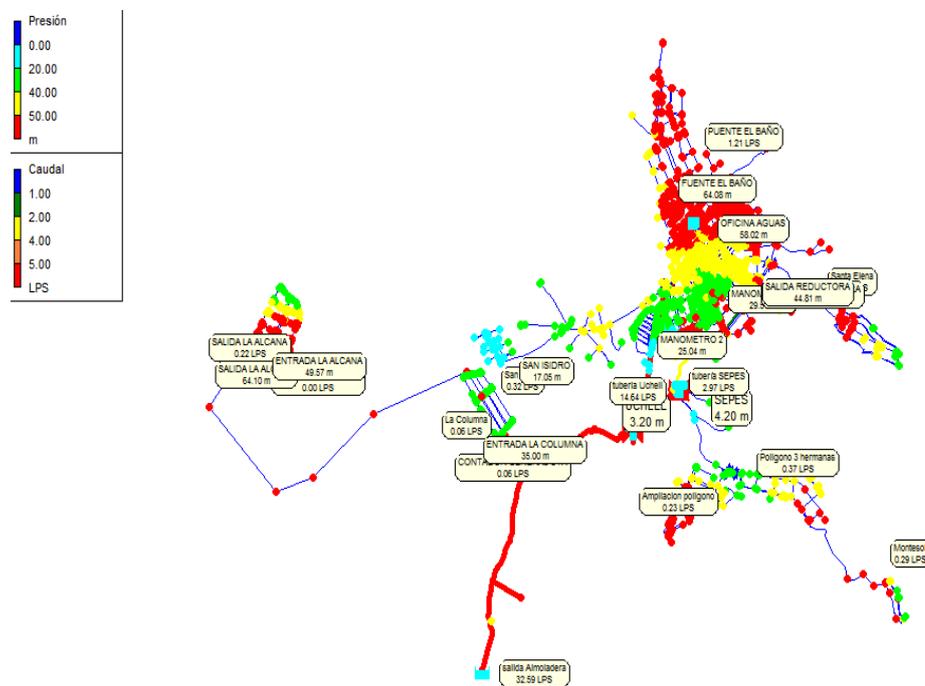


Figura 105. Distribución de presiones en Aspe.

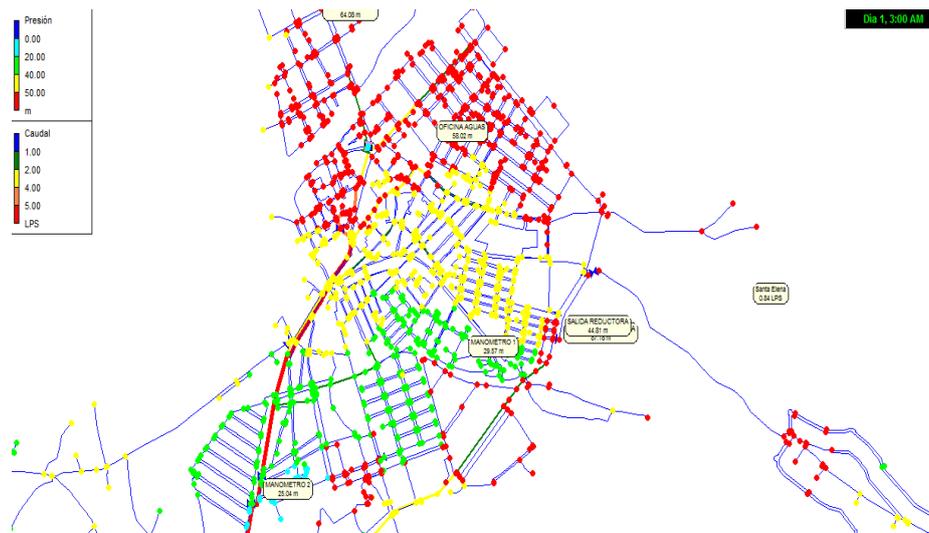


Figura 106. Distribución de presiones en el casco urbano de Aspe.

Como se puede observar en el sistema se tienen muchos nudos donde las presiones superan los 50 mca por lo que se deberá tomar medidas para disminuir dichas presiones en los nudos. Por el contrario también habrá que asegurar un mínimo de presión y esta será de 20 mca en nudos domésticos y de 15 mca en nudos industriales, puesto que las empresas utilizarán los grupos de presión adecuados a los procesos industriales implantados.

La zona donde se encuentran los nudos con mayor presión son los ubicados al final de la Avenida Constitución, ya que son los nudos con menor cota.

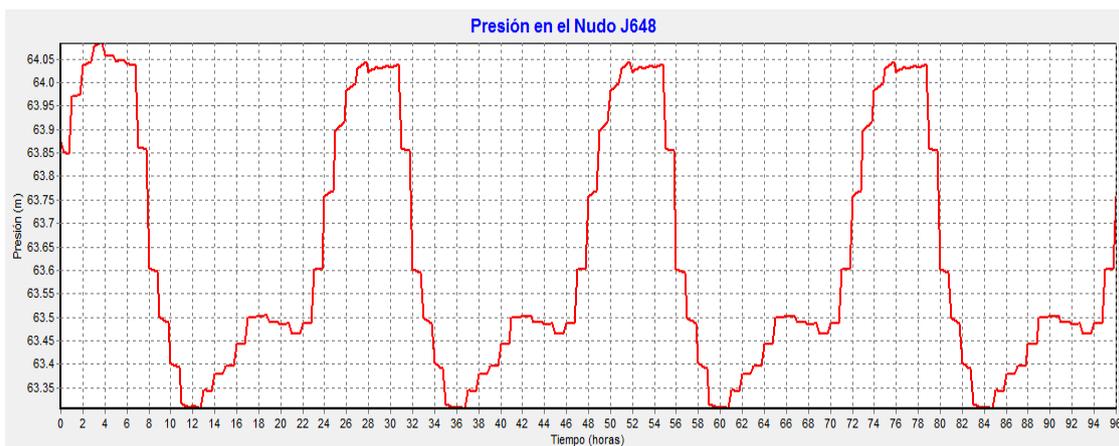


Figura 107. Distribución de presiones en el nudo más desfavorable.

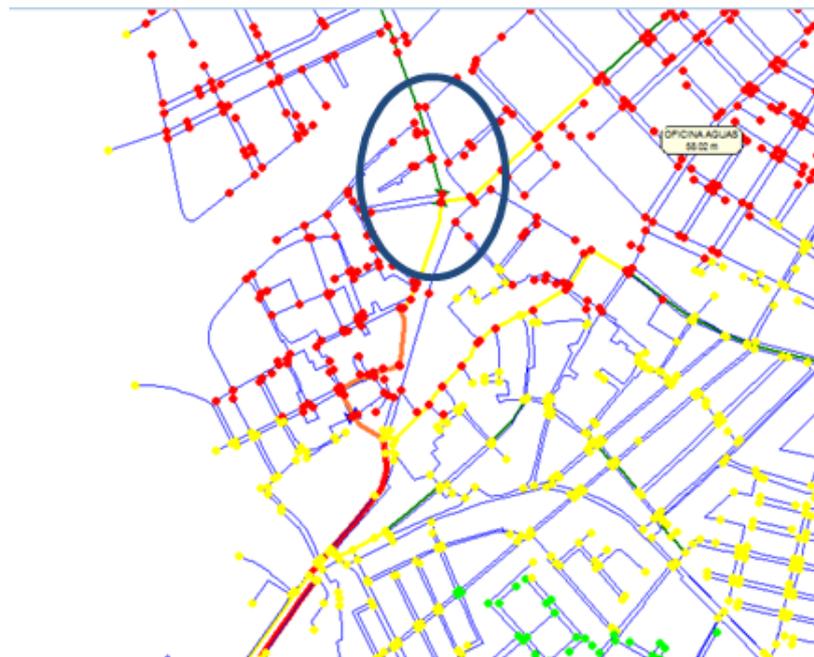


Figura 108. Zona donde los nudos tienen la mayor presión

Por el contrario existen dos zonas (urb. San Isidro y Ada de Elche) en las cuales las presiones en los nudos domésticos no cumplen el mínimo de 20 mca ya que la diferencia de cota entre el depósito Uchell y dichos nudos de consumos es de 20 m sumándole las pérdidas unitarias que se producen a lo largo del trayecto, lo cual supone una presión inferior a 20 mca en dichos puntos.

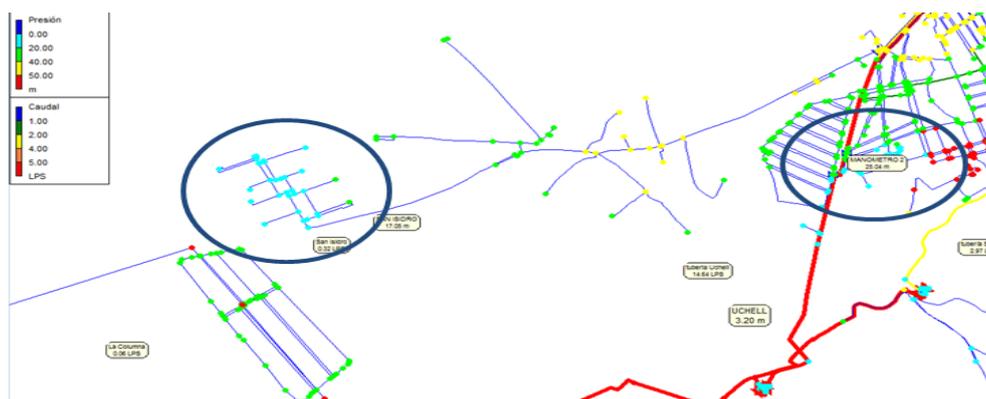


Figura 109. Zona donde los nudos tienen la menor presión.

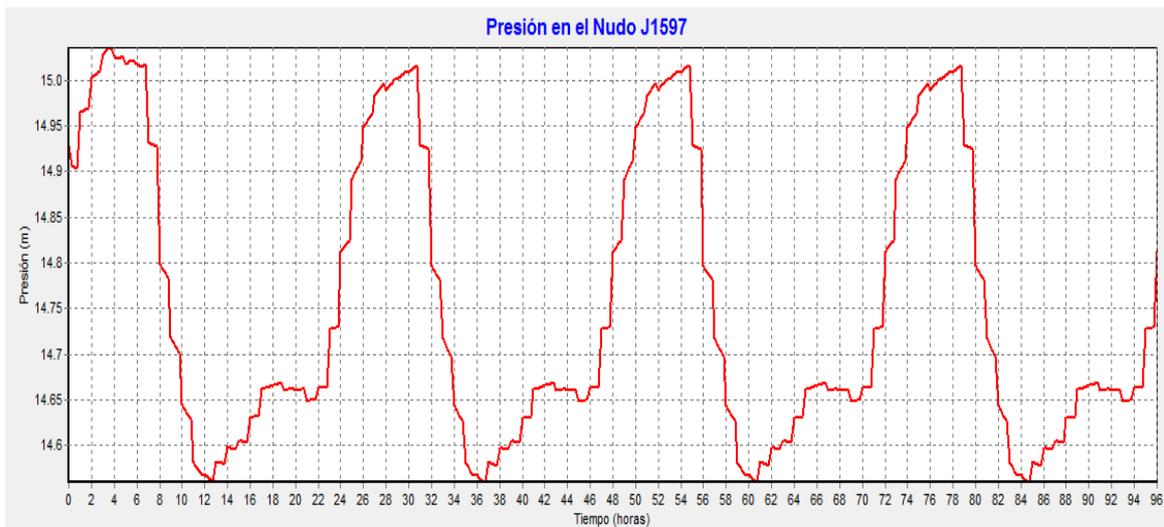


Figura 110. Evolución de la presión en el nudo con la menor presión disponible.

En las siguientes gráficas se compara el porcentaje de presiones en hora punta (11:30) y hora valle (03:00).

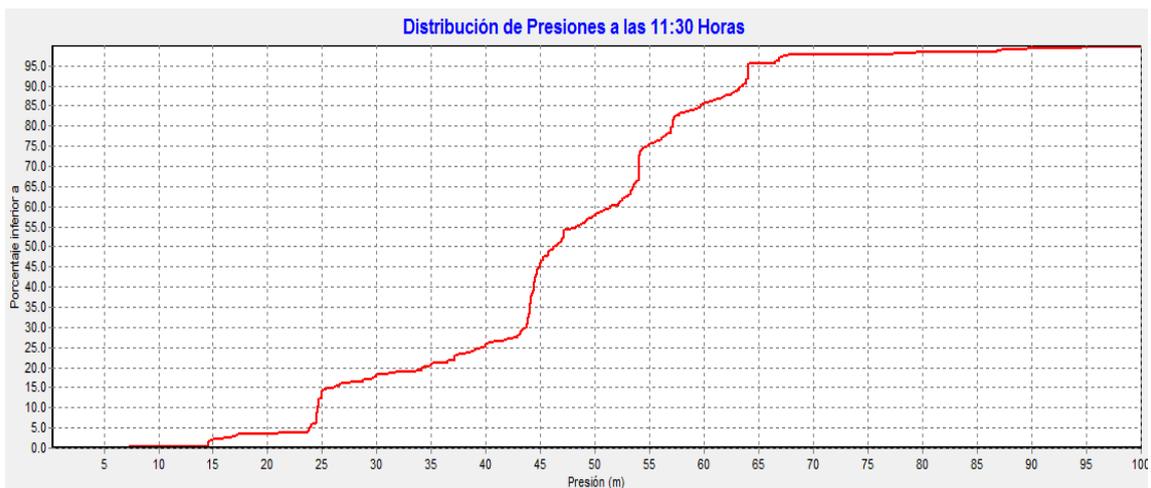


Figura 111. Porcentaje de la presión en el instante 11:30 h .

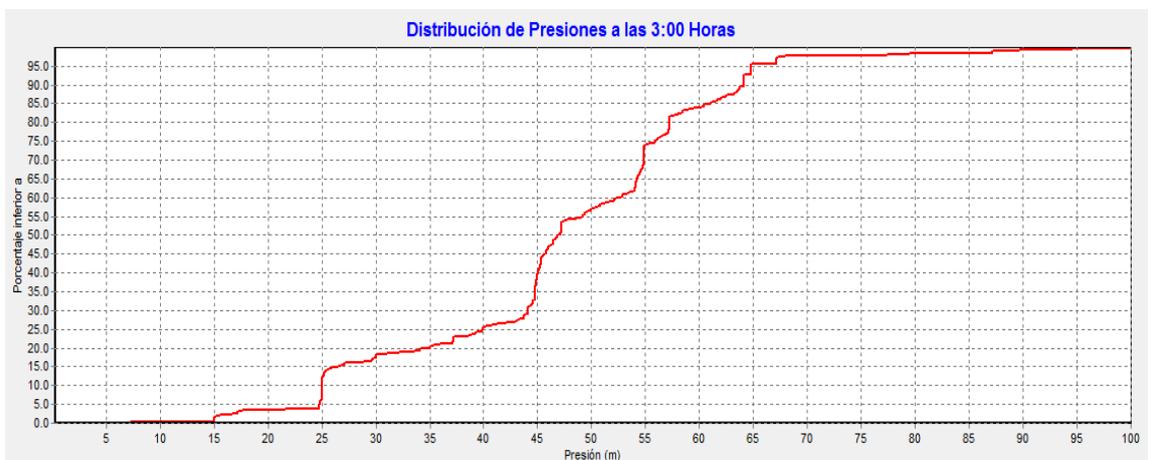


Figura 112. Porcentaje de la presión en el instante 03:00 h .

## HONDON DE LAS NIEVES

A continuación se analiza el caso de Hondón de las Nieves.

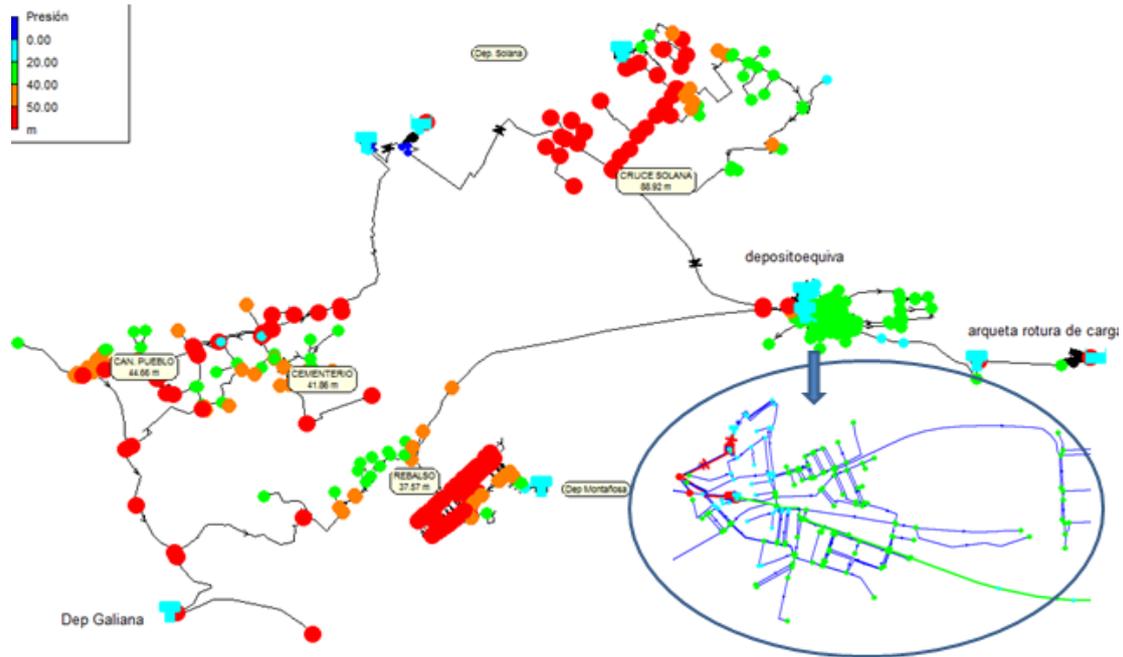


Figura 113. Distribución de presiones en Hondón de las Nieves

Como se observa en la imagen anterior existen tres zonas (Solana, Canalosa y Montañosa) con presiones superiores a 50 mca y en concreto en la zona La Solana hay presiones que oscilan entre 100 y 80 mca. Esto es debido a la diferencia de cota entre la zona del cruce de La Solana y el pozo La Solana más la altura de bombeo que proporciona la bomba La Solana.

En la zona de La Montañosa las presiones llegan a alcanzar presiones de 55 mca sería recomendable reducir un poco las presiones. En la zona de diseminados de La Canalosa existen algunos nudos que llegan a alcanzar presiones de 80 mca, también deberán ser reducidas estas presiones.

### Calidad del agua

Desde el punto de vista de la calidad se efectúa un estudio sobre el tiempo de permanencia del agua en la red, esto significa, el tiempo que tarda el agua en llegar a un nudo o a una tubería desde que sale desde las fuentes de suministro.

El tiempo de permanencia del agua (también denominado tiempo de retención) es el tiempo que permanece una determinada porción de agua en el interior de la red, considerando el valor cero para el agua que entra en la red desde un depósito o una fuente de suministro. Este cálculo es una forma simple de valorar la calidad del agua en la red, sin necesidad de efectuar ninguna medida.

A continuación se muestran los resultados de los análisis de tiempo de permanencia efectuados para la situación actual.

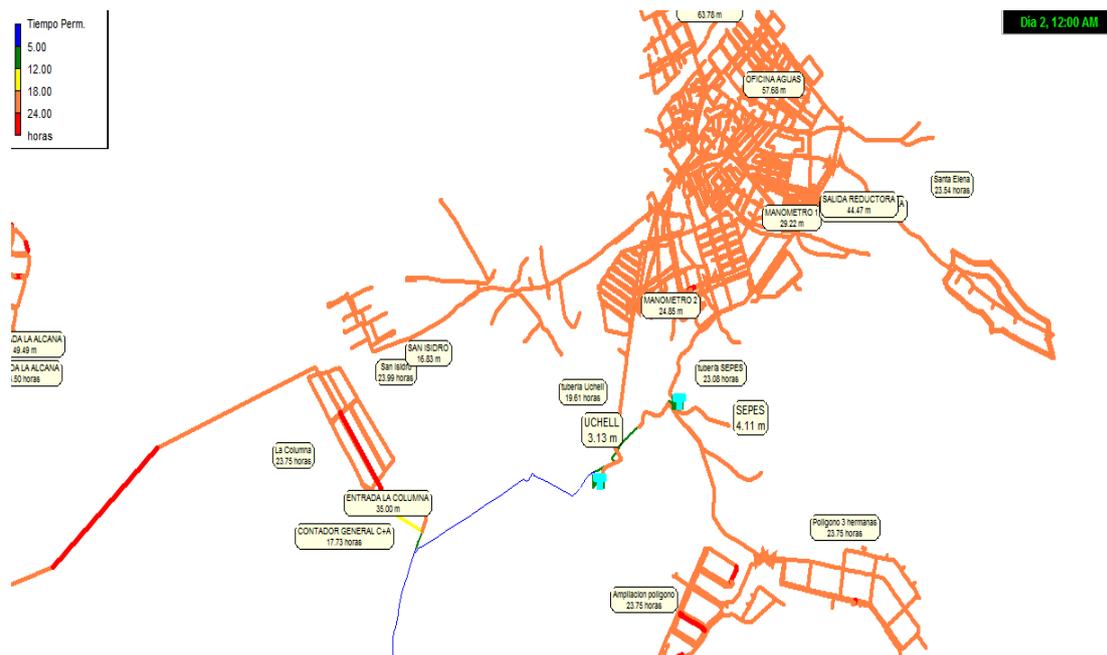


Figura 114. Tiempo de permanencia a las 24h. en Aspe

Los tiempos de permanencia para el municipio de Aspe son en su mayoría aceptables, aunque un poco elevados, esto es debido a los bajos caudales demandados y los grandes diámetros de las tuberías lo que provoca una velocidad muy baja de transporte provocando la estancuidad del agua. Este hecho nos viene a decir que desde que sale desde los depósitos hasta que llega a la tubería o al nudo, el agua está en la red tantas horas como marca su tiempo de permanencia.

Desde el punto de vista de la calidad, es recomendable que el agua no supere las 48 horas de tiempo de permanencia en red, ya que es pasado este tiempo cuando se puede producir un deterioro en la calidad debido a la generación de malos olores y sabores. Con el fin de solventar esta merma en la calidad se puede establecer un plan selectivo de purgas del agua de red en aquellos puntos donde el tiempo de retención

es superior al recomendado, consiguiendo eliminar de este modo el agua estancada de menor calidad. Otra forma de evitar elevados tiempos de permanencia es realizar un mallado de la red o instalar cloradores por diferentes puntos del sistema.

### HONDON DE LAS NIEVES

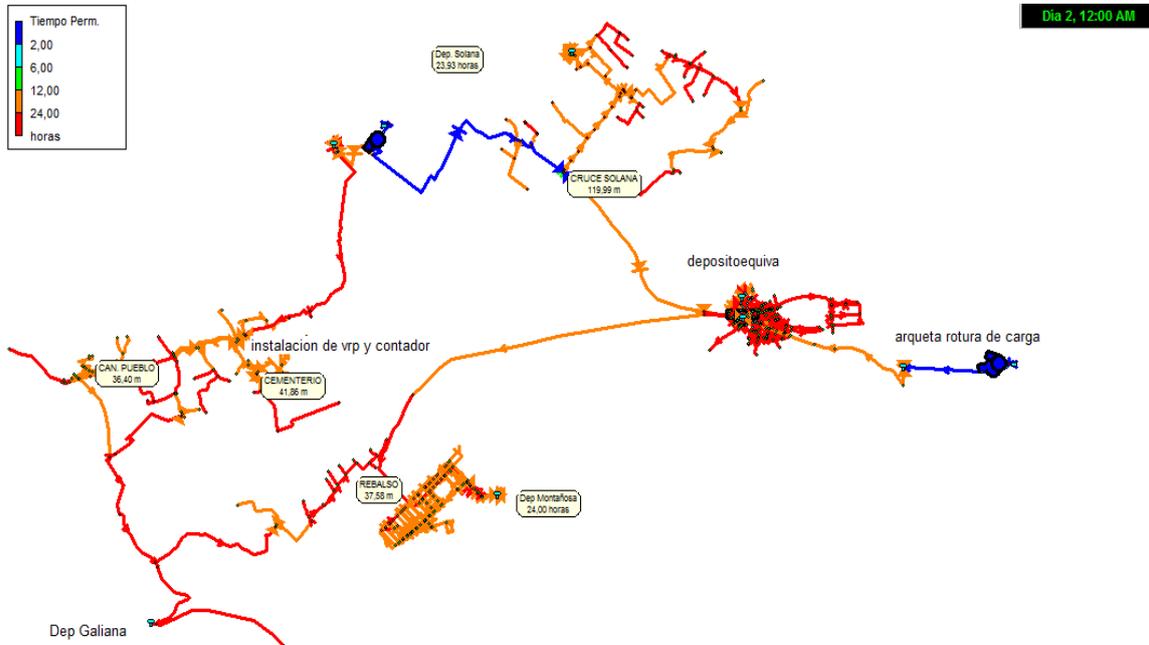


Figura 115. Tiempo de permanencia a las 24h. en Hondón de las Nieves.

Para el caso del suministro a Hondón de las Nieves y pedanías se encuentra en la misma situación que a Aspe.

#### 6.2.2 Análisis de la red en condiciones de emergencia

##### ASPE

Se analiza a continuación el comportamiento de la red en situaciones de emergencia, como pueden ser situaciones en las que se produzca la rotura de una conducción de la red arterial. Para ello lo analizaremos para el instante de mayor consumo (11.30h).

Como se observa en el gráfico siguiente, si se produjese una rotura en la tubería principal proveniente del depósito de Uchell, no se produciría ningún corte de suministro de agua pero sí una disminución de presiones bajando de los 20 mca en los sectores 1, 2, 3 y 4. Como medida alternativa se podría realizar una conexión a través

del camino viejo de Hondón en la tubería de 350 mm de diámetro que suministra agua a la urbanización La Alcaná a la salida de la urbanización La Columna y la conectaríamos con la urbanización San Isidro, así podríamos suministrar desde ahí a través del sector 3 el casco urbano de Aspe. La conexión que se realizaría entre la tubería de 350 mm de diámetro y la urbanización San Isidro permanecería cerrada mediante una válvula y en caso de fallo de la tubería proveniente del depósito de Uchell al casco urbano de Aspe sería abierta y así garantizar el suministro de agua para el casco urbano y aumento de presiones.



Figura 116. Rotura de la tubería que viene desde el depósito de Uchell y abastece al casco urbano de Aspe.

Como se puede observar en el gráfico siguiente, si se produjese una rotura en la tubería de 250 mm proveniente del depósito de Sepes, se produciría un corte de suministro de agua en los sectores 5 y 6. Para garantizar el suministro de agua a los sectores 5 y 6, se deberá abrir la válvula instalada en la calle Cantal de Eraes, la cual permanece cerrada para limitar las zonas de abastecimiento de cada depósito. Mediante la apertura puntual en caso de fallo de la red proveniente del depósito de Sepes, podríamos abastecer agua a dichos sectores pero la presión de suministro podría ser menor a 20 mca.

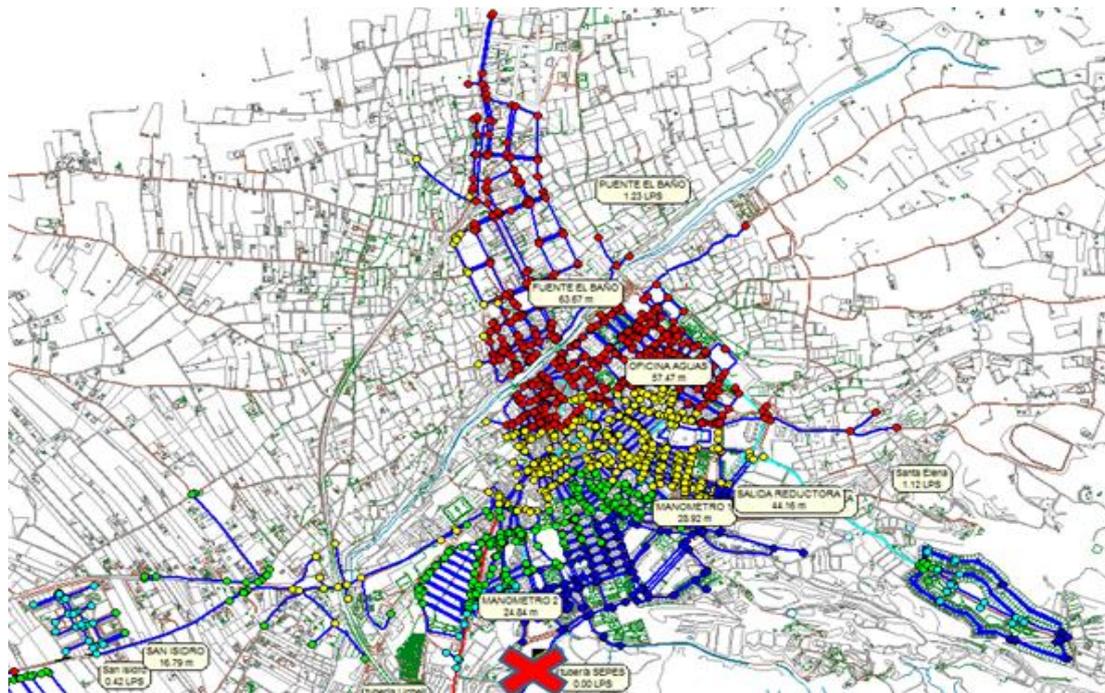


Figura 117. Rotura de la tubería que viene desde el depósito de SEPES y abastece a la zona alta de Aspe.

### HONDON DE LAS NIEVES

A continuación se analizan cuatro situaciones de emergencia (rotura de tuberías) para el abastecimiento de agua al término de Hondón de las Nieves.

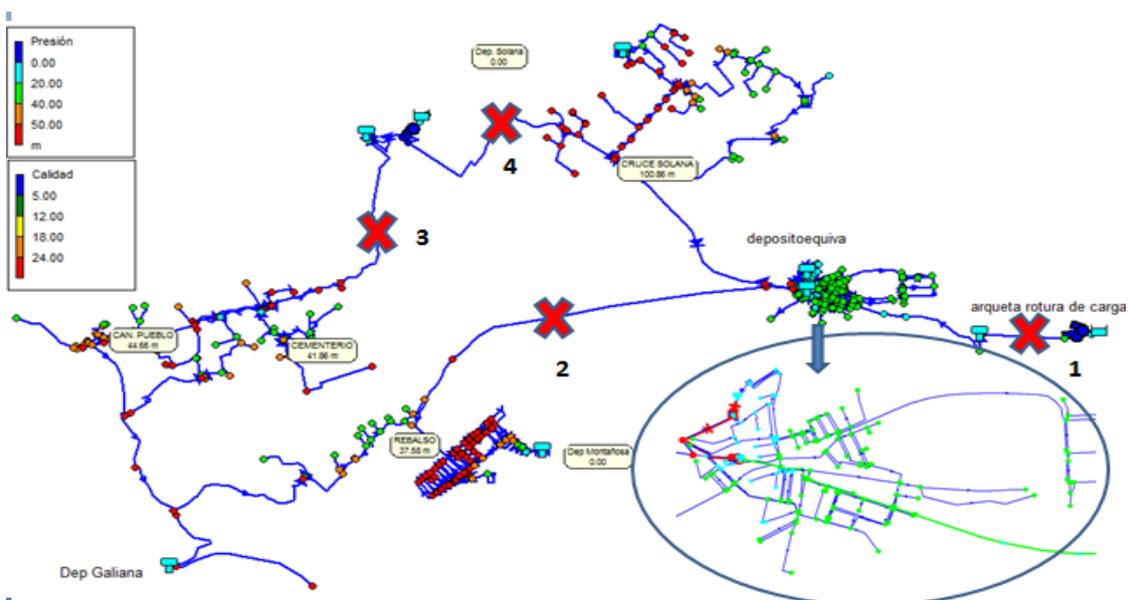


Figura 118. Diferentes situaciones de emergencia para el abastecimiento al término de Hondón de las Nieves.

1. Si se produjese una rotura de la tubería que abastece el agua al núcleo urbano de Hondón de las Nieves, no habría ningún problema de abastecimiento de agua al núcleo urbano ya que disponemos de los depósitos Aljibe, Canaleta y 2 de Mayo, los cuales nos proporcionarían suministro de agua para 72 h, además si se superase dicho tiempo de emergencia, se podría abastecer con agua desde el pozo La Solana.
2. Para el caso de que en la tubería de llenado al depósito de La Montañosa se produjese una rotura, el suministro de agua a la urbanización La Montañosa estaría garantizado 105 h gracias al volumen almacenado en dicho depósito.
3. Si se produjese la rotura de la tubería que abastece a la zona de los diseminados de La Canalosa y El Rebalso, no se podría mantener el servicio de abastecimiento de agua, por lo que, habría que utilizar el depósito alternativo de Galiana para poder garantizar el suministro de agua. Debido a la diferencia de cotas entre los nudos de suministro y el depósito, habría varios nudos situados en el diseminado de La Canalosa que tendrían poca presión de servicio.
4. Para el caso de rotura de la tubería que transporta el agua a la zona de La Solana, habrá suministro para 120 h, si se produjese un intervalo de emergencia mayor a tiempo, se podría abastecer agua desde el depósito de La Montañosa.

### *6.2.3 Comportamiento de la red ante condiciones de incendio*

En materia de extinción de incendios la normativa española ha sufrido una variación considerable. La NBE-CPI/82 (Norma Básica de la Edificación. Condiciones de Protección Contra Incendios) ha sido de obligado cumplimiento hasta que fue derogada por la NBE-CPI/91 y posteriormente en el año 1996 por la NBE-CPI/96, que si bien no se encuentra en vigor tras la aprobación del CTE (Código Técnico de la Edificación) se consideran como válidas las recomendaciones en cuanto a diseño de redes de hidrantes públicas.

La citada norma, en cuanto a redes de hidrantes exteriores, se recogen las siguientes directrices; en cuanto a ubicación de hidrantes se fija la distancia mínima que debe existir entre los hidrantes colocados en la red de la siguiente forma: *“Los hidrantes deben estar situados en lugares fácilmente accesibles, fuera del espacio destinado a la circulación y estacionamiento de vehículos, debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23 033 y distribuidos de tal manera que la distancia entre ellos medida por espacios públicos no sea mayor que 200 metros”*

Además, la norma establece que deben contar con la instalación de, al menos, un hidrante los siguientes edificios o establecimientos:

- Con carácter general toda edificación cuya altura de evacuación descendente o ascendente sea mayor que 28 m o que 6 m, respectivamente.
- Los cines, teatros auditorios, discotecas con superficie entre 500 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Los recintos deportivos con superficie comprendida entre 5.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Los de uso comercial o de garaje o aparcamiento con superficie comprendida entre 1.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Los de uso Hospitalario o residencial con superficie entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.
- Los de uso administrativo, docente o vivienda con superficie comprendida entre 5.000 10.000 m<sup>2</sup>.
- Cualquier edificio o establecimiento de densidad elevada conforme al apartado 6.1 de esta norma básica no mencionado anteriormente, con superficie construida comprendida entre 2.000 y 10.000 m<sup>2</sup>.

Además “los anteriores edificios o establecimientos deben contar con un hidrante adicional por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales de superficie construida o fracción.”

Asimismo, se indica que los hidrantes colocados para proteger a los edificios mencionados anteriormente deberán estar situados a no más de 100 m de distancia de un acceso al edificio.

En cuanto a características hidráulicas de la red de abastecimiento, la norma fija la suficiencia hidráulica de la red para satisfacer la demanda de caudales de incendio de la siguiente forma: *“La red hidráulica que abastece a los hidrantes debe permitir el funcionamiento simultáneo de dos hidrantes consecutivos durante dos horas, cada uno*

*de ellos con un caudal de 1.000 l/min, y una presión mínima de 10 mca. En núcleos urbanos consolidados en los que no se pudiera garantizar el caudal de abastecimiento de agua, puede aceptarse que éste sea de 500 l/min., pero la presión se mantendrá en 10 mca.”*

Dada la importancia del caudal, la red suministradora debe contar con unos diámetros mínimos para no provocar excesivas pérdidas de carga, lo cual puede obligar a un redimensionamiento de la red en determinados puntos.

En cuanto a características de hidrantes, la norma no fija características de los hidrantes a colocar, sino que remite directamente al Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

En el citado Reglamento se indica que los hidrantes exteriores podrán ser de dos tipos:

- Columna de Hidrante al Exterior (CHE), los cuales se ajustarán a lo establecido en las normas UNE 23.405 (Hidrante de Columna Seca) y UNE 23.406 (Lucha contra Incendios. Hidrante de Columna Húmeda). Cuando se prevean riesgos de heladas, las columnas hidrantes serán del tipo de columna seca.
- Hidrantes de Arqueta, los cuales se ajustarán a lo establecido en la Norma UNE 23.407 (Lucha Contra Incendios. Hidrantes bajo Nivel de Tierra), salvo que existan especificaciones particulares de los servicios de extinción de incendios de los Municipios en donde se instalen.

Sin embargo, ni la NBE-CPI/96, ni el Reglamento de Instalaciones de Protección, indican el diámetro del hidrante a colocar en la red. En este caso, nos podemos remitir a la NBE-CPI/82, en la que se indicaba que los hidrantes de incendio serán como mínimo de tipo 80 mm en núcleos de población con menos de 5.000 habitantes y con menos del 10 % de edificios de tres plantas y del tipo 100 mm como mínimo en el resto de los casos.

Así pues, para comprobar el cumplimiento de las condiciones de incendio se empleará el modelo matemático elaborado, simulando un incendio en la zona más desfavorable

de la red, para la hora punta del día de máximo consumo, considerando que tal y como especifica la norma, dos hidrantes consecutivos deberán de ser capaces de proporcionar un caudal de 16,6 l/s cada uno de ellos (o la mitad en caso de no cumplirse esta condición), no bajando nunca la presión de los 10 mca.

## ASPE

A continuación se analiza el sistema de Aspe ante una situación de incendio.



Figura 119. Situación del sistema (1.000 l/min) ante un incendio en Aspe.

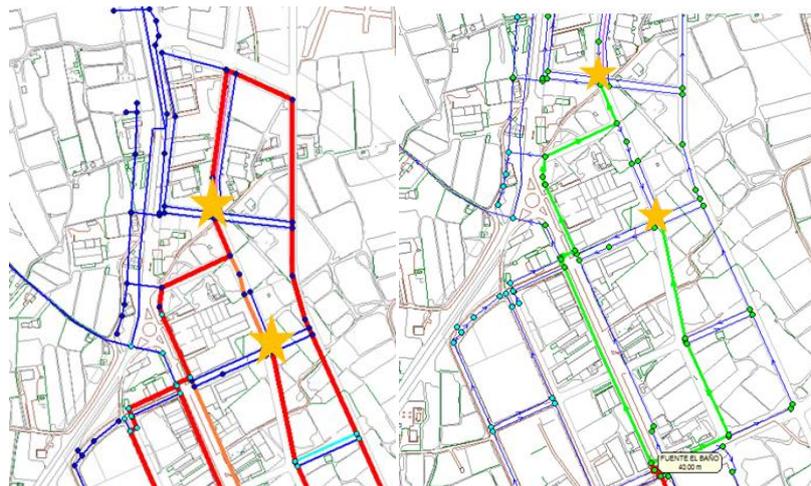


Figura 120. Zona más vulnerable ante respuesta del sistema en situación de incendio, imagen de la izquierda (1.000l/min), imagen de la derecha (500l/min).

Como se puede observar, si el sistema tuviera que responder ante una situación de incendio, cumpliría las presiones mínimas de suministro para los abonados y el caudal necesario por los hidrantes ante un posible incendio. Aunque la zona (Puente el Baño) que es la zona más alejada de los depósitos de abastecimiento de agua sufriría una reducción importante de presiones en los nudos próximos al hidrante por lo que no se cumpliría con el requisito mínimo de cumplir 10 mca, por lo cual debido a ser una zona urbana consolidada se puede aceptar un caudal de 500 l/min y ante esta situación sí se garantiza el servicio mínimo de 10 mca.

### HONDON DE LAS NIEVES

A continuación se analizan los tres núcleos urbanos (Hondón de las Nieves, La Montañosa y Canalosa), ya que son las tres zonas con distribución urbana.



Figura 121. Situación de incendio (500 l/min) en el núcleo urbano de Hondón de las Nieves.

Como se observa de la imagen anterior, el sistema de Hondón de las Nieves no satisface las necesidades de presiones mínimas ante una situación de incendio por lo que deberemos adoptar alguna medida correctora, para ello se propondrá la conexión de alguna tubería ramificada a la tubería (150 mm) que forma el anillo, asegurándose así una red mallada y evitar redes ramificadas.

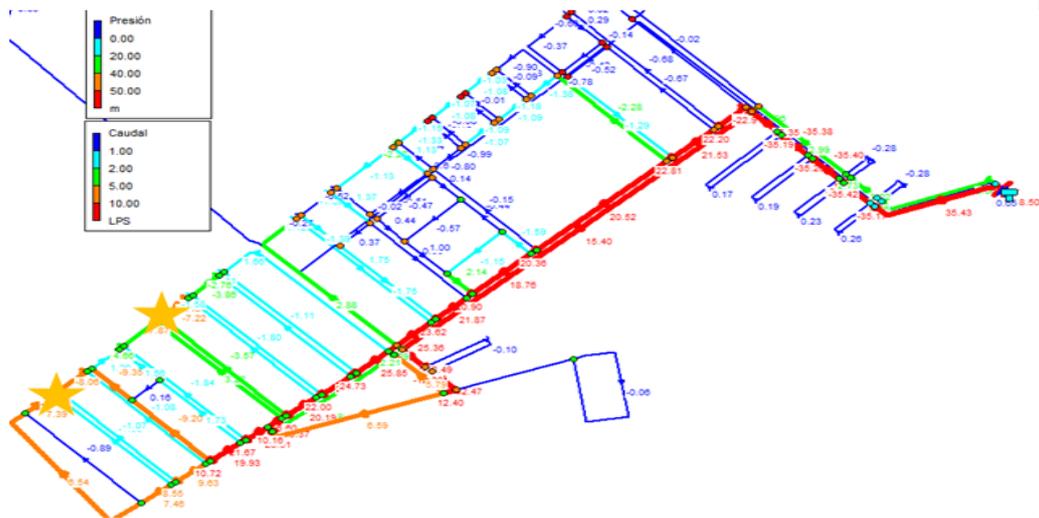


Figura 122. Situación de incendio (1.000 l/min) en la urbanización La Montañosa.

Como se observa en la figura anterior, la urbanización La Montañosa responde de forma adecuada garantizando el servicio de las presiones mínimas ante una situación de incendio.



Figura 123. Situación de incendio (500l/min) en La Canalosa.

Como se observa en la imagen anterior, el sistema de La Canalosa no puede garantizar presiones mínimas ante un incendio por lo que para subsanar dicho problema se deberá apoyar abasteciendo agua desde el depósito auxiliar La Galiana.

### 6.3 Conclusiones

La conclusión básica que se puede extraer del análisis efectuado relativo a la situación actual de los abastecimientos a Aspe y a Hondón de las Nieves es que se necesita mejorar el rendimiento general de la red, así como incrementar la capacidad de suministro desde fuentes de producción propias, para lo cual se propondrán dos grandes líneas de actuación que recogerán, entre otras, las siguientes actuaciones:

- Existen tuberías de pequeño calibre que generan problemas de repuestos y conservación. Estas tuberías deberán ser sustituidas progresivamente.
- Existe gran cantidad de metros de tuberías de fibrocemento que presentan problemas de mantenimiento y roturas. Es recomendable la sustitución progresiva de estas conducciones.
- Es necesario equilibrar el nivel de presiones en la red para garantizar unos valores adecuados y mejorar el rendimiento global. Para ello será necesaria la instalación de válvulas reguladoras de presión.
- Es conveniente crear la sectorización de la red de agua potable, para lo que se propone la creación de un mayor número de sectores para lo que será necesario la instalación de contadores, instalación y cierre de válvulas de compuerta y mejora del control general de la red.
- Sería conveniente la instalación de más elementos de control y medida y la centralización de la información tomada mediante un sistema de telemando.
- Por criterios de calidad, sería conveniente establecer un plan de purgas con el fin de garantizar unos tiempos de permanencia adecuados en toda la red. Evitaremos que se produzcan bajas velocidades por lo que habrá que aumentarla.
- Por criterios de extinción de incendios, sería necesario revisar la presencia de hidrantes a lo largo de las poblaciones y su correcto funcionamiento. Para garantizar este funcionamiento es muy probable que sea necesaria la sustitución de algunas conducciones.
- Instalación de prelocalizadores de fugas para reducir al máximo las pérdidas de agua en la red.
- Con vistas a posibles aumentos de caudal demandado, nuestro sistema funcionará correctamente, ya que está sobredimensionado.

## 7 PROPUESTA DE MEJORAS

En el presente apartado se muestran una serie de propuestas encaminadas a la mejora del rendimiento de la red de agua potable. Atendiendo a la mejora del rendimiento hidráulico, se debe tener un control sobre los diferentes caudales a lo largo de todo el sistema.

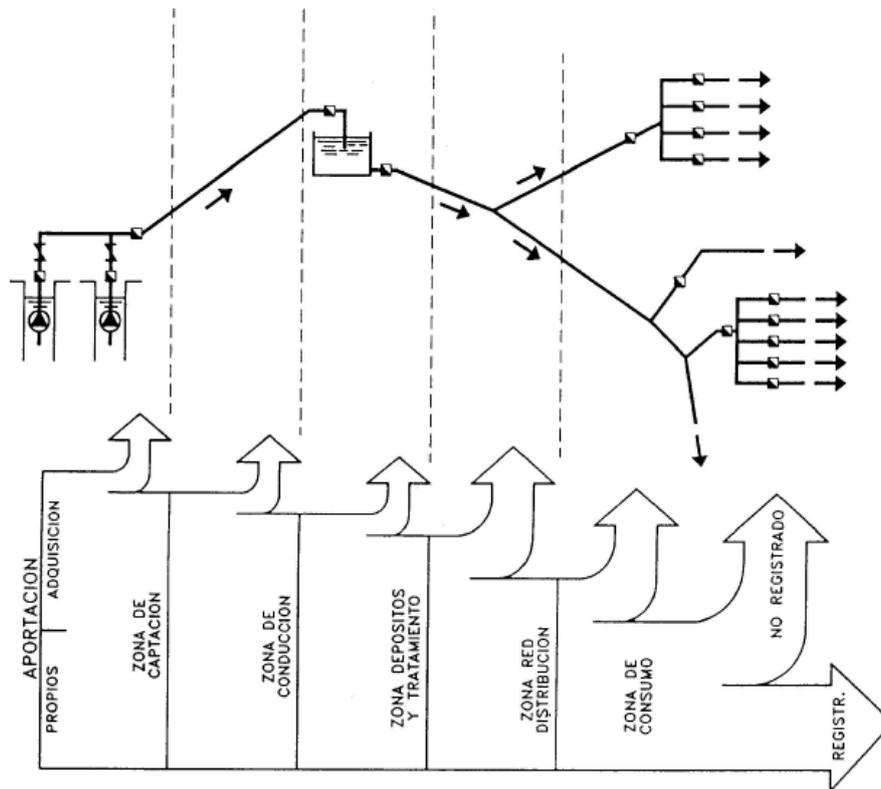


Figura 124. Distribución espacial de consumos no registrados en un abastecimiento de agua.

Estos caudales se pueden clasificar tal como muestra la siguiente figura:

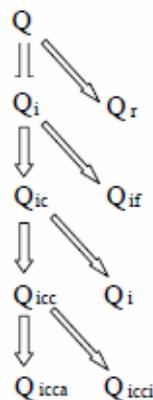


Figura 125. Balance hídrico.

*Punto de partida:*

- **Q:** Caudal inyectado (el que ingresa en la red y es medido por los caudalímetros de cabecera)

*Primer nivel*

- **Qr:** Caudal registrado (medido por los contadores de los abonados)
- **Qi:** Caudal incontrolado (o sea la parte de agua que ingresa en el sistema y cuyo destino final se ignora).

*Segundo nivel*

- **Qic:** Caudal aún cuando incontrolado, consumido por abonados del sistema.
- **Qif:** Caudal incontrolado y perdido en fugas del sistema (pérdidas físicas del sistema).

*Tercer nivel*

- **Qicc:** Caudal incontrolado, consumido y no medido por carencia de contador.
- **Qice:** Caudal incontrolado, consumido y no registrado debido a un error de medida en el contador.

*Cuarto nivel*

- **Qicca:** Caudal incontrolado, consumido pero no medido debido a la carencia de contador en una acometida autorizada.
- **Qicci:** Caudal incontrolado, consumido y no medido debido a la carencia de contador a través de una acometida ilegal.

Para tener controlado nuestro caudal y saber cuáles serán las fugas, se deben seguir una serie de actividades:

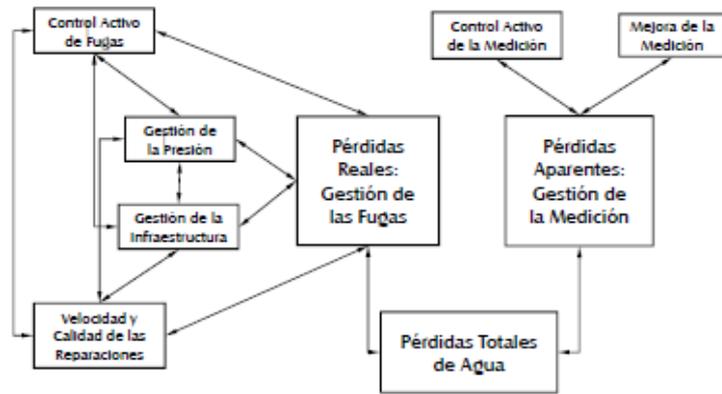


Figura 126. Interacción entre actividades.

A continuación se describen estas actuaciones con mayor detalle.

### 7.1 Instalación de prelocalizadores

Uno de los métodos más empleado para tratar de mejorar el rendimiento hidráulico de la red es el uso de prelocalizadores. Estos dispositivos permiten localizar posibles fugas mediante la "escucha" activa de los ruidos generados en los tramos de tubería en los que son colocados, quedando registrado estos valores en periodos de un segundo en tramos horarios predefinidos, normalmente en periodos nocturnos dado que es cuando el consumo de la red desciende.

Su instalación es sencilla ya que se acoplan directamente a los componentes metálicos de los elementos de maniobra de la red (válvulas, llaves, contadores, etc.) o bien sobre la propia red cuando es posible.

Para el caso concreto de la red de Aspe y tras un análisis de las características de la red actual y futura en cuanto a longitud, diámetros, etc. se propone la instalación de varios dispositivos. Se ha optado por un método consistente en la instalación de una serie de prelocalizadores móviles que se ubicarán a lo largo de toda la red de agua potable. La distancia entre prelocalizadores será de 100 m entre sí, de tal modo que a lo largo de un año se consiga abarcar los 99,03 Km de red prevista.

$$N^{\circ} \text{ de prelocalizadores} = 99.030\text{m} / (100\text{m} * 12 \text{ meses}) = 82,5 \rightarrow 83$$

*Equipos prelocalizadores para búsqueda de fugas*

Una vez el prelocalizador ha realizado el seguimiento de la red registrando los valores sonoros, los datos son volcados vía radio al equipo de lectura (o máster). Una vez volcados comienza el periodo de análisis, en el que se tendrá que prestar especial atención al valor mínimo registrado por cada equipo.

Si este valor de ruido es próximo a cero o muy bajo, indica que no ha habido consumo de ningún tipo en cualquier momento, sin embargo, si este mínimo es un valor elevado significará que el consumo no ha cesado nunca, por lo que se atribuye esta lectura a la presencia de una fuga.

En cuanto a los prelocalizadores necesarios para efectuar el seguimiento y búsqueda de fugas en la red serán de la marca Sewerin o similar, con alimentación autónoma y capacidad de comunicación vía radio bidireccional, además de las siguientes características:



Figura 127. Prelocalizador marca Sewerin.

- Cuerpo de aluminio con protección anti-inundación IP68
- Posibilidad de conexión horizontal o vertical
- Transmisión de radio digital con corrección de errores automática
- Alimentación autónoma mediante batería de litio, con una duración mínima de 5 años con emisión diaria de datos

## 7.2 Gestión de caudales

La sectorización implantada está acompañada de una automatización de toma de mediciones, ya que los contadores cuentan con equipos registradores (data-loggers) con capacidad para la medida del caudal y de la presión, realizando el almacenamiento de estas lecturas y el envío de esta información a un puesto central de control mediante tecnología GSM. Asimismo estos equipos permitirán no sólo la lectura remota de las señales controladas, sino que además realizarán el envío de alarmas en caso de producirse cualquier anomalía en el funcionamiento de la red (p.ej. presión o caudal bajos, etc...). A continuación se muestra, como ejemplo, cómo podrían ser los datos registrados por estos equipos:

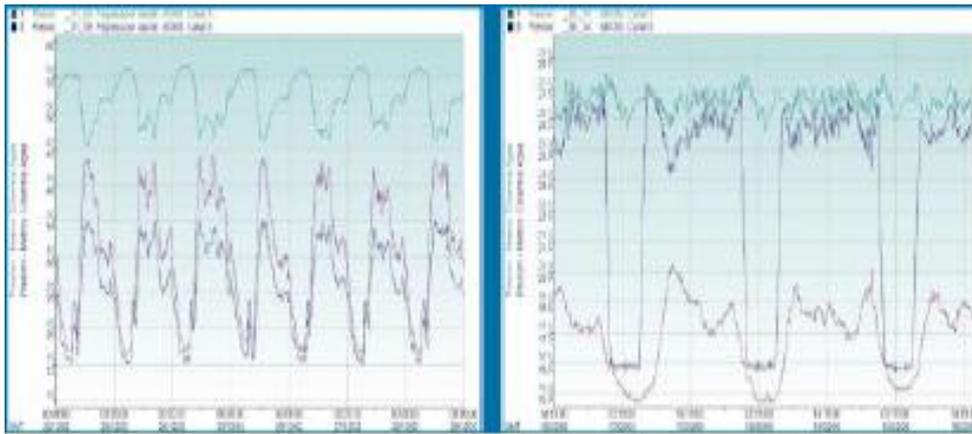


Figura 128. Datos registrados de caudal y presión a lo largo del tiempo.

Básicamente las operaciones que realizan son:

- Lectura y almacenamiento de caudal a través del emisor de impulsos de caudalímetro.
- Lectura de presión.
- Lectura de calidad del agua.
- Comunicación con el Sistema de Control vía GSM.



Para solventar un posible problema de suministro de energía en determinados momentos o en puntos singulares, el sistema podría funcionar con baterías, transmitiendo datos en caso de alarma o a intervalos programados.

Figura 129. Imagen. Dataloggers tipo a instalar en los contadores sectoriales

### 7.3 Gestión de la presión

Entre los beneficios que se podrá conseguir mediante la Gestión de la Presión en la red del municipio, cabe destacar los siguientes:

### 7.3.1 Reducción de los caudales de fugas

La disminución de la presión propicia la reducción de los caudales de todas las fugas latentes y todas las roturas que se encuentren presentes en el sistema en cualquier instante.

La relación entre el volumen de fugas y la presión es fácilmente deducible, y deriva de una simple descarga por un orificio:

$$Q_{fuga} = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot p}$$

donde

$Q_{fuga}$  representa el caudal que atraviesa el orificio, equivalente al caudal de fugas.

$C_d$  representa el coeficiente de descarga.

$A$  es la sección del orificio de la fuga.

$g$  es la aceleración de la gravedad.

$p$  es la presión en el interior de la tubería.

### 7.3.2 Homogenización de las presiones en los diferentes tramos de la red.

Actualmente se ha detectado considerables diferencias en las condiciones de suministro entre los abonados de una misma red del municipio.

Además, ha de destacarse que esta desproporción es más pronunciada conforme aumenta la demanda en la red, dándose en tal caso variaciones de presión elevadas a lo largo del día. Se plantea por ello homogeneizar las presiones en aquellos sectores de la red que se posibilite a partir de la actuación sobre válvulas reductoras de presión.

### 7.3.3 Reducción de la frecuencia de roturas.

La presión no sólo afecta al caudal de las fugas, sino que también puede tener un efecto significativo en la frecuencia con la que aparecen roturas y averías en la instalación, lo que representa a menudo el aspecto económico más interesante cuando se pretende llevar a cabo un programa de gestión de la presión.

Con objeto de mantener los beneficios derivados de la reducción de la presión sobre el número de roturas, dicha reducción debe mantenerse en cualquier momento, puesto que si se permite que la presión aumente aunque sea temporalmente, todas las roturas que se habrían producido a la presión más elevada, pueden tener lugar entonces.

Por otra parte, los cambios frecuentes en la presión de funcionamiento del sistema también generan esfuerzos y tensiones en las tuberías que producen frecuencias de roturas mucho mayores de las que ocurrirían en un régimen de presión constante. La reducción de la presión favorece a un menor volumen de agua consumido en ambas redes.

#### *7.3.4 Reducción global del consumo.*

El efecto que ocasiona en el consumo unas presiones elevadas se traducen en un mayor caudal descargado por el grifo del usuario, aumentando el derroche de agua de los mismos y se opone directamente a la cultura del uso razonable del bien.

### **7.4 Gestión de la infraestructura**

En el apartado sobre la gestión de la infraestructura, se deben tener en cuenta los diferentes elementos que integran un sistema.

De sobra son conocidas las diferentes condiciones a las que están expuestos los elementos de una red de distribución (tuberías, juntas, válvulas, depósitos, etcétera), se trata de condiciones no sólo debidas a los aspectos atmosféricos o meteorológicos del emplazamiento, también incluyen todos los efectos derivados de un funcionamiento hidráulico incorrecto de la red.

Es por tanto necesario establecer cuáles son las principales deficiencias a las que se puede enfrentar un gestor de una red, con la finalidad de que éste sepa de su existencia, las principales causas que de ella se derivan, y algunas indicaciones a seguir para reducirlas y, en los mejores de los casos, eliminarlas.

Factores a tener en cuenta para una buena gestión de la infraestructura:

- Buena elección del material de la tubería original, y análisis de la calidad del agua en su interior y del estado del terreno alrededor de la tubería.
- Cumplimiento de una normativa apropiada para el montaje, el asentamiento, y el relleno cuando se diseñan y se colocan las tuberías y los accesorios de acuerdo a especificaciones apropiadas y probadas con agua a presión antes de ser aceptadas.
- Calidad del transporte, almacenaje y manipulación de las tuberías (distribución a lo largo de la traza y alojamiento en la zanja).
- Calidad de la política de las reparaciones y mantenimiento para las tuberías y accesorios.
- Gestión de la presión: cuando las tuberías y los accesorios se convierten en parte de la red presurizada, están sometidas a fatiga repetida y hay un potencial continuo de que ocurran daños físicos.

### 7.5 Sectorización de la red

Para minimizar el agua no contabilizada en los sistemas de abastecimiento, las campañas de localización de fugas resuelven temporalmente un problema. Hasta en tanto no se supriman las causas de las averías, estas se regenerarán volviendo a constituirse en problema. En la figura adjunta se muestra gráficamente este proceso.



Figura 130. Evolución de las fugas (R.Cobacho).

La línea roja representa la evolución de las fugas en una red. Cuando realizamos una campaña de localización y reparación de fugas logramos una disminución de las mismas (línea amarilla). Si no se realiza ninguna otra intervención, las fugas volverán a crecer con una pendiente análoga a la anterior, con lo que 4 o 5 años después las fugas han llegado al valor inicial.

Mantener las fugas en el valor posterior a la campaña exige un sistema de control que nos avise de la aparición de fugas y que sean localizadas rápidamente (línea verde).

El control permanente se basa en sectorizar la red. La técnica de sectorización de una red de distribución de agua potable consiste en la división de una red en varias subredes más pequeñas. Cada subred, que llamaremos "sector", constituirá una unidad de distribución suficientemente limitada y homogénea para que la gestión de los datos a captar y analizar (entradas y salidas de agua fundamentalmente) sea lo más rápida y fiable posible. La delimitación de cada sector precisa de un trabajo preparatorio cuidadoso. Todos los elementos que garanticen dicha división física deberán ser revisados y eventualmente reparados, en particular las válvulas de corte. Cuando el contorno del sector esté perfectamente delimitado, se deberán determinar las válvulas necesarias para garantizar la división física, así como los puntos de alimentación al sector. En general, es recomendable tener más de una alimentación al sector, con el fin de aumentar la garantía de suministro, si bien tampoco es recomendable tener un número elevado de puntos de alimentación. En cualquier caso, si es posible delimitar un sector con un único punto de entrada (un único contador general para dicho subsector) se procederá de este modo.

Entre las ventajas destacamos:

- Mejora la gestión de la red y su eficiencia hídrica
- Permite realizar balances hídricos periódicamente
- Facilita la evaluación del caudal circulante en cada sector y por ende el nivel de fugas, sobre todo en períodos nocturnos
- Se reduce el área de inspección para la detección y localización de anomalías

- Mejora el control y seguimiento del estado de la red al poder efectuar auditorías aisladas en cada sector. Esto es, como estrategia de mejora del rendimiento orientado en la búsqueda de fugas en aquellos sectores en peor estado, optimizando la eficiencia de los recursos destinados a tal fin.

Entre las desventajas citamos:

- Disminuye la garantía de suministro respecto a las redes totalmente malladas, ya que una rotura en los puntos de alimentación al sector dejaría sin servicio a todo el sector. Para subsanar este inconveniente es recomendable que el sector esté preparado para poderse alimentar desde otras entradas alternativas que en condiciones normales permanezcan cerradas.
- Aumentan los tiempos de permanencia del agua en la red, lo cual es perjudicial desde el punto de vista de la calidad de la misma. Esto se debe a que aumenta el recorrido que el agua debe hacer hasta llegar al abonado final, ya que las redes adoptan una tipología más ramificada.
- Sectorizar una red conlleva una fuerte inversión inicial ya que no se trata únicamente de instalar válvulas y caudalímetros en determinados puntos del sistema, sino que a veces se requiere reforzar ciertos tramos de tubería para garantizar la presión de suministro.

#### *7.5.1 Etapas para sectorizar una red*

Físicamente la sectorización se realiza cerrando válvulas, mediante cortes en ciertos tramos, o con el reemplazo de tuberías nuevas que permitan una mejor redistribución del flujo de la red. Los límites del distrito hidrométrico deben coincidir, siempre que sea posible, con divisiones naturales como grandes avenidas, líneas férreas, carreteras, ríos, etc.

Sectorizar una red de forma inadecuada puede acarrear problemas de abastecimiento y de calidad. Es por ello, que primeramente hay que hacer una revisión de la infraestructura de producción de la red. La sectorización final es específica para las condiciones hidráulicas y de calidad de cada red.

Muchos autores recomiendan empezar por las tuberías de transporte y de ahí continuar con las tuberías de distribución. El objetivo es tener separados los sectores hidrométricos respecto de las tuberías de transporte, mejorando el control de la red sin afectar la flexibilidad a la hora de establecer posteriormente las DMAs, y abaratando el coste en la compra de caudalímetros a instalar en diámetros de tubería de menor tamaño.

Las etapas a seguir para sectorizar una red son:

1. Implementar un modelo computacional que represente la situación actual de la red simulada (para fines de diagnóstico) y los posibles efectos que conlleve sectorizar la red u otras soluciones hidráulicas.
2. Llevar a cabo propuestas de ubicación de caudalímetros y válvulas de corte. El distrito hidrométrico deberá tener el menor número de entradas y salidas, preferentemente una entrada única, y como mucho una salida.
3. Simulada la propuesta en condiciones actuales, revisar el cumplimiento de las demandas y las presiones en el interior de cada sector que sea suficiente para dar un buen servicio a los usuarios y que a su vez no llegue a ser tan alta que propicie daños a la red y en consecuencia la generación de fugas. En caso de existir excesos de presión en ciertos sectores se podrán añadir válvulas reductoras de presión en aquellas zonas que se requiera.
4. De no cumplir la propuesta inicial se realizarán modificaciones en la localización de las válvulas de corte; asimismo, se podrán añadir otras válvulas adicionales para asegurar el aislamiento buscado.
5. Cada sector hidrométrico obtenido deberá considerar las situaciones de emergencia como: labores de mantenimiento, fallos, etc., de tal manera que sea posible abastecer parcial o totalmente el sector afectado con una fuente de abastecimiento, aún cuando no sea posible asegurar el gasto, presión y continuidad en el servicio.

6. De la propuesta seleccionada y puesta en marcha en el terreno, se deberán hacer pruebas in situ para comprobar el aislamiento real del sector y efectuar mediciones de presión en nudos ubicados estratégicamente en del mismo.

#### *7.5.2 Criterios de sectorización*

Para poder dividir una red en pequeños sectores es necesario aplicar ciertos criterios, en general se debe atender a topografía del terreno, la localización e influencia de tanques de almacenamiento y regulación, zonas de presión, divisiones naturales de la red tales como vías de ferrocarril, grandes avenidas, ríos, barrancos, así como la geometría de la red y las políticas de operación.

No todos los criterios de sectorización siguen motivos netamente hidráulicos; algunos se enfocan sobre alguna evaluación económica, por ejemplo mantener un balance en el costo de las obras de sectorización y detección de fugas contra el ahorro de agua esperado. Otros tienen un carácter comercial, como dividir por estratos socioeconómicos.

La ubicación de las fuentes y los depósitos también juegan un papel importante en la sectorización final, con el propósito de ahorrar energía (horas de funcionamiento de las bombas). En estos también puede influir la tarifa del agua.

En el presente caso de estudio de los abastecimientos de aguas a las localidades de Aspe y Hondón de las Nieves, la empresa Sociedad Española de Abastecimientos perteneciente al Grupo Aguas de Valencia que es la actual concesionaria de la distribución y el mantenimiento del sistema ha propuesto una sectorización en la cual se han basado según diseño de la red y distribución de las presiones. La sectorización propuesta por la empresa será la presente del estudio.

ASPE

A continuación vemos un plano general de los diferentes sectores (19 sectores).

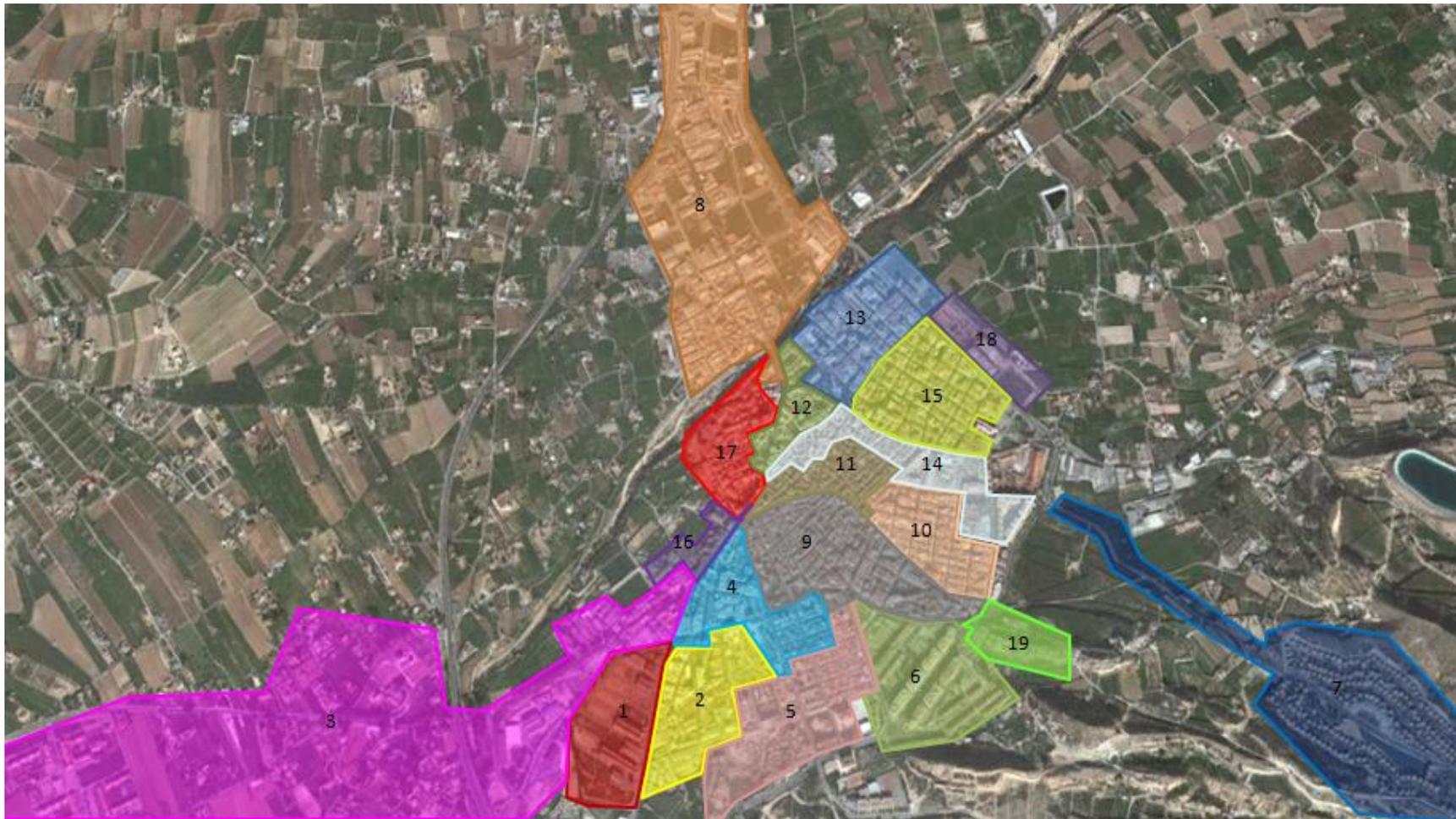


Figura 131. Sectorización propuesta para Aspe.



En la siguiente tabla se puede observar las características principales de los 19 sectores en los que hemos dividido el núcleo urbano de Aspe.

SECTOR	NUMERO DE CONSUMOS	DEMANDA (m3/año)	LONGITUD DE TUBERÍA (m)	AREA (m2)	COTAS (máx - mín).	PRESION (máx - mín).
1	45	24.213,94	2.030,45	83.923,52	271 - 257	25,1 - 20,8
2	69	17.999,29	2.265,41	86.141,25	277- 258	25,1 - 20,8
3	74	27.743,59	4.102,93	596.224,4	267 - 248	45,1 - 20,7
4	71	40.610,23	2.811,97	82.961,59	269 - 248	40 - 24,7
5	92	26.434,23	3.735,26	131.548,2	290 - 262	40 - 22,95
6	38	31.531,64	1.811,86	114.646,96	286 - 261	36,6 - 23,8
7	49	36.721,42	5.711,67	199.452,16	290 - 239	51,3 - 21 2
8	205	60.568,53	12.426,26	677.917,22	240 - 222	40 - 21,3
9	204	91.323,52	6.900,59	128.510,19	260 - 248	41,7 - 21,4
10	173	68.897,63	4.352,25	69.772,32	257 - 244	28,3- 20,5
11	86	25.382,42	2.610,35	46.327,73	249 - 242	31,6 - 29,7
12	65	31.847,6	1.455,69	34.947,35	246 - 233	40,1 - 25,5
13	108	70.881,51	4.293,18	122.366,29	241 - 223	33,3 - 20,4
14	101	31.636,74	2.443,38	89.194,8	249 - 238	35,6 - 27,8
15	182	87.947,85	5.299,55	115.820,56	241 - 232	42,0 - 21,8
16	20	7.396,35	687,1	24.848,63	253 - 244	29,6 - 28,7
17	88	20.653,24	2.548,89	59.484,01	246 - 234	40,3 - 21,3
18	8	9.669,85	524,91	31.693,52	231 - 227	30 - 26,3
19	9	14.151,78	792,48	43.553,81	271 - 260	30 - 20

Tabla 48. Datos característicos de cada sector en Aspe.

HONDON DE LAS NIEVES

Para la sectorización de Hondón de las Nieves, debido a la configuración y distribución de las zonas de abastecimiento, se aprecia claramente que se dividirá en 4 sectores (Hondón de las Nieves, La Solana, La Montañosa y La Canalosa - El Rebalso).

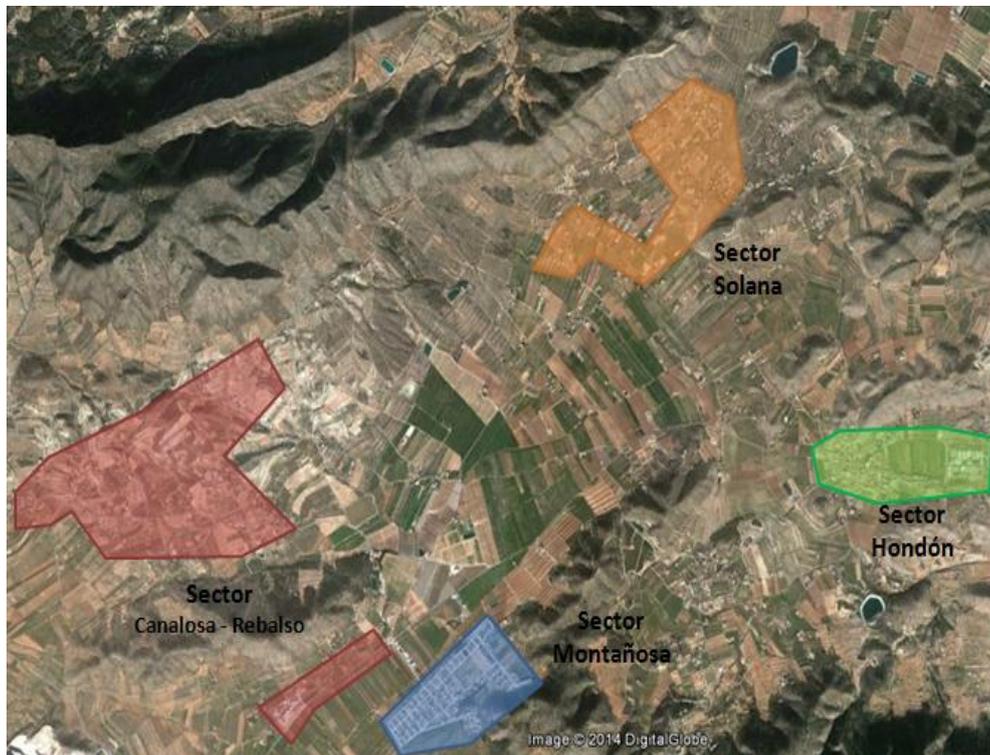


Figura 133. Sectorización en Hondón de las Nieves.

En la siguiente tabla se puede observar las características principales de los 4 sectores en los que hemos dividido el abastecimiento al término municipal de Hondón de las Nieves.

SECTOR	Nº DE CONSUM.	DEMANDA (m3/año)	LONGITUD DE TUB. (m)	AREA (m2)	COTAS (máx - mín).	PRESION (máx - mín).
Hondón	200	80.432	9.111,9	521.130,65	389 - 360	36 - 10
Solana	75	14.256	9.465,1	3.311.326,7	425 - 370	100 - 28
Montañosa	107	58.080	12.491,15	416.581,6	468 - 420	43 - 17
Canalosa	115	23.284	16.063,3	1.975.070,5	530 - 420	65 - 19

Tabla 49. Datos característicos en cada sector en Hondón de las Nieves.

## 7.6 Regulación de los depósitos

### ASPE

Con el cambio de funcionamiento de la red tras la sectorización, los ciclos de funcionamiento de los depósitos se han visto ligeramente alterados. el cierre parcial de válvulas de sector favorece la redistribución de caudales y la procedencia del agua. en el modelo se ha tenido que ajustar las consignas de funcionamiento de las válvulas que controlan el llenado de los depósitos.

A continuación se analizan las curvas de llenado de los depósitos, por lo que se considera un ciclo de llenado en 24h, ya que el sistema suministra agua las 24 h, los depósitos durante el día sufrirán una bajada del nivel del agua pero por la noche recuperarán su nivel máximo de llenado. Se deberá considerar un volumen constante y fijo del cual el depósito no podrá bajar, este volumen será de reserva y utilizado en caso de reserva o emergencia (incendio, corte de suministro, contaminación de las aguas, etc).

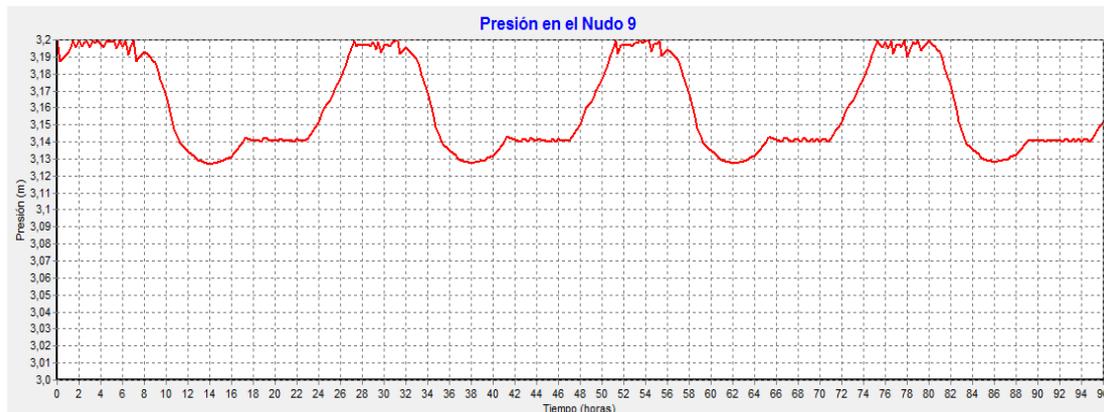


Figura 134. Curva de oscilación vaciado - llenado en el depósito Uchell.

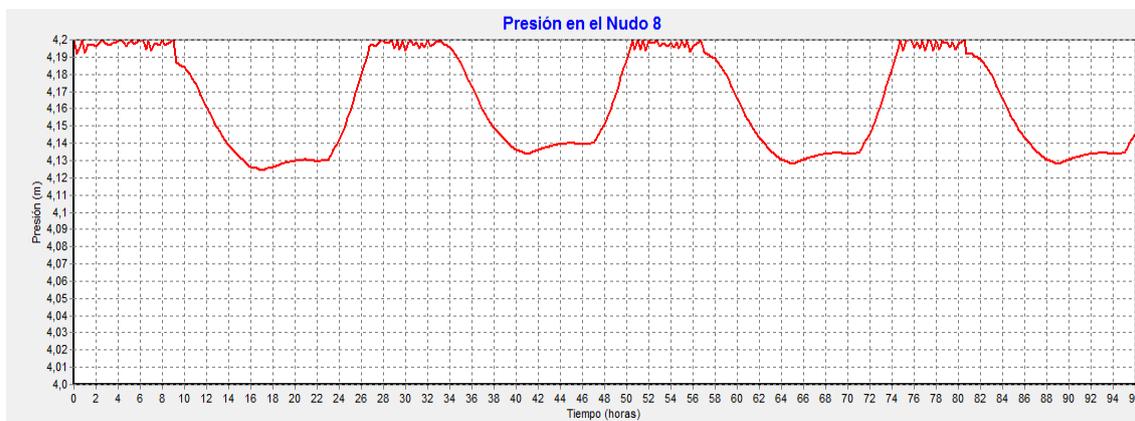


Figura 135. Curva de oscilación vaciado - llenado en el depósito Sepes.

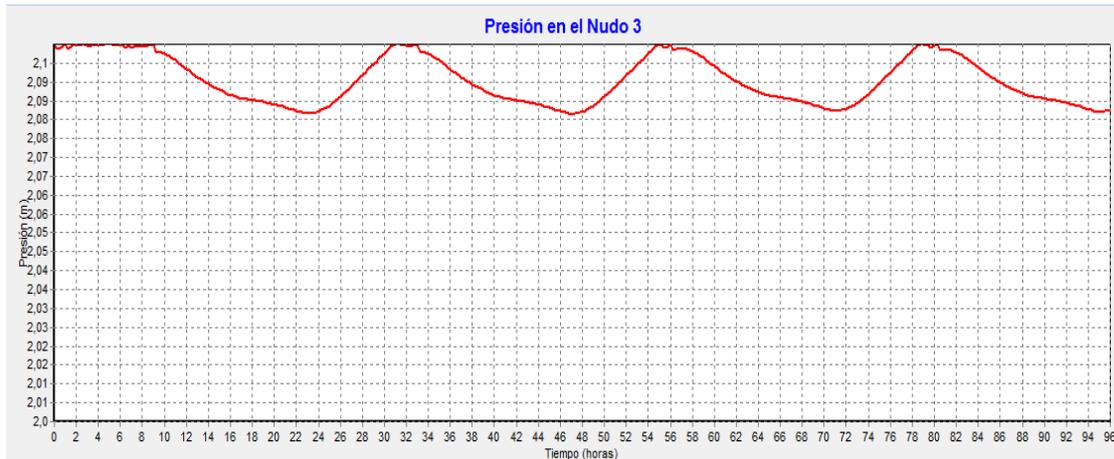


Figura 136. Curva de oscilación vaciado - llenado en el depósito La Alcaná.

La simulación del llenado y vaciado de los depósitos ha sido diseñado para que por la noche se produzca su llenado y durante el día se vacíen. Desde la empresa Grupo Aguas de Valencia S.A. adjudicataria del suministro de agua proporcionó los datos de regulación de los depósitos, los cuales disponen válvulas reguladoras de nivel mediante boya a la cual están paradas, para cuando bajan de un nivel se abre la válvula y permita el paso del agua para el llenado del depósito hasta un nivel máximo establecido.

Como se puede observar en las gráficas anteriores, los depósitos sufren pequeñas fluctuaciones de nivel y esto puede producir errores en el correcto funcionamiento de las boyas.

## HONDON DE LAS NIEVES

Para el suministro de agua al sistema de Hondón de las Nieves, el sistema de llenado de los depósitos se realiza mediante bombes, dichos bombes funcionan por la noche de acuerdo a los siguientes datos proporcionados por la empresa:

	Almoladera	Aljibe	Solana
<b>Q max (m3/h)</b>	18	65	36 a 64
<b><math>\Delta H</math> max (m.c.a.)</b>	45	85	40 a 61,5

Tabla 50. Datos característicos de las bombas instaladas en Hondón de las Nieves.

Como tenemos el registro del caudal inyectado anual desde cada punto, podremos sacar los puntos de funcionamiento de los bombeos:

	Almoladera	Solana
<b>Q inyect. (m3/año)</b>	80.464	95.450
<b>Q inyect. (m3/día)</b>	220,45	261,50

Tabla 51. Datos de inyección de caudal según las distintas fuentes en Hondón de las Nieves.

Por lo que, las horas de funcionamiento de las bombas de acuerdo a sus datos característicos serán:

$$\text{Horas bombeo (Almoladera)} = Q \text{ inyect. diario (m}^3\text{/día)} / Q \text{ max bomba (m}^3\text{/h)}$$

$$\text{Horas bombeo (Almoladera)} = 220,44 \text{ m}^3 / 18 \text{ m}^3\text{/h} = 12,3 \text{ h de bombeo diario.}$$

Por lo que se obtiene el número de horas en funcionamiento de cada bombeo, además como ya se ha comentado anteriormente los bombeos se realizan por la noche (por motivos económicos, ya que la tarifa de la electricidad en horario nocturnos es más económica). Los datos de los bombeos y su franja horaria de funcionamiento será la siguiente:

	Almoladera	Aljibe	Solana
<b>Q func (m3/h)</b>	18	44,28	36
<b>ΔH func. (mca)</b>	24	50	50
<b>Horas en marcha</b>	12,3	5	7,2
<b>Horas de funcioanmiento</b>	10:00PM a 10:20AM	11:00PM a 04:00AM	10:00PM a 05:15AM

Tabla 52. Datos de funcionamiento de las bombas en Hondón de las Nieves.

Para realizar el correcto funcionamiento de las bombas, se han utilizado leyes de control que permiten realizar las órdenes de arranque y parada de las bombas, a continuación se pueden observar dichas leyes de control. Estas leyes de control son equivalentes a las proporcionadas por los técnicos del abastecimiento.

*LINK bombeoalmolader OPEN AT CLOCKTIME 10:00 PM*  
*LINK bombeoalmolader CLOSED AT CLOCKTIME 10:20 AM*

*LINK LASOLANA OPEN AT CLOCKTIME 10:00 PM*  
*LINK LASOLANA CLOSED AT CLOCKTIME 05:15 AM*

*LINK bombeoaljibe OPEN AT CLOCKTIME 11:00 PM*  
*LINK bombeoaljibe CLOSED AT CLOCKTIME 04:00 AM*

LINK 138 OPEN AT CLOCKTIME 10:00 PM  
LINK 138 CLOSED AT CLOCKTIME 10:20 AM

Figura 137. Leyes de control para realizar el arranque y parada de las bombas en Hondón.

En las siguientes gráficas podemos observar según los datos introducidos de las bombas y las leyes de control asignadas para su funcionamiento, cuando se produce el arranque y paro de cada una y que caudal inyecta en el sistema.

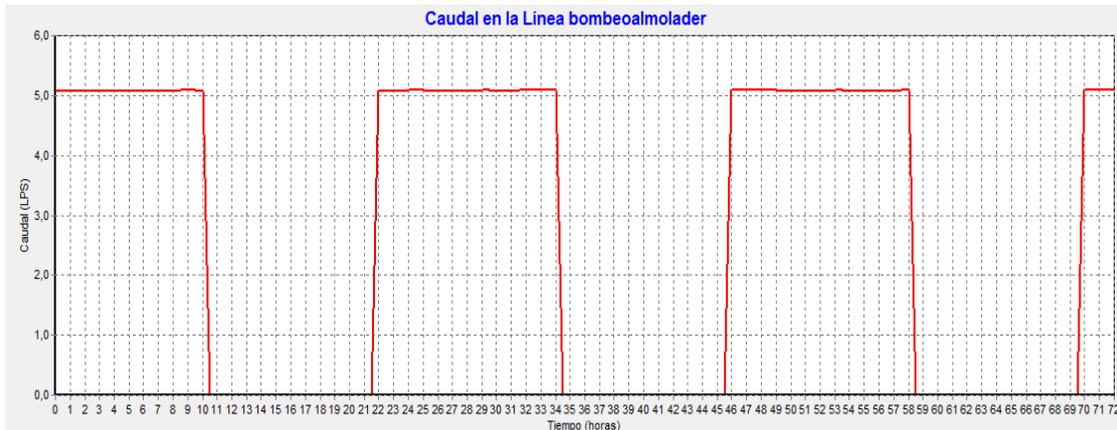


Figura 138. Gráfica del caudal bombeado desde Almoladera hacia Hondón.

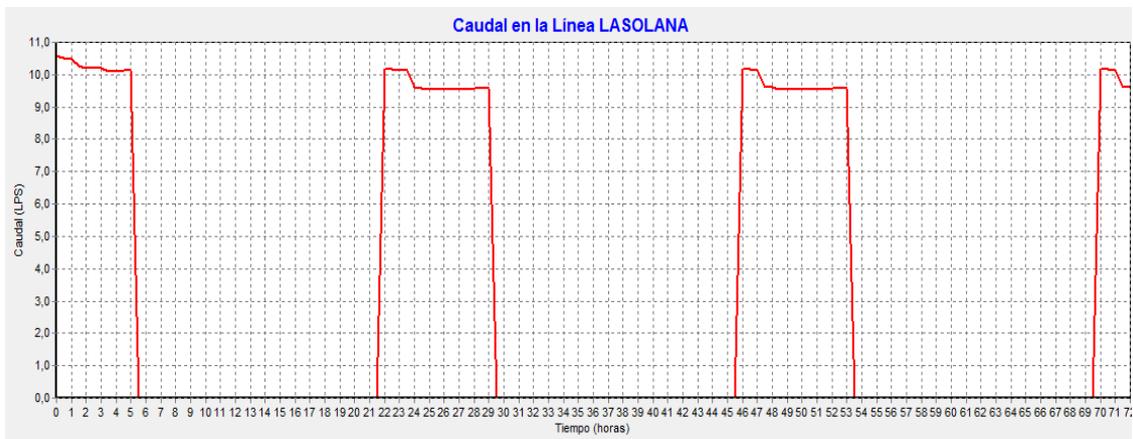


Figura 139. Gráfica del caudal bombeado desde pozo La Solana.

El pico inicial de mayor caudal que se produce en cada ciclo de arranque y parada de la bomba La Solana, es debido a que cada vez que se inicia el arranque de la bomba el depósito La Solana es el primero en llenarse por lo que cuando transcurre 1.5h desde el inicio del arranque del bombeo continúa llenándose el depósito de La Montañosa de forma continua.

Como se ha comentado anteriormente el llenado de los depósitos se realiza por la noche, en las siguientes gráficas se puede observar la variación de caudales de los depósitos para 3 días de suministro.

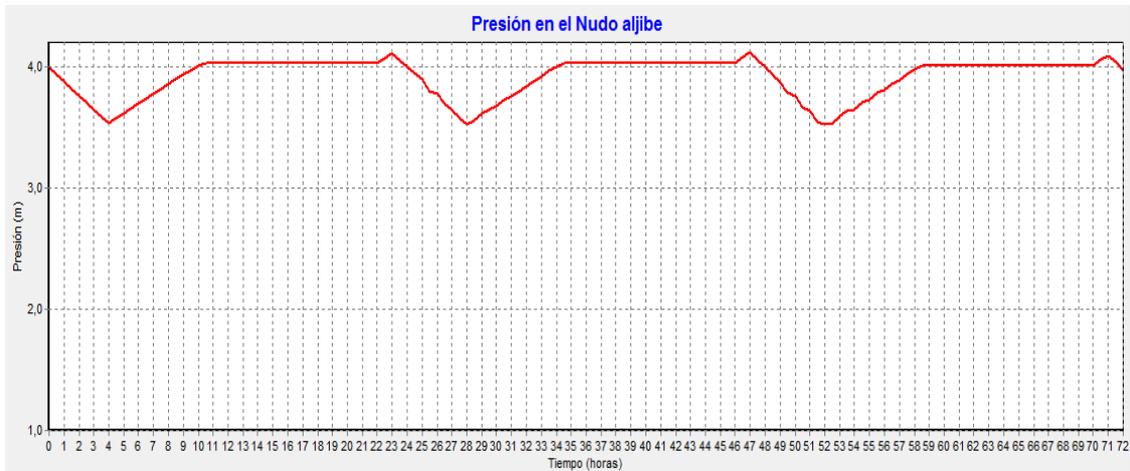


Figura 140. Llenado depósito Aljibe.

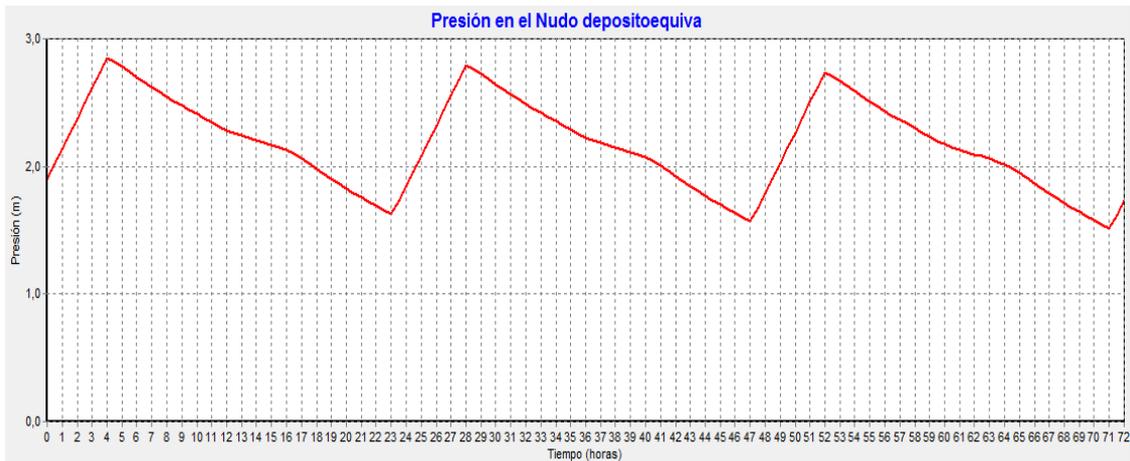


Figura 141. Llenado depósitos (2 de Mayo y Calereta).

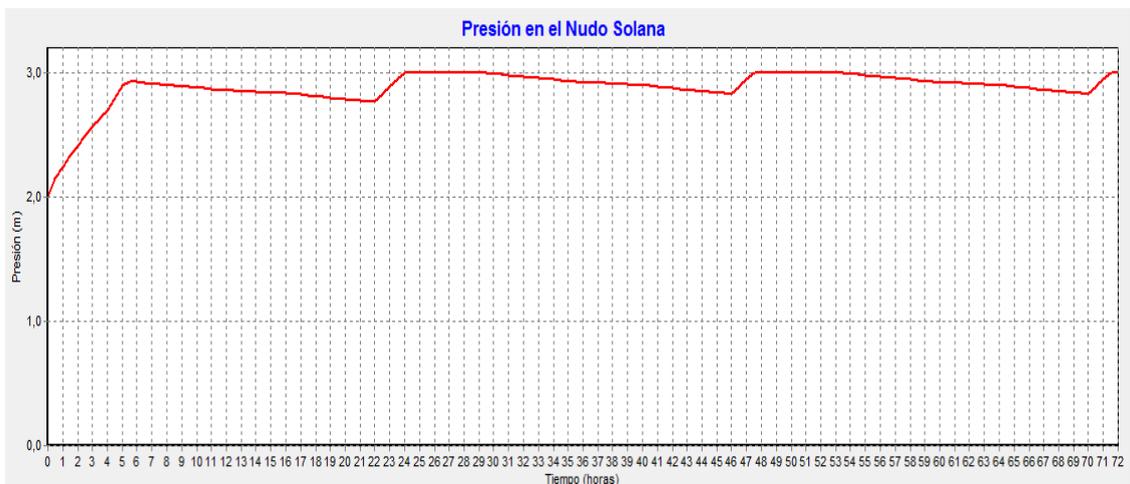


Figura 142. Llenado depósito La Solana

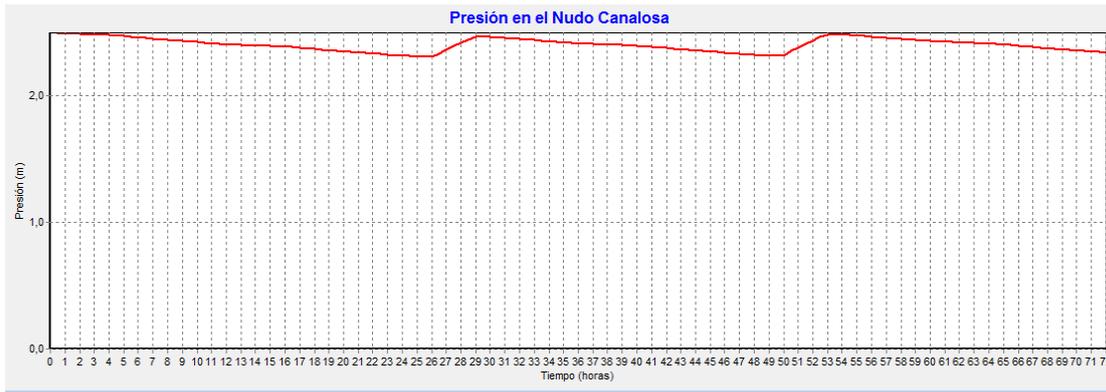


Figura 143. Llenado depósito La Canalosa.

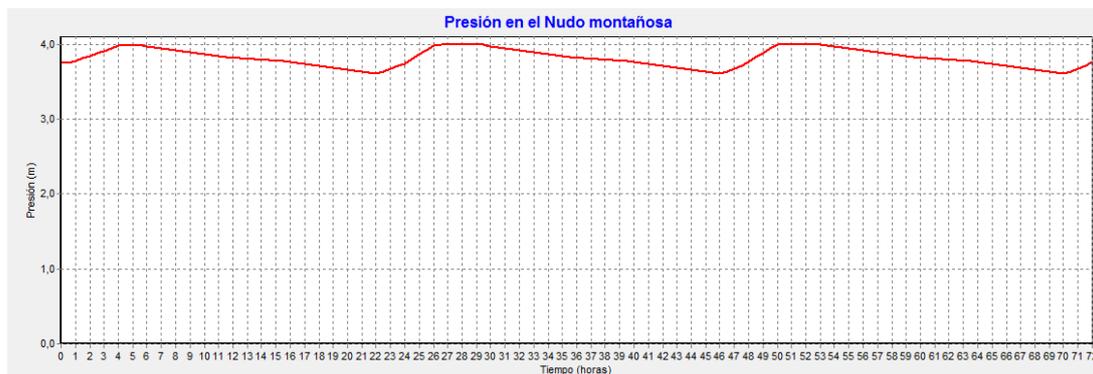


Figura 144. Llenado depósito La Montañosa.

Como se puede observar, todos los depósitos excepto el depósito (2 de Mayo y Calereta) son de gran capacidad y debido a la pequeña demanda que tienen, sufren pequeñas fluctuaciones de nivel de agua, lo que puede provocar una pérdida de la calidad en el agua almacenada, sería aconsejable que se produjesen mayores variaciones del nivel del agua consiguiendo así mayor renovación del agua y ganando calidad en el agua suministrada.

Los datos de los niveles en los depósitos y de las válvulas que regulan su llenado serán los siguientes:

	ALJIBE	HONDON	SOLANA	MONTA.	CANAL.
Altura máxima (m)	4,10	2,85	3	3,98	2,5
Altura mínima (m)	3,55	1,5	2,8	3,62	2,32
Consigna válvula reguladora	500	500	500	500	500
Cons. válvula sostenedora	5	3	3	5	3

Tabla 53. Datos de los niveles y válvulas en los depósitos.

## 7.7 Reducción de presiones tras sectorización.

### 7.7.1 Válvulas reductoras de presión (VRPs)

La reducción de las presiones se realizará mediante la instalación de válvulas reductoras de presión (VRPs). La reducción de la presión mediante el uso de VRPs es una de las formas más comunes de gestión de la presión que se realiza actualmente, obteniéndose impactos muy positivos sobre las fugas. Las válvulas reductoras de presión permiten reducir, como su propio nombre indica, la presión de la red, manteniendo la presión de salida de la válvula en un determinado valor, con independencia del valor de la presión que se tenga aguas arriba.



Figura 145. Válvula reguladora de presión de la marca Bermad

El único caso en que no se puede cumplir este objetivo es que la presión aguas arriba de la válvula sea inferior al valor de tarado, en cuyo caso la válvula abrirá completamente, si bien no podrá mantener la presión en el valor programado, sino que únicamente transmitirá la presión existente aguas arriba.

#### Modo regulador (modulante)

##### Modelos de reducción de presiones

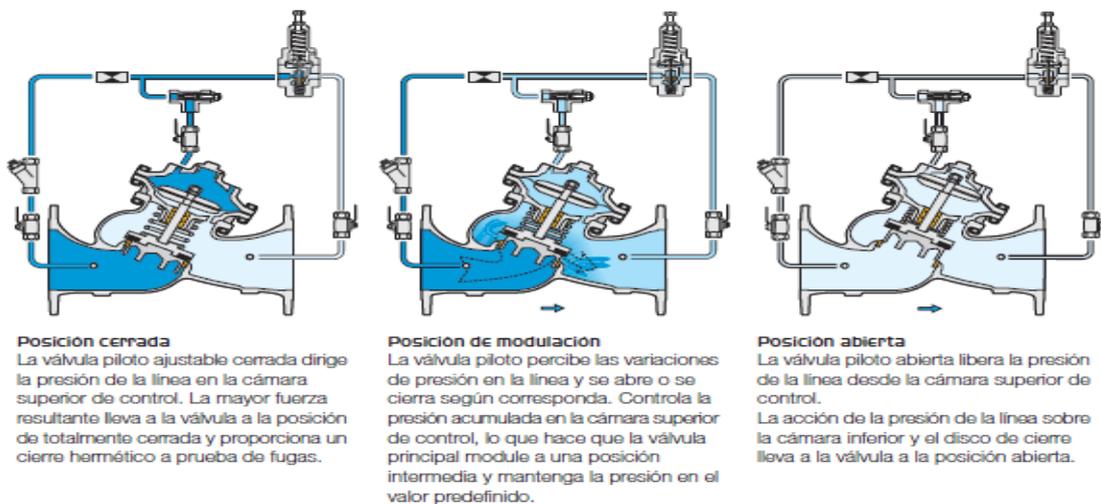


Figura 146. Funcionamiento de las VRPs modelo 700 de la marca Bermad

### 7.7.2 Selección y dimensionado de la VRPs

La correcta selección, instalación y regulación de las VRPs en los sistemas de distribución es una tarea compleja que debe ser realizada por personal especializado. Si no se tiene en cuenta este hecho, el máximo ahorro posible que se puede obtener mediante gestión de la presión, puede que no se llegue a alcanzar, y el tipo y tamaño de válvula instalada no será adecuada para las condiciones locales del sistema de distribución. Con frecuencia la selección y dimensionado de las válvulas se realiza utilizando valores medios de caudal y presión, lo que no resulta recomendable, debiendo obtenerse los caudales y presiones mediante mediciones de campo, con objeto de asegurar el correcto funcionamiento de las válvulas en las condiciones de servicio que se van a presentar. De forma similar, si las VRPs no se encuentran correctamente ajustadas tras la instalación, ó no se mantienen adecuadamente, los beneficios que se pueden obtener se verán reducidos.

Con carácter general, se pueden indicar los siguientes factores que deberían tenerse en cuenta cuando se realiza el proceso de selección:

- Costes de instalación.
- Costes de mantenimiento, evaluando las operaciones de mantenimiento requeridas, y el personal necesario para llevar a cabo estas tareas.
- Rango de funcionamiento, asegurando que el rango completo de presiones de entrada y caudales puede ser satisfecho.
- Estabilidad de la presión de salida, y rapidez de reacción ante cambios de caudal. Puesto que la reducción de la frecuencia de roturas que se obtiene mediante la reducción de presión se puede conseguir únicamente si la presión se mantiene estable, estos dos factores pueden resultar primordiales.
- Idoneidad para el sistema de control previsto.
- Disponibilidad de piezas de repuesto y de personal de apoyo por parte del fabricante.
- Fiabilidad, examinando si existen antecedentes que aseguren un funcionamiento fiable.
- Cumplimiento de los estándares de calidad exigidos por la compañía distribuidora, ó por la normativa vigente (por ejemplo, los relativos a la calidad del agua).

- Esperanza de vida, determinando si el fabricante proporciona una garantía, ó puede citar referencias de otros clientes en donde se indique el resultado de otras válvulas instaladas.
- Estandarización, analizando si se va a utilizar un mismo tipo de válvula para diferentes tamaños, ó las especificaciones van a ser diferentes en función del emplazamiento. A este respecto, cabe indicar que en ocasiones las compañías suministradoras prefieren utilizar una única marca de válvulas, mientras que en otras ocasiones se utilizan válvulas de un número limitado de fabricantes.

Un problema que se puede presentar con las VRPs es la cavitación, que se produce cuando la presión del agua disminuye por debajo de su presión de vapor a una determinada temperatura. En ese momento el agua hierve y se forma un gran número de burbujas de vapor, que son transportadas con el agua hasta un punto en donde la presión recobra un valor más elevado, produciendo su colapso repentino al condensar el vapor, y dando lugar a presiones localizadas muy elevadas. Este fenómeno se puede originar cuando se encuentra presente una VRP, puesto que en el interior de la misma se produce un aumento de la energía cinética del fluido como consecuencia del estrangulamiento al que se somete al flujo, lo que ocasiona que la presión disminuya hasta un valor mínimo. Posteriormente, al incrementarse la sección de paso, la energía cinética disminuye y consecuentemente la presión aumenta (zona de recuperación de presión). La cavitación es muy destructiva y produce desgaste a la válvula y a la red situada aguas abajo, así como altos niveles de ruido.

Para evitar dicho fenómeno deberemos utilizar la siguiente gráficas para saber si trabajamos en zona libre de cavitación o se producirá cavitación. Para utilizar la gráfica indicada, se debe entrar con la presión aguas arriba de la válvula, y buscar el punto de corte con la curva correspondiente a la velocidad nominal de la válvula. Trazando una línea paralela al eje de abscisas por dicho punto, se obtendrá mediante su intersección con el eje de ordenadas, la mínima presión permisible aguas abajo, por lo que la válvula deberá funcionar con una presión aguas abajo igual ó mayor a dicha presión mínima. Si se observa que el funcionamiento de la válvula va a estar comprendido dentro de la zona de cavitación, entonces se deberá considerar la posibilidad de instalar dos válvulas en serie ó bien en paralelo.

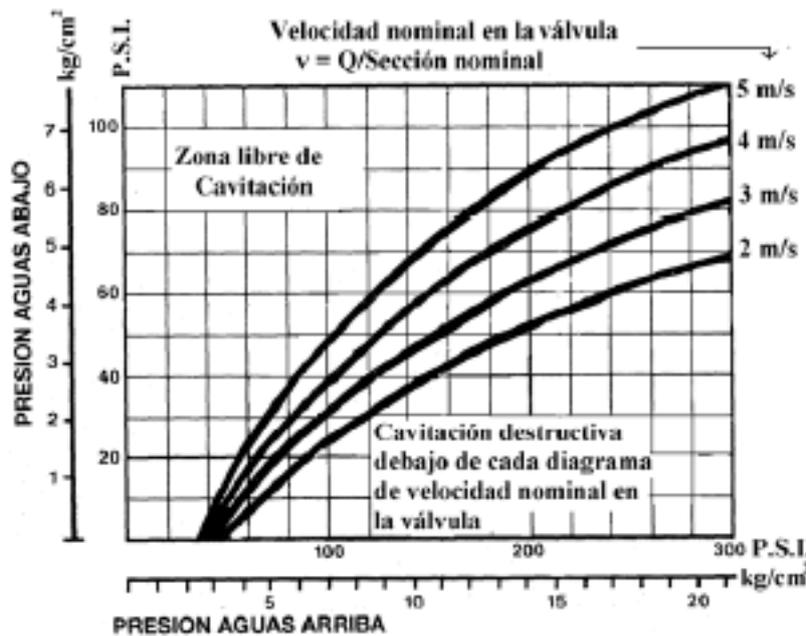


Figura 147. Zonas de cavitación según presiones y velocidades

El dimensionado de las VRPs se realiza normalmente utilizando gráficas ó programas informáticos proporcionados por los fabricantes, siendo necesarios los siguientes datos:

- Caudal máximo continuo recomendado, que se produce en horas punta ó debido a consumo industrial.
- Caudal mínimo, producido normalmente durante la noche.
- Ratio de la presión de entrada a la presión de salida, así como el valor de dichas presiones.
- Pérdida de carga aceptable a caudal punta. A este respecto, se deberá tener en cuenta que además de la pérdida de carga producida por la VRP, existen otros dispositivos (válvulas de compuerta, filtro, contador, accesorios, etc.) que también van a producir una pérdida de carga, lo que podría ocasionar que la presión fuese inadecuada en las horas punta.
- Tamaño de la tubería. La válvula no debe ser más grande que la tubería sobre la que va instalada, y debido al requisito de estabilidad a bajos caudales, normalmente será más pequeña. Aunque cuando se encuentre totalmente abierta introducirá más pérdidas de carga que otra de mayor tamaño, esto no tiene normalmente demasiada importancia,

### 7.7.3 Instalación de las VRPs

Se han instalado las válvulas reguladoras de presión en paralelo a la entrada de los sectores en los cuales se debe reducir la presión. Han sido instaladas en paralelo para poder garantizar el caudal demandado de forma continua, ya que si se instalan en serie en cualquier momento que se tuviera que realizar cualquier trabajo de mantenimiento, cambio o modificación sobre la válvula reductora de presión, se deberá cortar el suministro al sector.



Figura 148. Instalación en paralelo de la VRPs a la entrada del sector

### 7.7.4 Registro de presiones en nuestro sistema

A continuación se comprueban las presiones que se registran en el sistema, para ello se estudian los casos más desfavorables, es decir, cuando se produzca la hora punta de mayor consumo donde se registrarán las menores presiones (11:30 h).

#### ASPE

Como se puede observar en la siguiente figura, tras realizar la sectorización, se han instalado a la entrada de cada sector una válvula reductora de presión con la cual se ha reducido y homogeneizado las presiones.

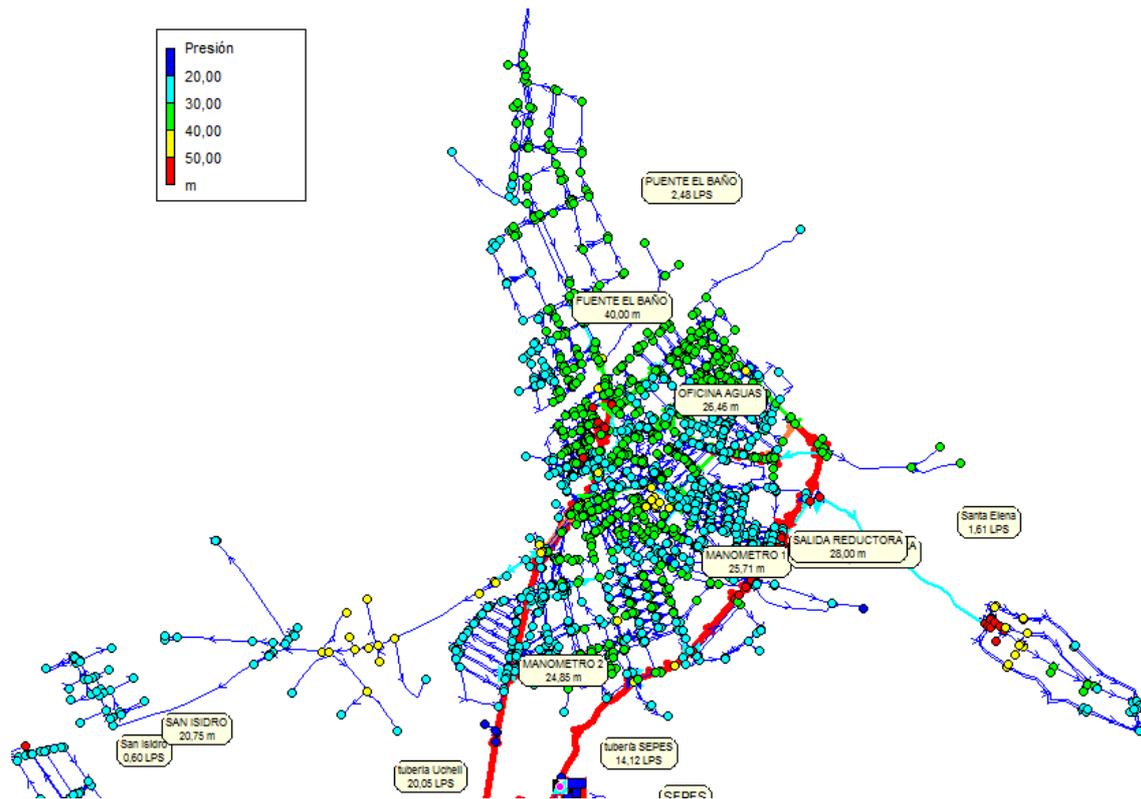


Figura 149. Presiones a las 11:30 h en Aspe.

Figura 150.

Para reducir y hegemonizar la presión se ha debido actuar en la mayoría de los sectores, exceptuando los sectores 1, 2, 3, 4 y 10.

En la siguiente tabla podemos observar las válvulas instaladas en cada sector

SECTOR	DIAMETRO CONTADOR ENTRADA (mm)	DIAMETRO VRP (mm)	CONSIGNA
1	100	-	-
2	80	-	-
3	100	-	-
4	100	-	-
5	100	80	28
6	100	100	25
7	100	80	72
8	100	80	40
9	80	80	40
10	80	-	-
11	80	80	30
12	80	80	21
13	100	100	30
14	100	100	35

15	100	80	27
16	100	80	30
17	80	80	30
18	100	80	30
19	80	80	30
Entrada Montesol y Polígono.	-	150	18
VRP instalada conexión entre los dos depósitos.	-	150	28
Entrada instituto	100	80	35

Tabla 54. Características de las VSP instaladas en cada sector en Aspe.

Tras la instalación de las válvulas reductoras de presión se ha conseguido prestar un servicio en un rango entre 20 - 40 mca.

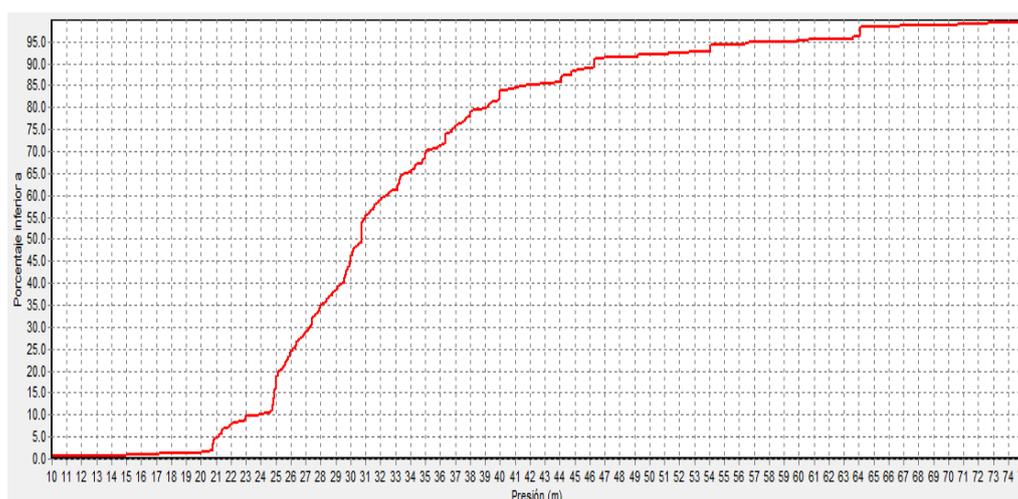


Figura 151. Distribución de presiones en hora punta (11:30 h) en Aspe.

## HONDON DE LAS NIEVES

Para el caso de Hondón de las Nieves, se estudia para el instante 1:00 h., caso para el cual, se produce el llenado de los depósitos y el otro instante será 11:30 h., cuando se produce la hora de mayor consumo.

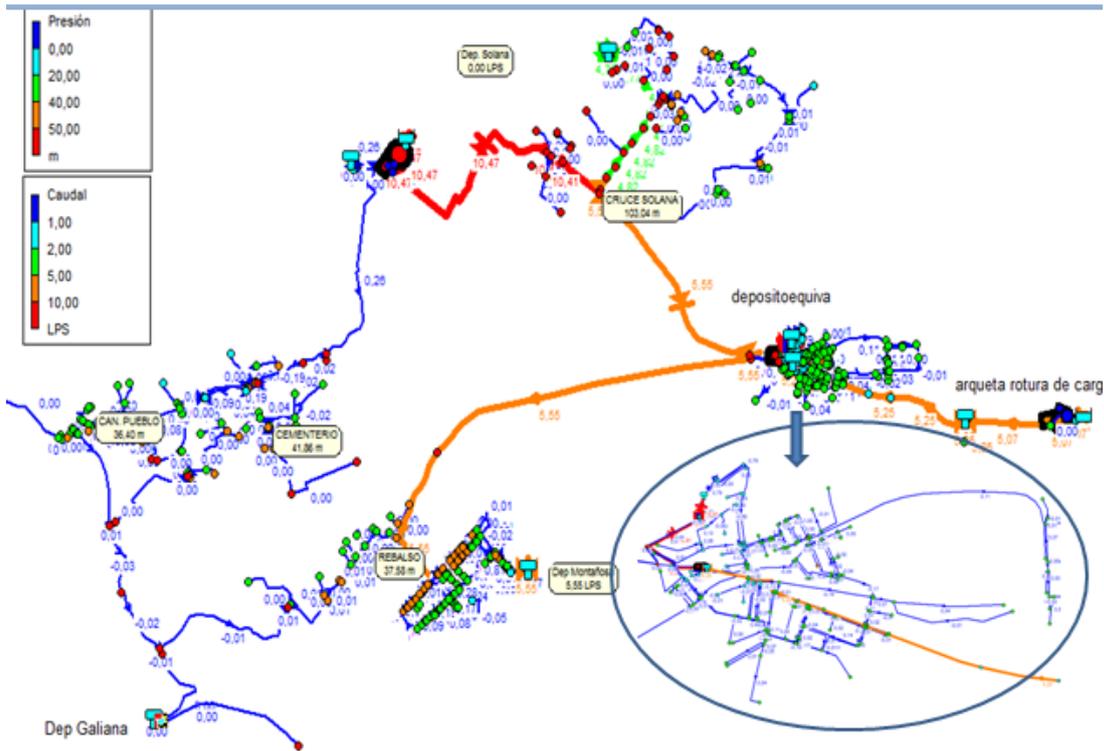


Figura 152. Presiones en el sistema de Hondón de las Nieves para el instante 1:00 h.

Como se puede observar en el gráfico anterior y siguiente, tenemos dos zonas críticas (La Solana y zona alta de Hondón de las Nieves).

En la zona de entrada a La Solana se tienen presiones altas producidas por el desnivel entre el bombeo La Solana y el depósito La Solana y la zona de de abastecimiento. Para evitar dichas sobrepresiones los abonados deberán instalar válvulas reductoras a la entrada de sus domicilios para evitar problemas provocados por sobrepresiones.

La otra zona es la zona alta de Hondón de las Nieves en la cual se producen presiones bajas, ya que el abastecimiento es por gravedad y la diferencia de cotas entre el depósito de Calereta y los nudos de consumo próximos al depósito son menores a 20 m, por lo que las presiones de servicio son inferiores a 20 mca.

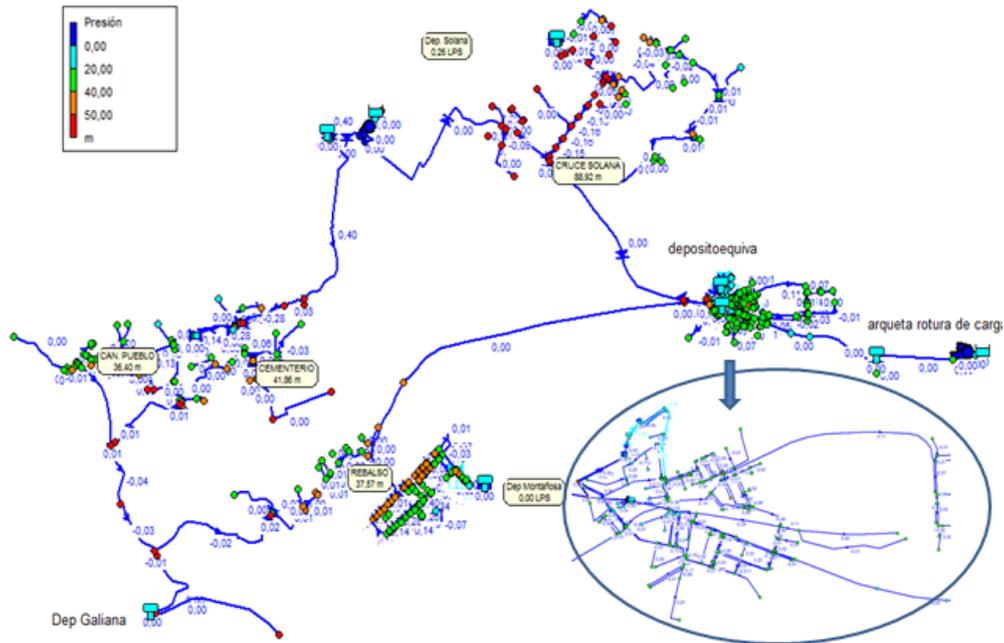


Figura 153. Presiones en el sistema de Hondón de las Nieves para el instante 11.30 h.

Por lo que tras la instalación de las válvulas reductoras de presión en el sistema, se obtendrán unas presiones de servicio en un rango entre 20 - 50 mca.

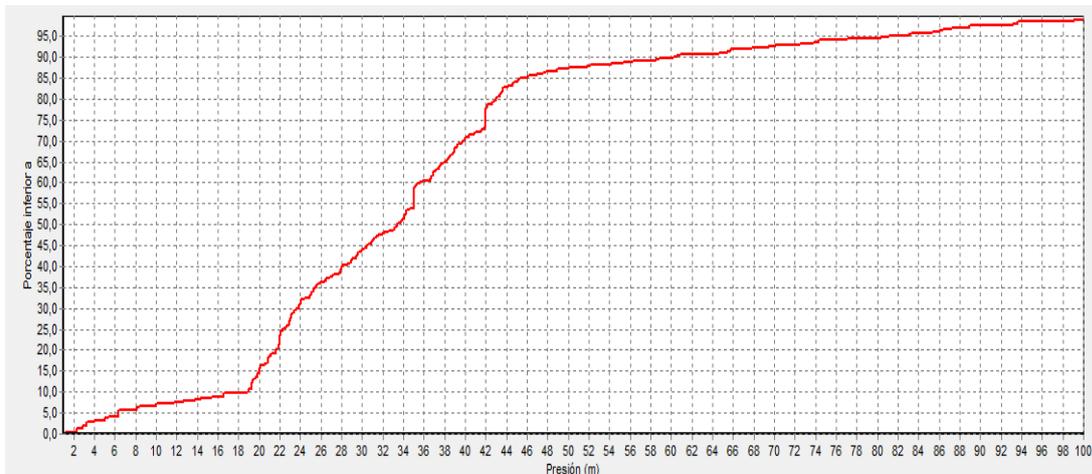


Figura 154. Distribución de presiones en hora punta (11.30h.) en Hondón de las Nieves.

Para realizar la sectorización de Hondón sólo se han instalado dos válvulas reductoras de presión (entrada a los diseminados La Canalosa y en la urbanización La Montañosa) y un caudalímetro a la entrada de los diseminados de La Canalosa. Ya que la distribución geográfica de las diferentes zonas son completamente independientes.

A continuación se detalla las características del contador y las válvulas reductoras de presión que se han utilizado para realizar la sectorización.

---

<b>SECTOR</b>	<b>DIAMETRO CONTADOR ENTRADA (mm)</b>	<b>DIAMETRO VRP (mm)</b>	<b>CONSIGNA</b>
<b>Canalosa</b>	100	100	40
<b>Canalosa</b>		66	45
<b>Montañosa</b>	-	125	25

*Tabla 55. Características de las VRP instaladas en Hondón de las Nieves.*



## 8 VALORACION ECONOMICA

A continuación se va a realizar un balance económico con lo que cuesta realizar la sectorización y el ahorro económico que generará con la reducción del caudal fugado.

### 8.1 Coste económico implantación sectorización

Para realizar el coste económico se ha realizado un inventario con las actuaciones y elementos auxiliares que deben utilizarse e instalarse para realizar la sectorización. Los precios unitarios han sido facilitados por la empresa Aguas de Valencia S.A.

A continuación se puede observar de forma agrupada el coste de cada partida, en el anexo "presupuestos" se encuentra de forma más detallada la realización del presupuesto.

Para el caso de Aspe se tiene como coste global de implantación de la sectorización en 227.578,27€.

### Presupuesto y Medición

Código	Nc	Resumen	Unidad	Precio	Total
<b>SECTORIZACIÓN</b>		<b>SECTORES EN ASPE</b>	1,000	227,578,27	227,578,27
C-1	Capitulo	OBRA CIVIL	1,000	69,944,21	69,944,21
C-2	Capitulo	MATERIAL HIDRÁULICO	1,000	90,356,52	90,356,52
C-3	Capitulo	INSTRUMENTACIÓN	1,000	49,257,80	49,257,80
C-4	Capitulo	MONTAJE Y PROGRAMACIÓN	1,000	16,923,75	16,923,75
C-5	Capitulo	VARIOS	1,000	899,18	899,18
ESS%	Capitulo	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD	1,000	196,81	196,81

Tabla 56. Presupuesto realización sectorización para Aspe.

Para el caso de Hondón de las Nieves se tiene como coste global de implantación de la sectorización en 20.513,77€.

### Presupuesto y Medición

Código	Nc	Resumen	Unidad	Precio	Total
SECTORIZACIÓN		SECTORES EN HONDÓN DE LAS NIEVES	1,000	20,513,77	20,513,77
C-1	Capítulo	OBRA CIVIL	1,000	4,341,85	4,341,85
C-2	Capítulo	MATERIAL HIDRÁULICO	1,000	11,682,49	11,682,49
C-3	Capítulo	INSTRUMENTACIÓN	1,000	2,462,89	2,462,89
C-4	Capítulo	MONTAJE Y PROGRAMACIÓN	1,000	930,55	930,55
C-5	Capítulo	VARIOS	1,000	899,18	899,18
ESS%	Capítulo	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD	1,000	196,81	196,81

Tabla 57. Presupuesto realización sectorización para Hondón de las Nieves.

## 8.2 Reducción del volumen de fugas

Gracias al modelo matemático se puede estimar el caudal fugado en función de la presión en cada nodo, pero en concreto como para los casos presentes de estudio de Aspe y Hondón de las Nieves no se ha dispuesto de la curva de modulación en cada instante de tiempo determinado, pues no se puede realizar un control exacto del caudal fugado, por lo que se realizarán una serie de supuestos en la reducción de las fugas y a partir de ahí realizar un control del balance de caudales fugados. El valor del m<sup>3</sup> de agua ha sido facilitado por la empresa, siendo 0,40€/m<sup>3</sup>.

	ASPE	HONDÓN
Caudal producido (m <sup>3</sup> )	1.066.026	176.939
Caudal registrado (m <sup>3</sup> )	832.101	123.665
Caudal fugado (m <sup>3</sup> )	233.925	53.274
% rend. Técnico	0,78	0,69
Pérdida econ. (€/año)	93.570	21.309,6

Tabla 58. Pérdidas económicas por m<sup>3</sup> fugado al año

En la siguiente tabla se realizarán una serie de supuestos incrementos de mejora del caudal fugado y se podrá analizar el ahorro económico al año según el supuesto incremento de mejora.

<b>ASPE</b>			
	<b>% Rend,</b>	<b>Pérd. Econ. (€)</b>	<b>Ahorro (€)</b>
<b>Actual</b>	0,78	93.810,28	0
<b>Incremento +2,5%</b>	0,805	83.150,02	10.660,26
<b>Incremento +5%</b>	0,83	72.489,76	21.320,52
<b>Incremento +7,5%</b>	0,855	61.829,50	31.980,78
<b>Incremento +10%</b>	0,88	51.169,24	42.641,04
<b>Incremento +12,5%</b>	0,905	40.508,98	53.301,3
<b>Incremento +15%</b>	0,93	29.848,72	63.961,56

Tabla 59. Ahorro según disminución del caudal fugado para Aspe.

<b>HONDON</b>			
	<b>% Rend.</b>	<b>Pérd. Econ. (€)</b>	<b>Ahorro (€)</b>
<b>Actual</b>	0,69	21940,436	0
<b>Incremento +2,5%</b>	0,715	20171,046	1769,39
<b>Incremento +5%</b>	0,74	18401,656	3538,78
<b>Incremento +7,5%</b>	0,765	16632,266	5308,17
<b>Incremento +10%</b>	0,79	14862,876	7077,56
<b>Incremento +12,5%</b>	0,815	13093,486	8846,95
<b>Incremento +15%</b>	0,84	11324,096	10616,34

Tabla 60. Ahorro según disminución del caudal fugado para Hondón de las Nieves.

Una vez realizada la sectorización he informatizado todos los registros en cada intervalo de tiempo determinado por los contadores, se podrá realizar un balance real de la cantidad del caudal fugado disminuido y así poder realizar un estudio económico exacto de la amortización de la inversión.



## 9 CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO

La propuestas básica de futuro que se pueden extraer del análisis efectuado relativo a la situación actual del abastecimiento de Aspe y la realización de la sectorización son las siguientes actuaciones:

- Existen tuberías de pequeño calibre que generan problemas de repuestos y conservación. Estas tuberías deberán ser sustituidas progresivamente. Principalmente se encuentran en el casco antiguo de Aspe.
- Existe gran cantidad de metros de tuberías de fibrocemento que presentan problemas de mantenimiento y roturas. Es recomendable la sustitución progresiva de estas conducciones.
- Conexión de varias tuberías (sistema de Aspe) con grandes diámetros (300, 250 y 200 mm) próximas a la Avda. Gran Capitán, calles Isaac Albéniz y calle Santa Rita, provocando mayor movimiento del agua entre nuestro sistema y reducir estanqueidad. En el núcleo urbano de Hondón de las Nieves también existe una tubería de 150mm de diámetro que termina en tapón, se localiza al final de la calle Peña.
- Es necesario equilibrar el nivel de presiones en la red para garantizar unos valores adecuados y mejorar el rendimiento global. Para ello será necesaria la instalación de válvulas reguladoras de presión en aquellos lugares que no han podido ser incluidos dentro de ningún sector.
- Por criterios de calidad, sería conveniente establecer un plan de purgas con el fin de garantizar unos tiempos de permanencia adecuados en toda la red. Evitaremos que se produzcan bajas velocidades por lo que habrá que aumentarla.
- Por criterios de extinción de incendios, sería necesario revisar la presencia de hidrantes a lo largo de la población y su correcto funcionamiento. Para garantizar este funcionamiento es muy probable que sea necesaria la sustitución de algunas conducciones.
- Instalación de prelocalizadores de fugas para reducir al máximo las pérdidas de agua en la red. Para ello planificaremos un continuo rastreo de fugas.
- Con vistas a posibles aumentos de caudal demandado, nuestro sistema funcionará correctamente, ya que está sobredimensionado.

---

## BIBLIOGRAFIA

- Martínez, F. (2001). EPANET 2.0 en Español. *Manual de Usuario*. Departamento de Ingeniería Hidráulica. Universidad Politécnica de Valencia.
- Bartolín, H.; Martínez, F. (2003). *GISRed v1.0. Manual de Usuario*. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Grupo REDHISP. Universidad Politécnica de Valencia (España).
- Fuertes, V.S.; García - Serra, J.; Iglesias, P.L.; López, G.; Martínez, F.J.; y Pérez R.;" *Modelación y diseño de redes de abastecimiento de agua*", Grupo Mecánica de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia, 2002.
- Bartolín, Hugo (2012). "*Confección de modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones*". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Soriano, J. "*Auditoría, Modelo matemático y Diagnóstico de la red de abastecimiento de agua de Buñol. Propuestas y Evaluación de actuaciones para su mejora*". Proyecto final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia, Diciembre 2005.
- Grupo Aguas de Valencia S.A.; "*Plan Director del Abastecimiento de Agua Potable a la población de Moncada*". Valencia 2008.
- Grupo Aguas de Valencia S.A.; "*Avance del Plan Director del Servicio de Distribución de Agua potable a Puzol*". Valencia 2013.
- Grupo Aguas de Valencia S.A.; "*Plan Director del Abastecimiento de Agua Potable a la población de Quart de Poblet*". Valencia 2012.
- Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (REDHISP).; "*Plan Director de Agua Potable a la ciudad de Teruel*". Valencia 2009.
- Aigües de Mataró S.A.;"*Pla Director de L'Áigua de Mataró*". Mataró 2011.
- García - Serra, J; "*Seminario Método de Asignación de Demandas*". Universidad Politécnica de Valencia. 2014.
- Iglesias, P.I., Matínez F.J.; "*Análisis y diseño de redes de distribución de agua mediante EPANET 2 ve*". Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia, 2012.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

**ANEXO DESCRIPCION PEDANIAS**

## Contenido

1	Aspe .....	2
1.1	Urbanización La Alcana .....	2
1.2	Urbanización San Isidro.....	3
1.3	Urbanización Santa Elena .....	4
1.4	Urbanización La Columna.....	6
1.5	Urbanización Montesol .....	8
1.6	Polígono Industrial Tres Hermanas.....	9
2	Hondón de las Nieves.....	12
2.1	Pedanía La Solana .....	12
2.2	Pedanía Canalosa .....	14
2.3	Urbanización La Montañosa .....	15

En el siguiente anexo se describe de forma detallada la manera de abastecer a las diferentes urbanizaciones y pedanías.

## 1 Aspe

### 1.1 Urbanización La Alcana

El suministro a la urbanización La Alcana se hace mediante un enlace en la tubería de diámetro 400 mm de fundición, que conecta los depósitos de Uchell y de Sepes desde el depósito de la Almoladera. La tubería que enlaza en la bifurcación es de fundición con un diámetro de 350mm y con una longitud de 560m hasta la entrada a la urbanización La Columna.



Figura 1 Imágen de la conexión para el suministro de La Alcana.

Desde la entrada a la urbanización La Columna continúa con una tubería de fundición de diámetro 350 mm y una longitud de 4.995 m hasta llegar a la entrada de la urbanización La Alcaná, desde la entrada a la urbanización se pasa de una tubería de 350 mm de fundición a una de 250 mm también de fundición con una longitud de 53.7 m hasta vaciar en un depósito de 500 m<sup>3</sup> compuesto por dos vasos. Desde dicho depósito y por un sistema de bombeo se suministra el agua a la urbanización. El sistema de bombeo consta de 3 bombas de la marca Caprabi cada una con una potencia de 15 kw, actualmente es sistema de bombeo está sobredimensionado para las demandas actuales. Las tuberías de la urbanización están formadas por diámetros de 200 y 100 mm formando un sistema mallado

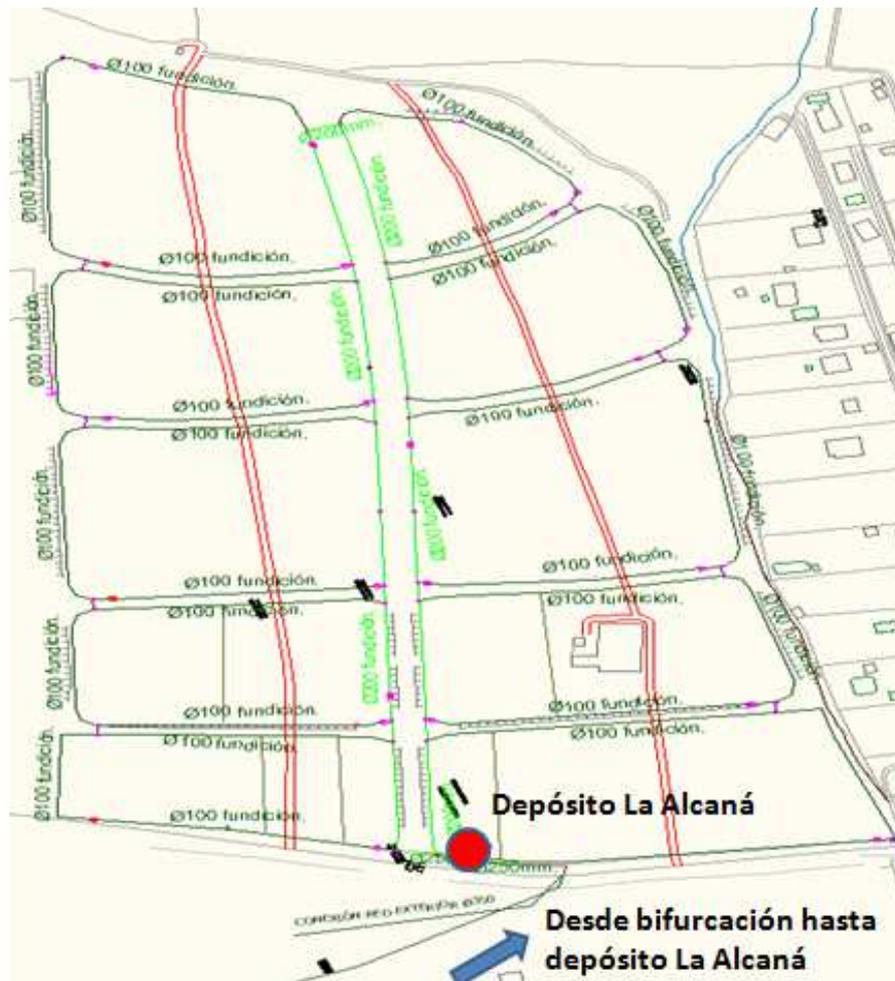


Figura 2 Imágen de la red de tuberías en La Alcana.

### 1.2 Urbanización San Isidro

El suministro a la urbanización San Isidro se hace mediante una conexión a la tubería de diámetro 300 mm de fibrocemento, que conecta el depósito de Uchell con la tubería que suministra agua al núcleo urbano de Aspe que discurre por la Avda. de Elche. La tubería que discurre por Avda. Tres de Agosto, Cmno. Carrasca - Fuentes y Cmno. Tolomo Bajo es de fibrocemento con un diámetro de 200 mm y con una longitud de 1.852m desde dicho punto de conexión hasta la entrada a la urbanización.



Figura 3 Imágen de la conexión para el suministro de la urbanización San Isidro.

El sistema de distribución de aguas en la urbanización está compuesto por una tubería principal de fundición de diámetro 150 mm y por tuberías formando sistema mallado y ramificado de diámetro 100 mm. El sistema no dispone de ningún depósito ni de ningún sistema de bombeo.



Figura 4 Imágen de la red de tuberías en la urbanización San Isidro.

### 1.3 Urbanización Santa Elena

El suministro a la urbanización Santa Elena se hace mediante dos conexiones en la tubería de diámetro 200 mm de fibrocemento, que pertenece al sistema de tuberías arteriales de Aspe y que discurre por la avenida Juan Carlos I. Nuestra tubería de enlace es de polietileno con un diámetro de 160 mm y con una longitud de 890 m desde dicho punto de confluencia hasta la entrada a la urbanización. Discurre por el camino Coca.



Figura 5 Imágen de la conexión para el suministro de la urbanización Santa Elena.

El sistema de distribución de aguas en la urbanización está compuesto por una tubería principal de polietileno de diámetro 160 mm y por tuberías formando sistema mallado de diámetro 110 mm. El sistema no dispone de ningún depósito ni de ningún sistema de bombeo.

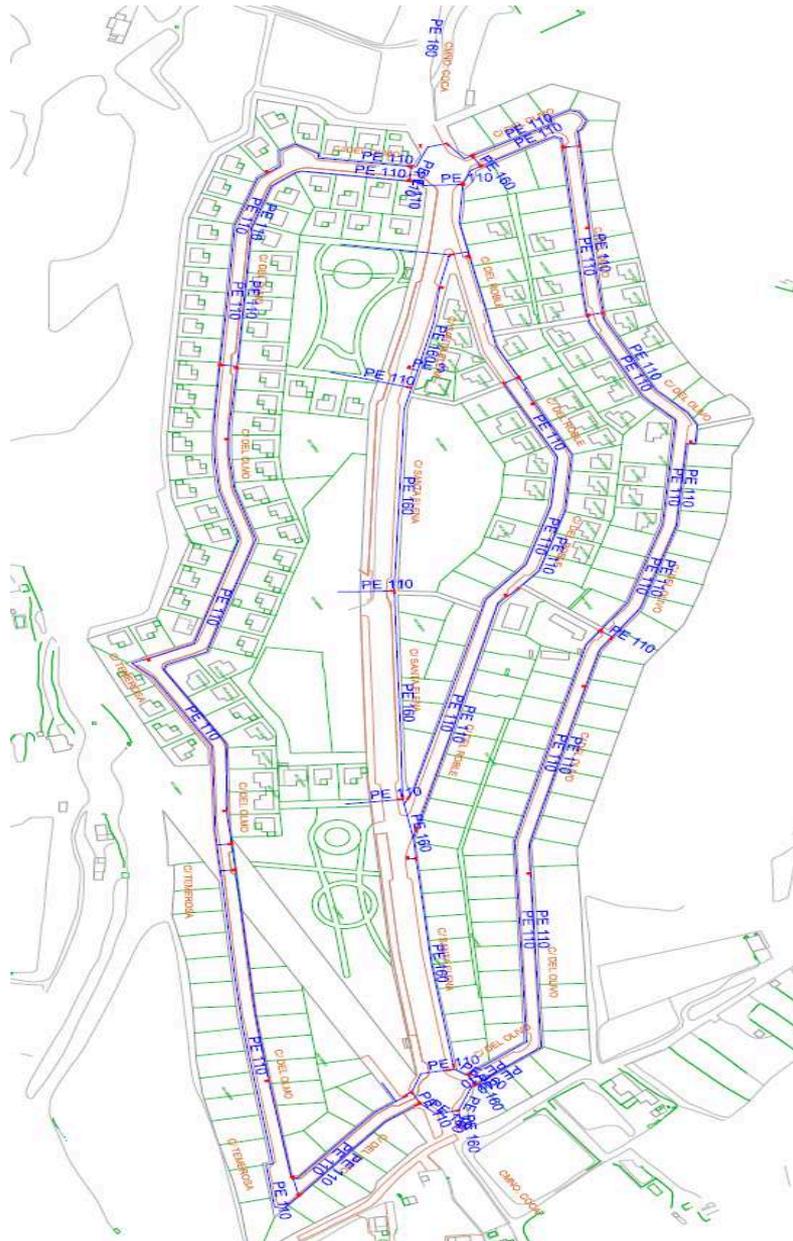


Figura 6 Imágen de la red de tuberías en la urbanización Santa Elena.

#### 1.4 Urbanización La Columna

El suministro a la urbanización La Columna se hace mediante una conexión con una tubería de fibrocemento y 125 mm de diámetro en la tubería de diámetro 350 mm de fibrocemento, que sale desde el punto de bifurcación y va hasta la urbanización La Alcaná.

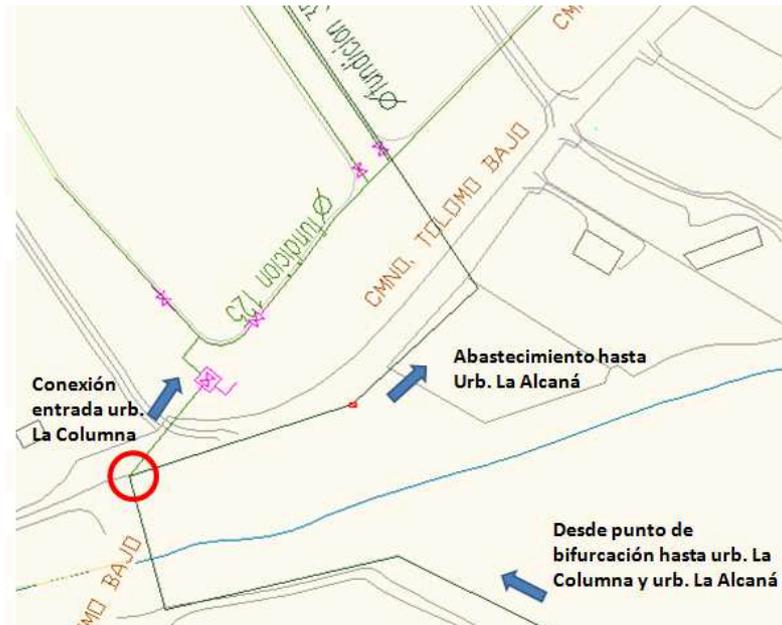


Figura 7 Imagen punto de conexión y entrada en la urbanización La Columna.

El sistema consta de un sistema mallado con tuberías de polietileno y de un diámetro de 125 y 160 mm.



Figura 8 Imagen de la red de tuberías en la urbanización.

### 1.5 Urbanización Montesol

El suministro a la urbanización Montesol se hace mediante una conexión en la tubería de diámetro 300 mm de fundición, que viene desde el depósito Sepes y llega a la entrada del polígono, nuestra tubería de conexión es de fundición con un diámetro de 200 mm y que discurre por las calles Alpargateros, Herrera y Zapateros pertenecientes al polígono Tres Hermanas con una longitud de 1.020 m y después discurre cerca a la Ctra. de Elche hasta llegar a la entrada de la urbanización Montesol, con un diámetro de 150 mm y una longitud total de 1.188 m.



Figura 9 Imagen de la conexión para la urbanización Montesol.

A la entrada de la urbanización se hace mediante una tubería de polietileno con un diámetro de 160 mm, ésta tubería sirve como red arterial para la urbanización y la red de distribución está compuesta de dos tuberías de polietileno con un diámetro de 110 mm.

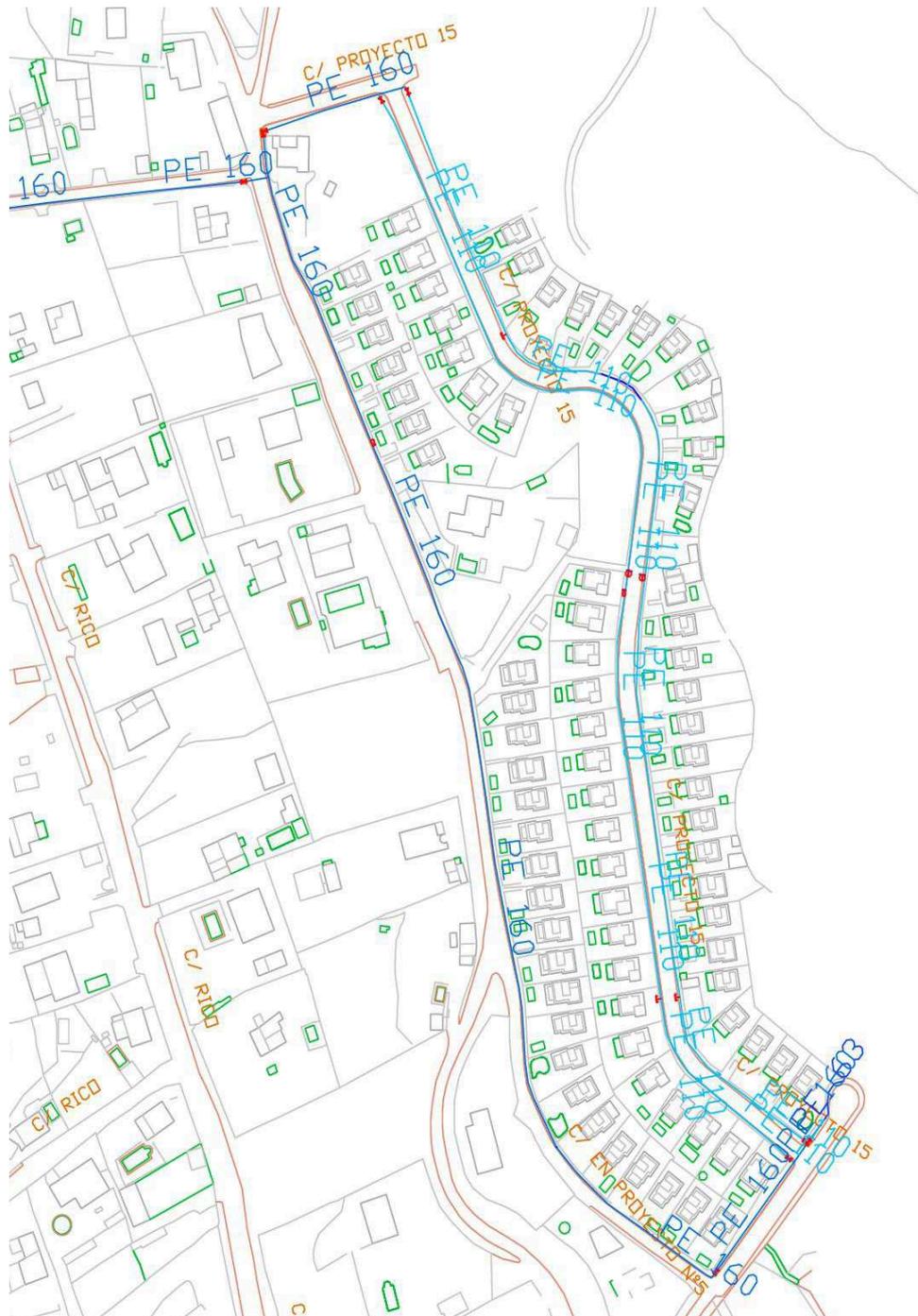


Figura 10 Imagen de la red de distribución para la urbanización Montesol.

### 1.6 Polígono Industrial Tres Hermanas

El polígono y sus instalaciones fue proyectado, ejecutado, dirigido y financiado por el propio Sepes, cediéndolo al Municipio en lo referente a la prestación del servicio de agua potable.

El suministro al polígono se hace mediante una conexión en la tubería de diámetro 300 mm de fundición, que viene desde el depósito Sepes y llega a la entrada del polígono, el polígono se encuentra dividido en dos sectores (polígono Tres Hermanas y Ampliación polígono Tres Hermanas). Las tuberías de conexión a cada sector son de fundición con un diámetro de 200 mm cada una.



Figura 11 Imagen de la conexión para el polígono Tres Hermanas.



Figura 12 Plano de la distribución de las tuberías en el polígono Tres Hermanas

## 2 Hondón de las Nieves

### 2.1 Pedanía La Solana

El abastecimiento a La Solana se realiza desde el pozo La Solana, en dicho bombeo se realiza una extracción de 50l/s. La gestión del pozo es a cargo de una comunidad de regantes, dicha comunidad es la responsable de su mantenimiento y funcionamiento. El grupo Aguas de Valencia les abona el caudal que consumen para el abastecimiento. El pozo funciona de las 22:00 hasta las 05:15 h.



Figura 13 Pozo de la Solana.

El agua desde el pozo llega a un pequeño depósito situado al lado del bombeo desde el cual aspira y lo bombea por una conducción de fundición con un diámetro 150 mm y una longitud de 4.554 m hasta el depósito de La Solana con una capacidad de 300 m<sup>3</sup> y una cota de 390 m y desde aquí es suministrado a los abonados por gravedad.



Figura 14 Instalación del bombeo en el pozo de la Solana.

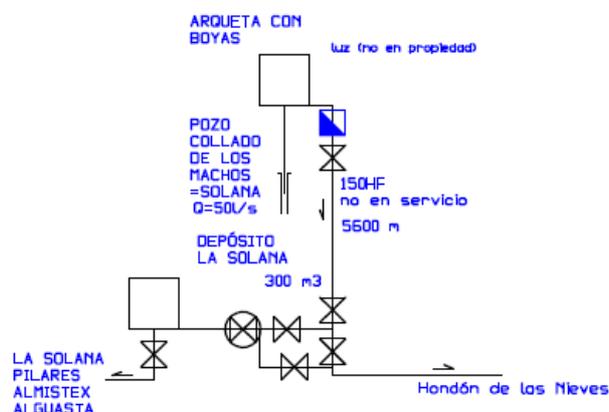


Figura 15 Esquema hidráulico del depósito de la Canalosa y pozo Solana.



Figura 16 Depósito de la Canalosa



Figura 17 Sistema de cloración en el depósito de la Canalosa

Para garantizar la calidad del agua, hay instalado en el depósito un dosificador de cloro.

Debido a la localización del depósito, no hay conexión a la electricidad, así que para el funcionamiento del dosificador y alguna otra función o maniobra que necesite electricidad hay instalada una placa solar para garantizar dicho funcionamiento.



Figura 18 Instalación para el suministro eléctrico.

El sistema de distribución de tuberías para el abastecimiento de agua consta de una tubería arteria de polietileno con un diámetro de 110 mm y unas tuberías secundarias también de polietileno pero con un diámetro de 90 y 63mm. Es un sistema ramificado.

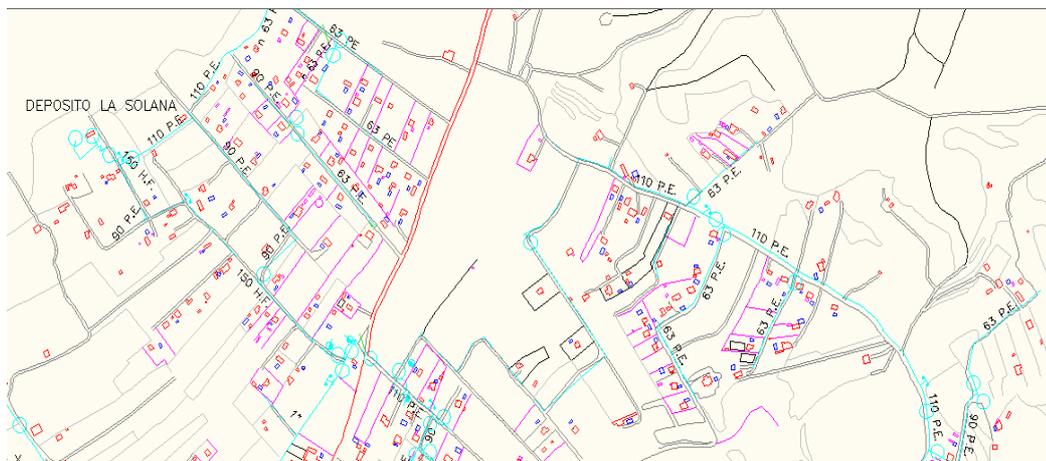


Figura 19 Distribución de tuberías en la pedanía de Canalosa.

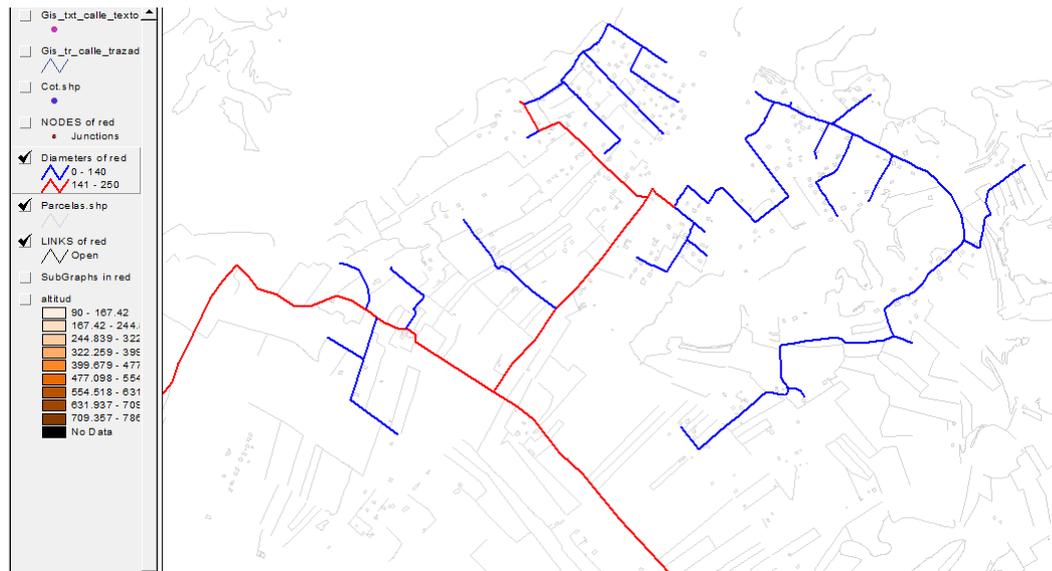


Figura 20 Distribución de tuberías en la pedanía de Canalosa.

## 2.2 Pedanía Canalosa

El abastecimiento a Canalosa se hace mediante el depósito de Galiana ( $500 \text{ m}^3$ ) y desde el depósito la Canalosa ( $600 \text{ m}^3$ ). El llenado del depósito de la Canalosa se realiza por la noche desde la 01:00 hasta las 03:00h. La tubería que conecta el depósito de Canalosa y la pedanía Canalosa es de polietileno con un diámetro de 200 mm y una longitud de 4.205 m.

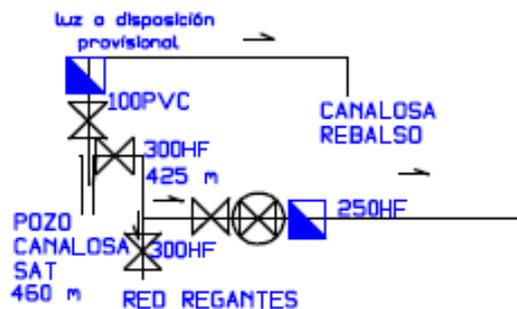


Figura 21 Sistema hidráulico en el pozo de Canalosa.

La pedanía de Canalosa se encuentra bastante diseminada por lo que todo son redes secundarias ramificadas, las tuberías son de PVC o polietileno con diámetros entorno a 40-63 mm.

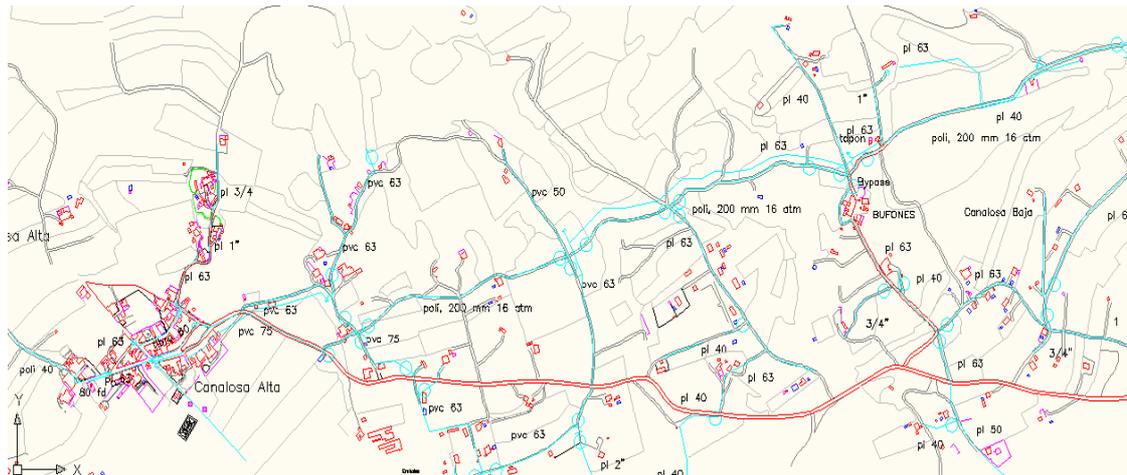


Figura 22 Distribución de tuberías en la pedanía de Canalosa.

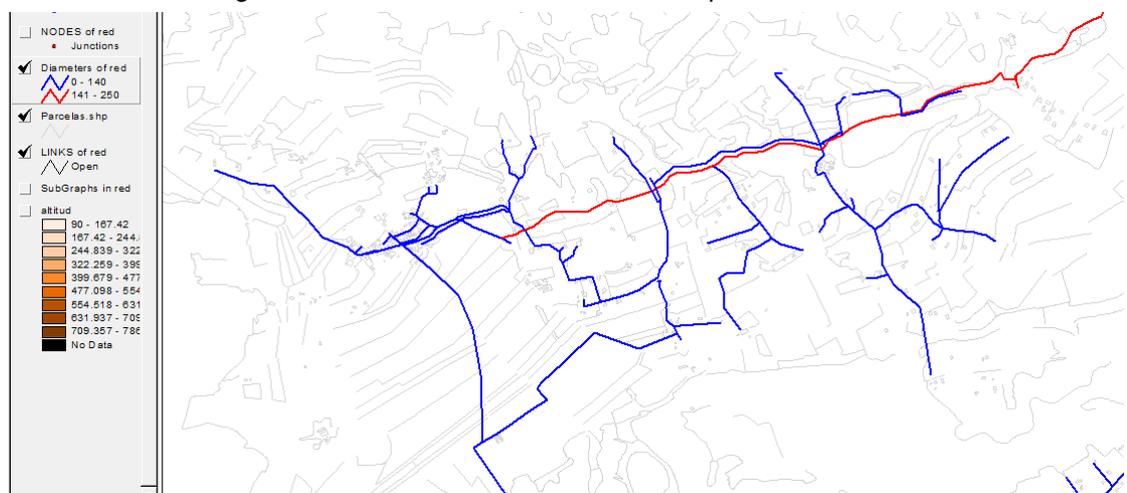


Figura 23 Distribución de tuberías en la pedanía de Canalosa.

La pedanía también está conectada a el pozo Canalosa mediante una tubería de PVC con un diámetro de 100 mm y una longitud de 3.510 m perteneciente a una comunidad de regantes que puede abastecer agua a la pedanía, pero en la actualidad este sistema está en desuso.

### 2.3 Urbanización La Montañosa

La urbanización la Montañosa es de actual construcción, consta de unas 1.000 viviendas de tipo adosadas y chalets.

El suministro de agua es aportado por el pozo de la Solana, en caso de fallo se suministrará agua desde el pozo del Caminanto. La tubería es de fundición con un diámetro de 250 mm y una longitud de 4.700m hasta los depósitos situados en la

urbanización. La urbanización consta de dos depósitos de 500 m<sup>3</sup> cada uno, conectados entre sí, manteniendo así el mismo nivel en los dos depósitos. Son depósitos de hormigón armado y situados a una cota de 474 m.



Figura 24 Depósitos que abastecen a la urbanización La Montañosa y detalles de la conexión entre ellos.

El sistema de distribución de aguas en la urbanización es una red mallada compuesta por una red arterial con un tramo de tubería de fundición con un diámetro de 200 mm y otro tramo de tubería de polietileno con un diámetro de 150 mm. La red de distribución a los usuarios es mediante tuberías de polietileno malladas de diámetro 63 mm.

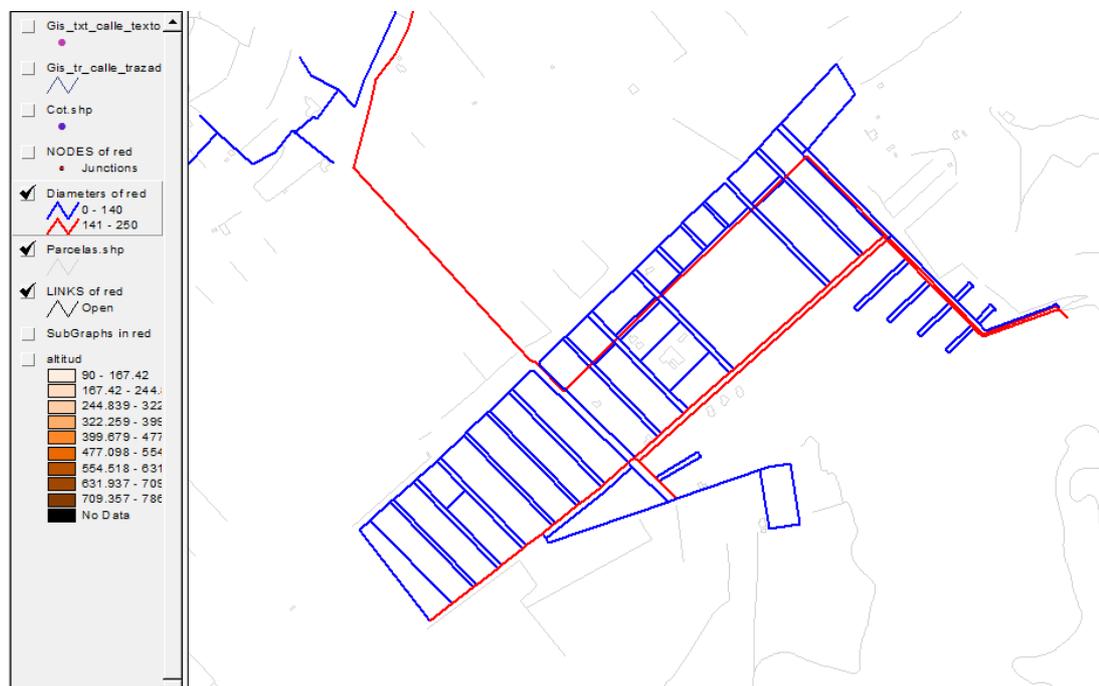


Figura 25 Distribución de las tuberías en la urbanización La Montañosa.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

**ANEXO CONFECCION DEL MODELO**

## 1 Contenido

2	EL MODELO EPANET .....	3
2.1	CARACTERÍSTICAS DE EPANET.....	3
2.2	COMPONENTES FÍSICOS DEL SISTEMA .....	6
2.2.1	Conexiones .....	6
2.2.2	Depósitos.....	6
2.2.3	Tanques .....	7
2.2.4	Emisores .....	7
2.2.5	Tuberías.....	7
2.2.6	Pérdidas Menores.....	8
2.2.7	Bombas.....	8
2.2.8	Válvulas .....	8
3	CONFECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO .....	10
3.1	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	13
3.1.1	Cartografía.....	13
3.1.2	Topología y características de la red.....	14
3.1.3	Producción y consumos.....	15
3.2	OBTENCIÓN DEL ESQUELETO DE LA RED .....	23
3.2.1	Captura de la red desde cad .....	23
3.2.2	Creación del callejero.....	24
3.2.3	Detección de errores.....	25
3.3	ASIGNACIÓN DE COTAS .....	28
3.4	ASIGNACIÓN DE CONSUMOS .....	29
3.5	FICHERO DE ENTRADA DE DATOS DE EPANET .....	30
3.6	CALIBRACIÓN DEL MODELO .....	32



---

## 2 EL MODELO EPANET

El objetivo de todo modelo matemático es reproducir mediante un computador, con la mayor exactitud posible, el comportamiento real del sistema físico que representa.

En el caso de una red hidráulica, el modelo reproducirá el comportamiento de las tuberías, depósitos, bombas y elementos de regulación de los que consta la red, con un grado de detalle que dependerá de la utilización que vayamos a hacer de él.

No hay que confundir el modelo matemático con los métodos de análisis que se utilizan para realizar simulaciones del mismo. El modelo matemático contiene información de dichos elementos organizada de tal manera que pueda ser interpretada por un programa de simulación. En nuestro caso EPANET es el programa utilizado para realizar la simulación de nuestros abastecimientos a Aspe y Hondón de las Nieves.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE EPANET

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. En general, una red consta de tuberías, nudos (conexiones entre tuberías), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o depósitos. EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo. Además del conocimiento de la concentración de diferentes componentes químicos, es posible determinar el tiempo de permanencia del agua en las tuberías, así como estudios de la procedencia del agua en cada punto de la red.

EPANET está diseñado para ser una herramienta de desarrollo en el aumento del conocimiento relacionado con el movimiento y el destino de los constituyentes del agua en una red de distribución. De hecho puede emplearse para multitud de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución. Diseño de programas de muestreo, calibración de modelos hidráulicos, análisis del cloro residual y valoración

del riesgo a que se encuentran sometidos los consumidores son algunas de las aplicaciones que pueden llevarse a cabo. Asimismo EPANET puede servir de ayuda para la evaluación de diferentes estrategias alternativas de gestión de los sistemas de distribución encaminadas todas ellas a la mejora de la calidad del agua dentro del sistema. Esto incluye:

- Utilización alternativa de las fuentes de suministro en sistemas que disponen de múltiples fuentes de abastecimiento
- Variación de los esquemas de bombeo y de llenado y vaciado de los depósitos
- Uso de técnicas de tratamiento satélite, tales como la recloración en determinados depósitos de almacenamiento
- Determinación de conducciones que deben ser limpiadas o sustituidas.

EPANET, que puede emplearse bajo sistemas operativos Windows, ofrece un entorno de trabajo integrado para la edición de los datos de entrada de la red, para el cálculo hidráulico y las simulaciones de la calidad del agua, y para poder visualizar los resultados obtenidos en una amplia variedad de formatos. Esta variedad de formatos incluye planos de la red con códigos de colores, tablas de datos, gráficos con evoluciones temporales de diferentes variables, y planos con curvas de isoniveles.

Para la realización del modelo de calidad del agua es necesario disponer de un modelo hidráulico preciso y completo. EPANET es un motor de análisis hidráulico actual que incluye las siguientes características:

- No existe límite en el tamaño de la red que se desea analizar
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Haze - Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning
- Incluye pérdidas menores en elementos tales como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidades de giro variables
- Calcula la energía consumida y el coste de bombeo de las estaciones
- Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.

- 
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría (por ejemplo que la sección del tanque sea variable con la altura del mismo).
  - Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación
  - Modeliza consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores (rociadores, aspersores)
  - Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal

Además del modelo hidráulico, EPANET también tiene las siguientes capacidades en la modelización de la calidad del agua:

- Realiza el seguimiento en el tiempo de sustancias no reactivas que se encuentran en la red
- Modela el comportamiento de un material reactivo tanto si aumenta su concentración como si se disipa a lo largo del tiempo
- Modela la edad del agua a lo largo de la red
- Realiza el seguimiento de una porción de fluido desde un nudo dado a través de todos los demás a lo largo del tiempo
- Modela reacciones en el seno del fluido y en la capa de la pared de la tubería
- Utiliza ecuaciones cinéticas polinómicas para modelar las reacciones en el seno del flujo
- Utiliza coeficientes y ecuaciones lineales para modelar las reacciones en la pared de la tubería
- Tiene en cuenta las limitaciones derivadas de aplicar la conservación de la masa en la modelación de las reacciones de la pared de tubería
- Permite el crecimiento o descenso de la reacción hasta una concentración límite
- Emplea coeficientes generales en las reacciones que pueden ser modificados tubería a tubería
- Permite que los coeficientes de las reacciones de pared sean correlativos con la rugosidad de la tubería
- Permite a lo largo del tiempo entradas de concentración o masa en cualquier punto de la instalación

- Modela los depósitos de tres formas: de mezcla completa, de flujo en pistón, o con dos compartimentos de mezcla.

## 2.2 COMPONENTES FÍSICOS DEL SISTEMA

EPANET modeliza un sistema de distribución de agua cómo una serie de líneas conectadas a nudos. Las líneas representan tuberías (pipes), bombas (pumps) y válvulas (valves) de control. Los nudos representan conexiones (junctions), tanques (tanks) y depósitos (reservoirs). La figura de abajo nos muestra cómo estos objetos pueden ser conectados para representar una red.

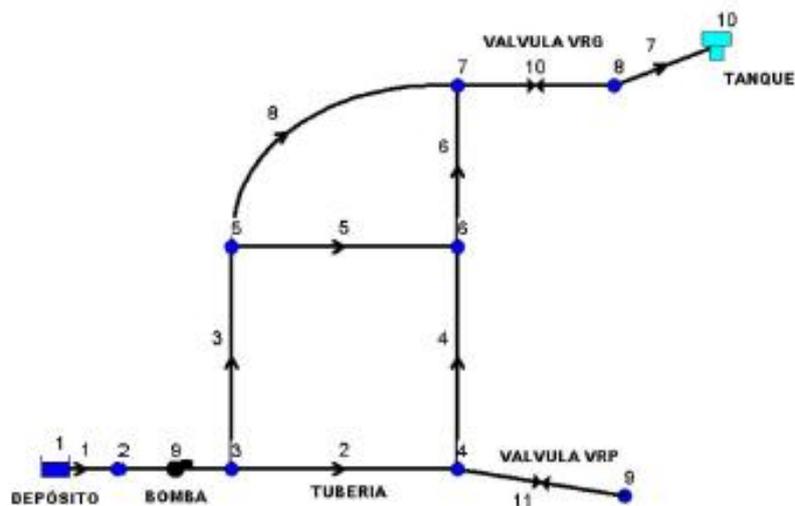


Figura 1 Componentes físicos en un sistema de distribución de agua.

### 2.2.1 Conexiones

Las conexiones son puntos en la red donde se unen las líneas o por donde entra o sale el agua de la red. La información básica que se requiere para las conexiones es: cota, demanda de agua, calidad del agua inicial.

Los resultados que se obtienen de las conexiones a lo largo de toda la simulación son: altura piezométrica (energía interna por unidad de masa del fluido), presión, calidad del agua.

### 2.2.2 Depósitos

Los Depósitos son nudos que representan una fuente externa infinita o un sumidero para el sistema. Son utilizados para modelizar lagos, ríos, acuíferos subterráneos y

conexiones a otros sistemas. Los Depósitos también pueden servir como fuente de Calidad de Agua.

Las principales características de un depósito son su altura piezométrica y su calidad inicial para el análisis de Calidad del Agua.

### **2.2.3 Tanques**

Los tanques son nudos con capacidad de almacenamiento, donde el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo a lo largo de la simulación. Las características principales para los tanques son: cota, diámetro (o geometría si no es cilíndrico), valores iniciales máximos y mínimos del nivel de agua, calidad del agua inicial.

### **2.2.4 Emisores**

Los emisores son mecanismos asociados a las conexiones que modelizan la descarga de caudal a la atmósfera a través de unos orificios. El caudal que atraviesa el emisor varía en función de la presión del nudo.

Los emisores son usados para modelizar el caudal a través de rociadores o sistemas de irrigación en la red. También pueden ser usados para modelizar pérdidas en las conexiones entre tuberías o para modelizar una boca de extinción de fuegos (asegurar un caudal disponible a una presión mínima). En éste último caso se puede utilizar un coeficiente de descarga muy alto (por ejemplo, 100 veces el caudal máximo esperado) y modificar la altura de la conexión para incluir la carga equivalente debida a la existencia de ésta boca antiincendios.

### **2.2.5 Tuberías**

Las tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. EPANET asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento. La dirección de caudal va desde el extremo con altura piezométrica (energía interna por unidad de peso del agua) mayor hacia el extremo de la conducción con menor altura, siguiendo siempre el sentido de la disminución de la altura. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son: nudos de entrada y salida, diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad (para determinar pérdidas), estado (abierta, cerrada o con una válvula). Los principales valores que podemos obtener son: caudal, velocidad, pérdidas, factor de fricción de Darcy-Weisbach, variación de la

velocidad de reacción (a lo largo de su longitud), variación de la calidad del agua (a lo largo de su longitud).

Las pérdidas de carga en la conducción debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando tres métodos diferentes:

- método de Hazen-Williams
- método de Darcy-Weisbach
- método de Chezy-Manning

### **2.2.6 Pérdidas Menores**

Las pérdidas menores (o pérdidas locales) se deben a la existencia de turbulencias en codos y conexiones. La importancia de incluir éstas pérdidas depende de la distribución en planta de la red y el grado de exactitud requerido. Pueden contabilizarse asignando a la tubería un coeficiente de pérdidas menores. Las pérdidas menores se calculan multiplicando éste coeficiente por la energía cinética de entrada en la tubería.

### **2.2.7 Bombas**

Las bombas son elementos que aportan energía al fluido incrementando su altura piezométrica. Las características más importantes para una bomba son su entrada y salida y su curva característica (relación entre la altura y caudal de la bomba). Los parámetros de salida más importantes son el caudal y la carga.

El caudal fluye unidireccionalmente dentro de la bomba y EPANET no permite que una bomba trabaje fuera del rango que determina su curva característica. También se puede considerar la variación de velocidad de las bombas.

Al igual que las tuberías, las bombas pueden activarse (arranque) y desactivarse (desconectarse) en determinados momentos establecidos por el usuario o bien cuando existan ciertas condiciones en la red. El modo de operación de la válvula puede describirse asignándole un patrón de tiempos con los correctores de velocidad.

### **2.2.8 Válvulas**

Las válvulas son líneas que limitan la presión y el caudal en puntos específicos de la red. Sus principales parámetros característicos son: Nudos de entrada y salida,

Diámetro, consigna (tarado), estado. Los valores de salida suelen ser el caudal y las pérdidas.

Los diferentes tipos de válvulas que incluye EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (VRP en inglés PRV)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (VSP en inglés PSV)
- Válvulas de Rotura de Carga (VRC en inglés PBV)
- Válvulas Controladoras de Caudal (VCQ en inglés FCV)
- Válvulas Reguladoras por Estrangulación (VRG en inglés TCV)
- Válvulas de Propósito General (VPG en inglés GPV)

---

### 3 CONFECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Para conocer el funcionamiento de la red de agua potable de Aspe, se ha elaborado un modelo matemático dinámico y de detalle con el objeto de:

- Simular el comportamiento actual de la red, conociendo las deficiencias del sistema.
- Verificar y simular el funcionamiento de la red bajo nuevas condiciones de regulación o mejoras propuestas en la red, tales como canalización de nuevas tuberías por ampliación de red, renovación, nuevas instalaciones de producción,...

Confeccionar un modelo de detalle de una red sólo es viable si se cuenta con las herramientas apropiadas para ello, debido al volumen de información que se maneja, ya que no hay que olvidar que un modelo de detalle modeliza todos y cada uno de los elementos de la red.

En el proyecto presente para generar el modelo de detalle de la red se ha empleado una aplicación informática específica denominada GisRED, que utiliza como soporte de base el programa ArcView de ESRI. Dicha aplicación ha sido confeccionada por el Grupo Aguas de Valencia en colaboración con el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Politécnica de Valencia. Con dicha aplicación se ha capturado la información contenida en el CAD elaborado, en el que se detallan la totalidad de conducciones de la red, su trazado, conectividad, y propiedades físicas más importantes, posteriormente en la aplicación se ha tratado dicha información asignando los consumos y las cotas y finalmente se ha generado el modelo de detalle.

Para llevar a cabo todas las simulaciones requeridas con el modelo, se ha utilizado el programa EPANET en su versión más actual, la 2.0. Al propio tiempo, Aguas de Valencia, consciente del impacto y la aceptación que este programa de simulación tiene entre los técnicos del sector, hasta el punto de ser hoy por hoy el simulador más utilizado en todo el mundo, ha tomado la iniciativa de financiar una traducción al español del mismo.

La versión española de EPANET 2.0 se ha utilizado profusamente en la confección del presente estudio, y se encuentra disponible en la página web de Aguas de Valencia

S.A., quedando a disposición de todos los técnicos de habla hispana interesados, de forma gratuita.

La siguiente figura representa el esquema seguido en la confección del modelo matemático:



Figura 2 Esquema a seguir en la confección del modelo

Seguidamente vamos a trazar, en líneas generales y escuetamente, las sucesivas etapas que conducen a la confección de un modelo. Es importante destacar que, si bien en la práctica se sigue siempre un proceso análogo para cualquier red, cada una de ellas presenta sus peculiaridades, que repercuten de manera muy significativa en los detalles de tratamiento interno de las etapas de trabajo que a continuación se desarrollan. Las etapas necesarias a cubrir son las mostradas en el siguiente diagrama de flujo:

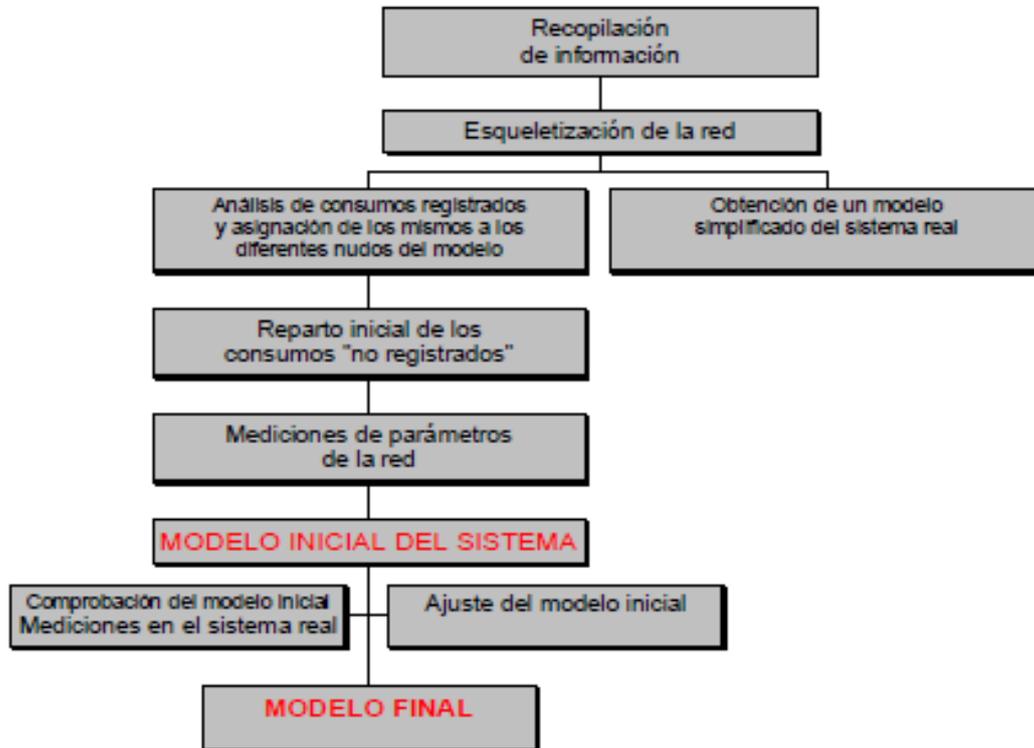


Figura 3 Diagrama del flujo de la esqueletización

1. Recopilación de información.
2. Esqueletización de la red (obtención de un modelo simplificado del sistema real).
3. Análisis de consumos registrados y asignación de los mismos a los diferentes nudos del modelo.
4. Reparto inicial de los consumos "no registrados".
5. Mediciones de parámetros de la red.

Tras esta quinta etapa estaremos ante un Modelo inicial del sistema. Será necesario comprobar la validez del mismo:

6. Comprobación del modelo inicial, lo que implica procesar el modelo para diferentes estados de la red, a la vez que realizar mediciones de las variables hidráulicas (presión y caudal) en el sistema real para las mismas situaciones. Las diferencias, que casi con toda seguridad, se darán entre los valores calculados y medidos nos llevarán a tener que cubrir una última etapa de ajuste del modelo para obtener el definitivo. Asimismo, el análisis de estas desviaciones puede llevarnos a encontrar errores en los datos de entrada

(como por ejemplo errores en la definición topológica del sistema al tener válvulas cerradas o líneas que no conectan entre sí).

7. Ajuste del modelo inicial, utilizando las medidas realizadas en la etapa 6, y modificando convenientemente el valor de los parámetros más “inciertos” del sistema. Generalmente estos son las rugosidades de las tuberías, los diámetros de algunas conducciones (pueden existir reducciones de diámetro) y los caudales asignados a los nudos. Esta etapa de ajuste se abordará en dos fases: un “precalibrado” y un ajuste fino del modelo.

Tras este proceso dispondremos del Modelo final de la red, que será conveniente actualizar y recalibrar periódicamente a fin de que no pierda operatividad. El modelo puede quedar obsoleto en un par de años si no es convenientemente actualizado. En los párrafos siguientes se va a detallar cada una de estas etapas.

### 3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los datos e información utilizada para el estudio y realización del modelo matemático han sido elaborados por el personal del grupo Aguas de Valencia, a partir de la información facilitada por el Ayuntamiento de Aspe. Se ha empleado igualmente información cartográfica del Instituto Cartográfico de la Comunitat Valenciana. A continuación se enumeran y describen estos datos de partida o información necesaria para la realización del modelo matemático.

#### 3.1.1 Cartografía

Se han empleado planos cartográficos de los términos municipales de Aspe y Hondón de las Nieves, proporcionados por los Ayuntamientos y por el catastro. Estos planos también proporcionan datos referentes a la cota del terreno. Se han utilizado tanto los puntos de cota como las curvas de nivel.

En las siguientes imágenes podemos observar un detalle cartográfico de una de las zonas en estudio:

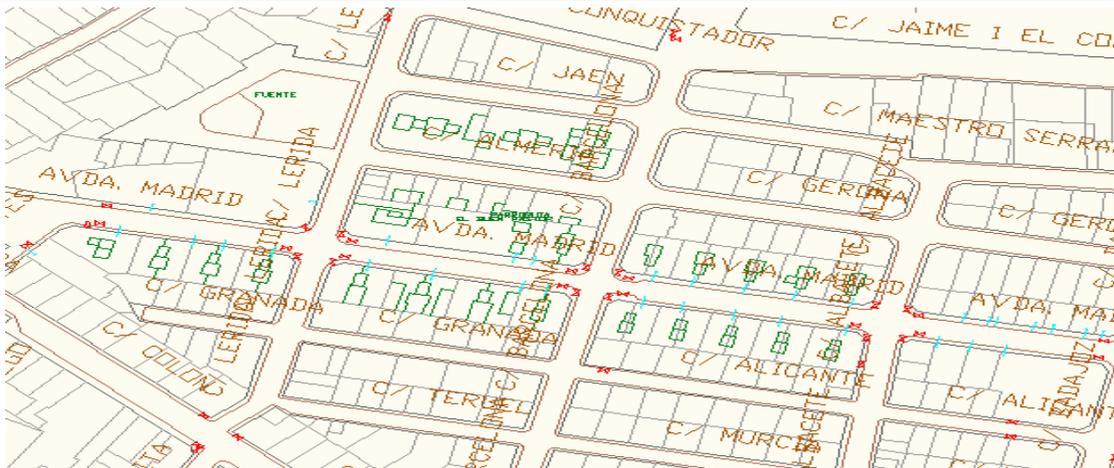


Figura 4 Cartografía utilizada

### 3.1.2 Topología y características de la red

Las características de la red de agua potable están bien definidas, las tuberías están clasificadas por diámetro y material. Toda la información ha sido introducida en un sistema de información geográfica, elaborado por el personal del Grupo Aguas de Valencia.

A continuación se muestra una vista general y un detalle del esquema de la red de agua potable:



Figura 5 .Vista general de la esqueletización del sistema de Aspe.



Figura 6 Vista de la esqueletización del casco urbano de Aspe.

### 3.1.3 Producción y consumos

Los datos de producción han sido facilitados por el Ayuntamiento de Aspe y Hondón de las Nieves, mientras que los de consumo proceden de las bases de datos de Aguas de Valencia, puesto que esta empresa es la encargada de la gestión de cobros en el casco urbano y del suministro y la gestión en la zona del polígono industrial.

En la siguiente tabla podemos observar el caudal facturado por calles para el término municipal de Aspe.

NOMBRE CALLE	CONSUMO (m3/año)
ACTOR ANTONIO PRIETO	2150
ACUARIO	137
AGRONOMO FRANCISCO MIRA	10672
AGUSTINA DE ARAGON	2685
AITANA	887
ALBACETE	826
ALCALDE RAMON BERENGUER	1330
ALCOHOLERA (TRES HERMANAS II)	3948
ALFONSO X EL SABIO	260

---

ALGARROBO	977
ALGEZAR (TRES HERMANAS)	2109
ALGIBICOS	4760
ALICANTE	2963
ALMAGRO	1955
ALMAZARA (TRES HERMANAS II)	155
ALMENDRO	438
ALMERIA	1972
ANTONIO MACHADO	3816
ANTONIO SORIA	855
APEROS (TRES HERMANAS)	1243
ARENA	672
AV. NAVARRA	285
AZORIN	4353
AZULEJOS	4026
BADAJOS	1219
BAILEN	14867
BAJO SIMON ORFILA	480
BALSICA DON BLAS	102
BARCELONA	983
BARITONO ALMODOVAR	4830
BARITONO MANUEL AUSENSI	1007
BASCULA	6341
BENAVENTE	1
BURGOS	1947
CABRERA	550
CACERES	212
CALDERON DE LA BARCA	288
CALERA	1808
CAMPOAMOR	921
CANTAL DE ERADES	5116
CANTARERIAS (TRES HERMANAS II)	64
CANTEROS (TRES HERMANAS)	1226
CARDENAL CISNEROS	469
CARLOS SORIA	1084
CARPINTERIA (TRES HERMANAS II)	588
CARRASCA	368
CARRASQUETA	356
CARRIL	575

---

---

CASA RIO	393
CASTELAR	5986
CASTILLO	818
CATALUÑA	2859
CERVANTES	4970
CESTERIA (TRES HERMANAS II)	1509
CID CAMPEADOR	1313
COCA	635
COLON	6639
COMANDANTE FRANCO	786
CONCEPCION	3903
CONDE	2813
CONSTITUCION	9222
CORDOBA	2902
CORONELA	885
CORTES VALENCIANAS	3434
CREVILLENTE	9079
CRONISTA ESTEBAN MARTINEZ	491
CRUZ	7893
CRUZ ROJA	102
CUEVAS CIPRESES	4933
CUEVAS NIA	2932
DAYA	2262
DE CREVILLENTE	121
DE ELCHE	302
DE HONDON	585
DE LA HORNA	1608
DE UCHEL	28
DEL OLIVO	10808
DEL OLMO	13664
DEL ROBLE	5783
DESAMPARADOS	533
DISCRETOS	548
DOCTOR CALATAYUD PQ.	9592
DOCTOR FLEMING	11344
DOCTOR MARAÑON	9314
DOCTOR SEVERO OCHOA	2123
DON PELAYO	869
DOS DE MAYO	3228

---

DUERO	770
EBANISTAS (TRES HERMANAS)	4692
EBRO	1118
EL AGUILA	262
EL BARRANCO	2620
EL MANGEO	238
ELCHE	1336
ELDA	455
ELECTRICISTA MACHACO	525
ERMITA	205
ESCUELA VEREDA	7358
ESCUADOR DE BUSSI	1773
ESTRECHO DE NOVELDA	277
FCA.DE LA LUZ(TRES HERMANAS II)	1016
FCA.DE LA MONEDA(TRES HERMANAS II)	761
FORMENTERA	280
FRAGUA (TRES HERMANAS II)	301
FRANCISCO CANDELA	2306
GABRIEL MIRO	8287
GARCIA LORCA	1593
GARROFERO ARACIL	935
GENARO CANDELA	1954
GERONA	4245
GLORIETA MENEAORES(TRES HERMANAS II)	54
GLORIETA UCHEL (TRES HERMANAS II)	767
GOMERA (TRES HERMANAS)	190
GONZALEZ CONIEDO	652
GOYA	635
GRAN CAPITAN	16592
GRANADA	1694
GREGORIO RIZO	3763
GUADALQUIVIR	1248
GUADIANA	1459
GUZMAN EL BUENO	2953
HERNAN CORTES	4750
HERRERIA (TRES HERMANAS)	1441
HIGUERA	2717
HONDA	2533

---

HUERTO	5608
IBI (DE)	1977
INGENIERO ALCARAZ	569
ISAAC ALBENIZ	3215
ISAAC PERAL	2837
JACINTO BENAVENTE	3588
JAEN	41
JAIME I EL CONQUISTADOR	5601
JESUS	2965
JORGE JUAN	2669
JOSE CREMADES	878
JOSE VICEDO	14161
JUAN CALPENA	1558
JUAN CARLOS I	11577
JUAN DE AUSTRIA	7154
JUAN RAMON JIMENEZ	840
JUAN S. ELCANO	973
JUAN XXIII	8934
JUCAR	2127
KENNEDY	2405
LA COLUMNA	363
LAS FUENTES	2216
LAS PALMERAS	1559
LAS PARRAS	3496
LAS PROVINCIAS	103
LAVADERO	275
LEON FELIPE	2000
LEPANTO	5247
LERIDA	2801
LOPE DE VEGA	1879
LOS MOLINOS	5056
LUIS CALATAYUD	1066
MADRID	12781
MAESTRO ALBEZA	1804
MAESTRO ALCOLEA	5375
MAESTRO GILABERT	1850
MAESTRO SERRANO	2703
MAGALLANES	1500
MAIGMO	666

---

---

MANUEL DE FALLA	1909
MARIA BOTELLA	1257
MARIOLA	971
MAYOR	5589
MEDICO ANTONIO PAVIA	16110
MEDITERRANEO	12
MENORCA	613
MERCADO DE ABASTOS	930
MIGUEL ANGEL	937
MIGUEL DE UNAMUNO	312
MIGUEL HERNANDEZ	7954
MINAS, LAS	609
MIÑO	1270
MONFORTE	1222
MONOVAR	1975
MURCIA	5283
NAVARRA	9389
NAVAS DE TOLOSA	378
NIA	1113
NIA-COCA	9349
NORTE	271
NOVELDA	13618
NUEVA DEL CARMEN	1213
NUEVE DE OCTUBRE	7099
NUNCIO	2129
OBISPO ALCARAZ	7583
OBISPO REYES CARRASCO	348
ORIHUELA	5850
PABLO NERUDA	1638
PABLO PICASSO	2903
PADRE ALENDA	302
PADRE ISMAEL	15189
PASOS	1589
PEDRO GALIPIENSO	8234
PEÑARROYA	1770
PEÑAS	1545
PETRER	256
PINO NIA	144
PINTOR MURILLO	326

---

---

PINTOR PASTOR CALPENA	25895
PIZARRO	629
POLVORIN	1391
PONIENTE	3362
PRESBITERO LUIS DIEZ	854
PROFESOR DON DIEGO	6445
PROYECTO 15	6513
QUEVEDO	333
RABOSERO	3899
RAMON Y CAJAL	2363
REINA ISABEL	1920
RETIRO	999
ROMANA	1459
ROSA	1159
RUBEN DARIO	481
RUEDO	479
RUPERTO CHAPI	2745
SACRAMENTO	1840
SAGUNTO	7512
SAN AGUSTIN	485
SAN BERNARDO	2895
SAN CARLOS	3130
SAN FERNANDO	2834
SAN FRANCISCO	2616
SAN JAIME	1089
SAN JOSE	1019
SAN JUAN	2000
SAN LUIS	2574
SAN MIGUEL	972
SAN PASCUAL	3370
SAN PEDRO	1864
SAN RAFAEL	253
SAN VICENTE	759
SANTA BARBARA	1587
SANTA CECILIA	1227
SANTA ELENA	3274
SANTA FAZ	6845
SANTA LUCIA	370
SANTA M <sup>a</sup> .MAGDALENA	4318

---

SANTA RITA	3431
SANTA TERESA	579
SANTANDER	5408
SANTISIMA TRINIDAD	3897
SANTO TOMAS	2209
SANTOS MEDICOS	832
SAX	3282
SECTOR 3	7144
SEGURA	2699
SEVILLA	4759
SIERRA DE LA PILA	2748
SIERRA DEL CARCHE	1207
SILLERIA (TRES HERMANAS II)	433
SOL	3563
SOPRANO AINOHA ARTETA	199
SOPRANO ANA M <sup>a</sup> SANCHEZ	2310
SOPRANO MONTSERRAT CAVALLE	1641
TAJO	582
TARAFÁ	659
TENOR GABALDON	541
TENOR PEDRO LA VIRGEN	1435
TEODORO ALENDA	2376
TERUEL	1131
TIRSO DE MOLINA	7704
TOLOMO BAJO	37
TRAFALGAR	4088
TRES DE AGOSTO	5824
TRES HERMANAS	11
TURIA	1888
UCHEL	341
ULTIMO JUEVES	198
UPANEL	229
VALENCIA	3759
VELAZQUEZ	7
VEREDA	2656
VICENTE CALATAYUD	2966
VICENTE CERVERA	5900
VIEJO DE ELCHE	4199
VIEJO DE HONDON	1379

VILLENA	154
VIRGEN DE FATIMA	4142
VIRGEN DE LA ESPERANZA	2891
VIRGEN DE LAS NIEVES	3951
VIRGEN DEL CARMEN	1724
VIRGEN DEL ROSARIO	2061
ZAPATEROS (TRES HERMANAS)	7657
ZARAGOZA	3141
ZORRILLA	682

Tabla 1. Consumos distribuidos por calles en el término de Aspe.

### 3.2 OBTENCIÓN DEL ESQUELETO DE LA RED

La primera fase a cubrir en la confección de un modelo es caracterizar todos los elementos que configuran el sistema, en particular tuberías, válvulas, depósitos, etc. determinar el trazado de las tuberías y verificar su conectividad para obtener el esqueleto de la red. El proceso seguido es descrito en los siguientes apartados.

#### 3.2.1 Captura de la red desde cad

La información principal a importar es el propio esquema de la red, en formato CAD, para cuya transformación a formato shape se ha utilizado la aplicación GisRED que es capaz de reconocer el diámetro de las tuberías e incluirlo como un campo más en la base de datos asociada a la información geográfica. A continuación se muestra el diálogo de la aplicación que guía al usuario en la tarea de importación de los datos:



Figura 7 Diálogo de opciones de importación de GisRED.

GisRED identifica las líneas del fichero de CAD y a su vez añade nudos en los extremos de las mismas, además une aquellos extremos de línea que quedan dentro

de un cierto rango de tolerancia, por lo que al final de la importación se obtiene un tema de ArcView con una topología provisional, ya que a dicho tema se le deberán aplicar finalmente las diferentes herramientas de depuración.

Tras la captura del esquema de la red se obtiene una vista como la siguiente.



Figura 8 Esquema general del sistema detallando puntos de consumo o conexión y tuberías en GisRED.

### 3.2.2 Creación del callejero

Debido a la importancia del callejero a la hora de la asignación de consumos, ha sido indispensable la creación de un viario en formato shape.

Utilizando como fondo el tema auxiliar de manzanas, se ha ido creando un tema de líneas con las herramientas propias de ArcView de edición de líneas, a las cuales se les ha añadido el nombre de la calle a partir del campo texto, que contenía el nombre de cada una de las calles.

Dado que el viario contiene la información de cada uno de los segmentos en que se divide una calle en el formato gráfico de ArcView, es posible superponer los diferentes temas y relacionar espacialmente los distintos elementos constitutivos de la red de

distribución, para determinar por ejemplo, qué tuberías discurren por cada una de las calles o viceversa.



Figura 9 Esquema general del sistema detallando el callejero en GisRED.

### 3.2.3 Detección de errores

#### Depuración de errores

Tras la importación del fichero CAD original, se ha obtenido un esquema de la red, cuya representación gráfica se encuentra en el formato propio de ArcView. Las propiedades físicas que se han podido obtener a partir del fichero CAD se encuentran almacenadas en la base de datos propia de la aplicación.

Es necesario realizar ahora un proceso de depuración de la información contenida en la base de datos, ya que entre los trazados o las características hidráulicas de los elementos importados pueden existir errores aparecidos durante la importación o bien del propio CAD. Para ello se cuenta con una serie de herramientas especialmente concebidas, que permiten ir tipificando y localizando cada uno de los errores considerados. Otra de las comprobaciones a llevar a cabo es la referente a la conectividad de la red. Para ello la aplicación dispone de un módulo que es capaz de detectar las desconexiones existentes en una red y determinar las subredes que como consecuencia se derivan.

En primer lugar se ha empleado una herramienta de verificación de la información, que se puede aplicar en cualquier momento y que permite detectar la existencia de errores.

Esta herramienta ha permitido, tras sucesivas pasadas, asegurar que la información finalmente contenida en la base de datos de la aplicación está completa y es coherente.

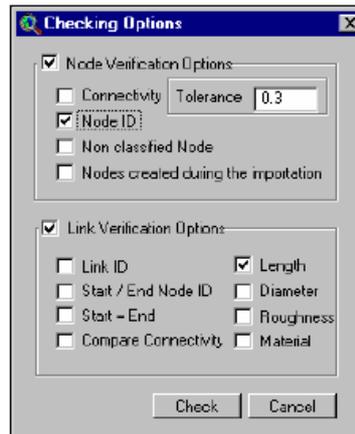


Figura 10 Cuadro de diálogo de verificación de información en GisRED.

Con esta herramienta, como se ve en la figura anterior, es posible escoger el tipo de información a verificar. Gracias a ella se pueden detectar diferentes errores en los atributos de nudos y líneas o en la conectividad de la red. Tras la comprobación, se genera un informe con los resultados del proceso y una tabla que contiene un desglose individual de los errores detectados.

Las tablas de errores resultantes de la importación permiten una sencilla localización y caracterización de cada uno de los errores detectados. Cada uno de sus registros incluye una identificación del elemento erróneo y una breve descripción del error. Revisando estas tablas se pueden ir corrigiendo los errores uno a uno, para lo cual se ha desarrollado un navegador que recorre los temas de errores y permite la realización de un barrido sobre cada uno de los registros de la tabla. Así, los elementos de la red (líneas o nudos) que contengan errores son modificados para solventar la anomalía.

La siguiente figura muestra un detalle del navegador anteriormente descrito. Como se observa al iniciar la utilidad de navegación sobre un tema de errores, además de la ventana característica del escenario activo, se abre otra que contiene un detalle del error seleccionado (o en su defecto del primero de la lista). En esta ventana es posible

recorrer uno a uno los registros de la tabla de errores así como proceder a su borrado según van siendo subsanados.

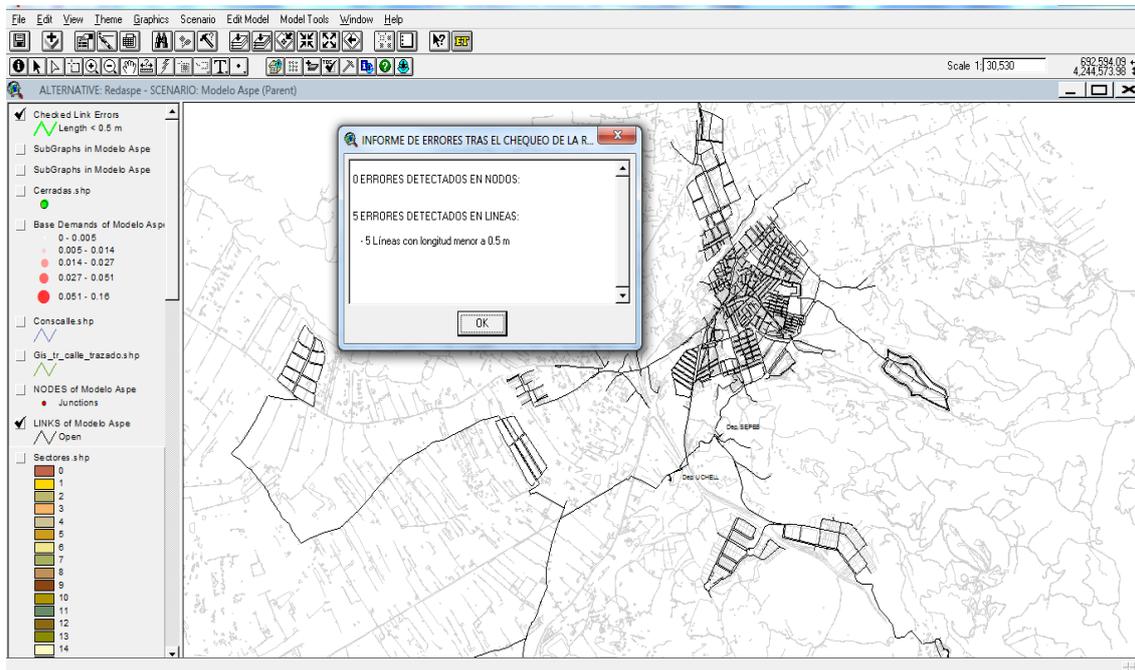


Figura 11 Cuadro de diálogo de verificación de errores en GisRED.

Una vez corregidos todos los errores detectados, se comprobó la conectividad de la red.

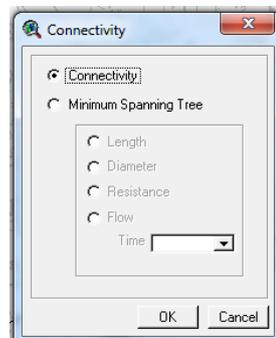


Figura 12 Cuadro de diálogo de conectividad en GisRED.

En un primer intento, aparecieron diversas subredes fruto de las desconexiones existentes, que van siendo corregidos progresivamente. Tras hacer un barrido por cada una de las subredes detectadas y realizar la correspondiente conexión a la red principal, se llegó a una única red conexas.

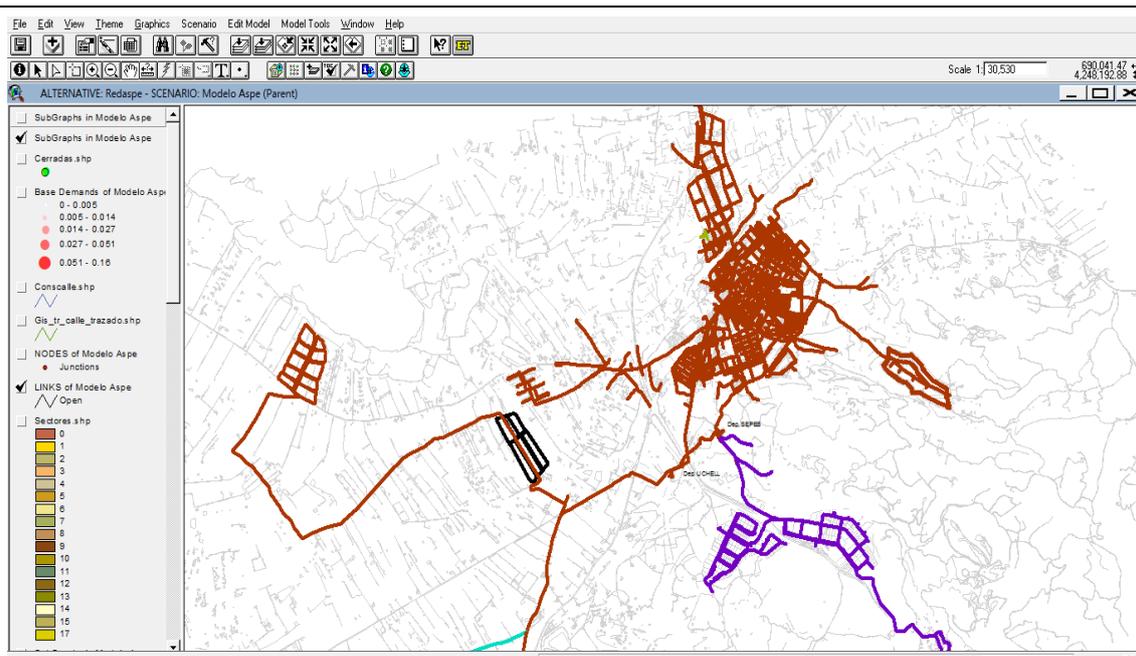


Figura 13 Conectividad de nuestra red de Aspe en GisRED.

### 3.3 ASIGNACIÓN DE COTAS

Hasta este punto se dispone de un modelo de la red hidráulica, pero tras la importación los nudos del modelo todavía no tienen ninguna cota asignada. Se ha automatizado el proceso de asignación de cotas a los nudos del modelo, debido al gran volumen de nudos que configura el modelo de la red.

Los planos disponían de información referente a los puntos de cota y a curvas de nivel, y con estos valores ha sido posible generar una superficie de interpolación empleando el método de las distancias inversas implementado en la extensión Spatial Analyst de ArcView. Una vez generada esta superficie de interpolación, es posible asignar un valor de cota en cada uno de los nudos de la red modelizada.

El proceso de interpolación se realiza básicamente en dos operaciones:

- En primer lugar se genera la superficie de interpolación mediante la extensión de ArcView denominada Spatial Analyst que permite trabajar con temas GRID como este.
- La segunda operación es dependiente de la extensión GisRed y consiste en asignar un valor de cota interpolado a partir de la superficie generada anteriormente a cada uno de los nudos del sistema.

La totalidad de la red de distribución deberá estar contenida dentro de la cuadrícula de interpolación de modo que sea posible asignar a cada uno de los nodos de la red su correspondiente cota. Para ello, y de forma análoga a otras propiedades de elementos constitutivos de la red, se han empleado herramientas específicas que facilitan el proceso de interpolación de cotas.

La herramienta de interpolación y asignación de cotas a los nudos del modelo, resulta de gran utilidad, ya que permite la reasignación de cotas en aquellos nudos seleccionados. Así pues, si se realizan cambios de última hora en la red, como por ejemplo adición de nuevos nudos de consumo, borrado de nudos existentes, recolocación de nudos de red, etc., este módulo permite reasignar el valor de cota en cuestión de segundos, sin más que volver a repetir el proceso descrito únicamente en los nudos seleccionados.

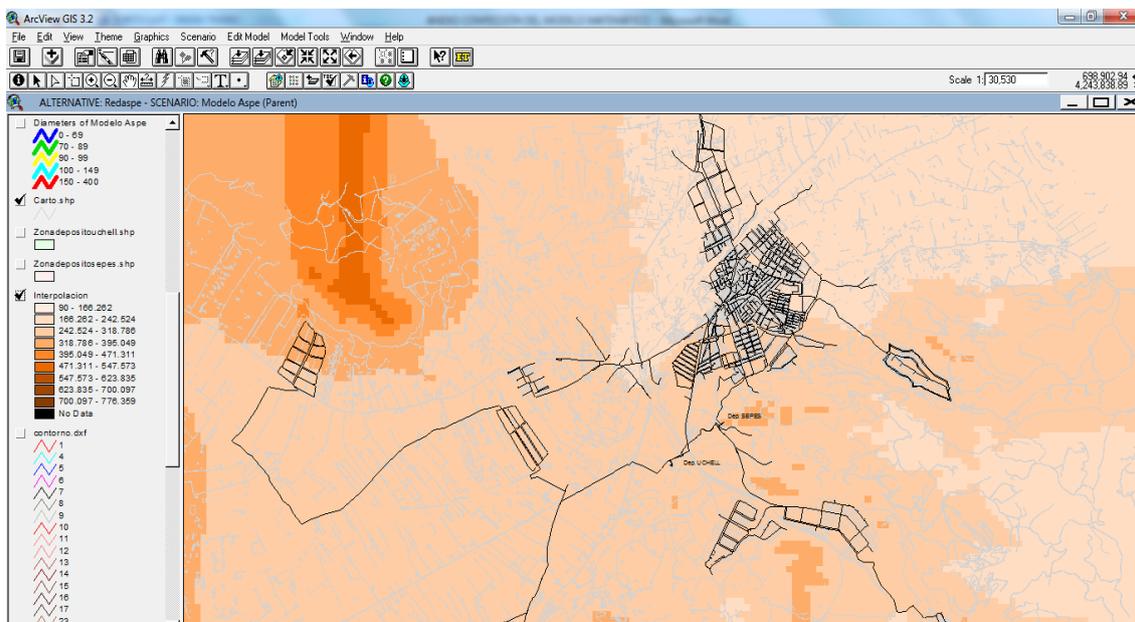


Figura 14 Interpolación de nuestra red de Aspe en GisRED.

### 3.4 ASIGNACIÓN DE CONSUMOS

A cada uno de los nodos definidos en el esqueleto de la red, se le debe asignar un consumo base. La asignación de consumos se ha realizado por calles a partir de la información disponible en los datos de facturación de los abonados. Para el casco urbano de la población, se dispone de una tabla de consumo medio anual por calle, cuya estructura consta de un identificativo de calle y el anual registrado. A partir del

callejero creado al efecto, con una estructura predefinida y el tema de nodos de la red, se obtiene un tema que relaciona aquellos nodos pertenecientes a tuberías con diámetro menor o igual a 125 mm, con el segmento de calle más próximo. Una vez identificados los nudos que se van a cargar, y utilizando para ello la herramienta de asignación de consumo de la aplicación empleada, se carga el conjunto de la red.

Los consumos adoptados a partir de los datos de facturación han sido mayorados con un coeficiente que valora la eficiencia de la red. Este coeficiente se ha obtenido en base a los rendimientos calculados anteriormente y a la experiencia de Aguas de Valencia en municipios de similares características.

La evolución diaria del consumo definido, se realiza con la curva de modulación horaria descrita anteriormente.

HORA	COEFICIENTE		HORA		
	DOMESTICO	INDUSTRIAL			
0:00	0.79	0.4	12:00	1.36	1.7
1:00	0.68	0.4	13:00	1.3	1.7
2:00	0.62	0.4	14:00	1.26	1.5
3:00	0.59	0.4	15:00	1.24	1.4
4:00	0.6	0.6	16:00	1.17	1.3
5:00	0.6	0.7	17:00	1.1	1
6:00	0.6	0.8	18:00	1.1	1
7:00	0.72	1.25	19:00	1.13	1
8:00	0.93	1.5	20:00	1.14	1
9:00	1.14	1.5	21:00	1.18	1
10:00	1.28	1.5	22:00	1.14	1
11:00	1.38	1.6	23:00	0.95	0.4
			0:00	0.79	0.4

Tabla 2. Coeficientes de modulación según franja horaria.

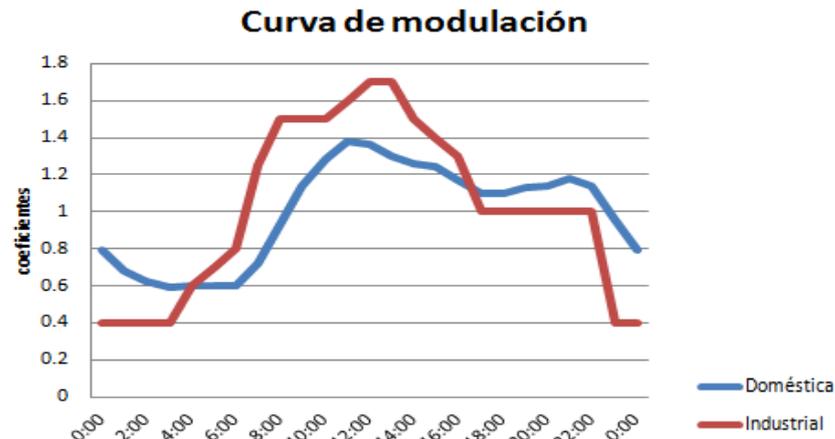


Figura 15 Coeficientes de modulación según franja horaria

Por lo que los nudos según las demandas asignadas y su curva de modulación quedarán representados de la siguiente manera en nuestro programa:

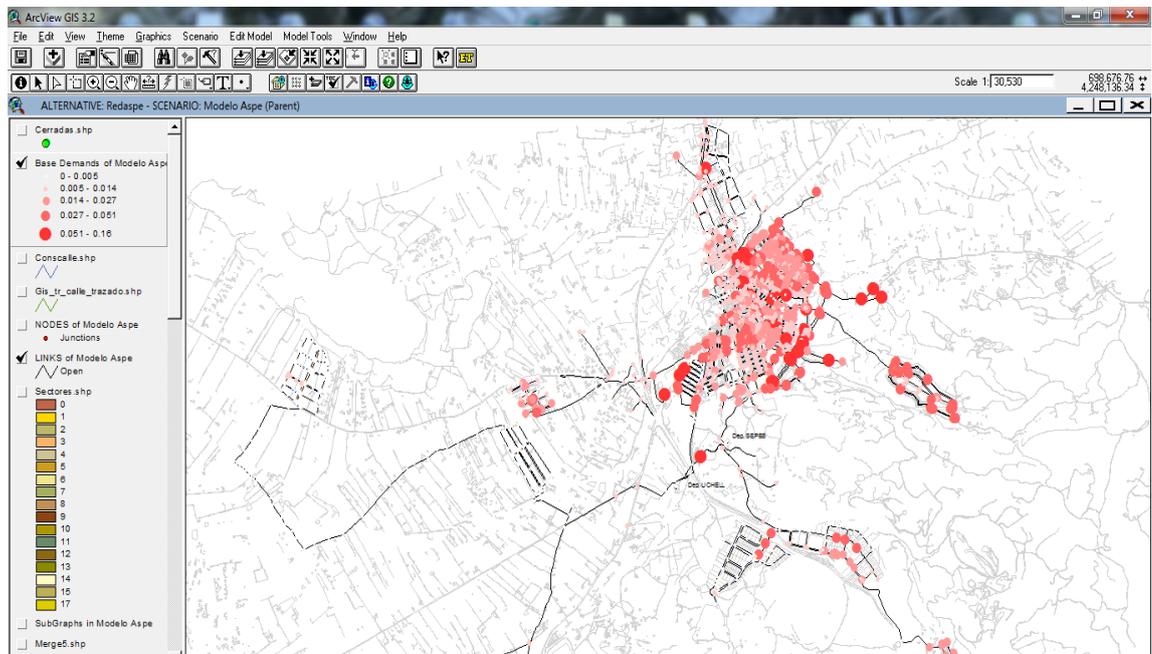


Figura 16 . Distribución de demandas según nudos en GisRED.

### 3.5 FICHERO DE ENTRADA DE DATOS DE EPANET

Una vez construido el modelo de la red de Aspe y una vez determinados los consumos en los nudos y su modulación horaria, el modelo puede exportarse a un formato interpretable por el simulador Epanet o bien lanzar una simulación desde el propio entorno SIG una vez definidas todas las opciones de análisis. De esta forma los resultados de la simulación pueden interpretarse desde Epanet (si se utiliza la primera opción) o bien desde GisRED (si se utiliza la segunda de ellas).

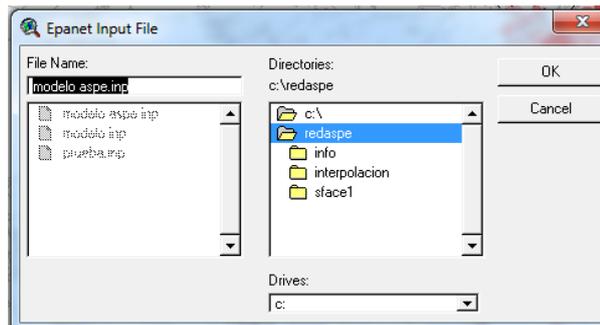


Figura 17 Cuadro de diálogo para la exportación a Epanet en GisRED.

Primeramente se realizó una exportación desde la aplicación generando un fichero de texto con extensión “inp”. El fichero contiene una serie de secciones que Epanet interpreta y representa en su interfaz. El aspecto que ofrece el modelo de la red de agua potable, una vez exportada a Epanet, es el que puede observarse en la figura siguiente.

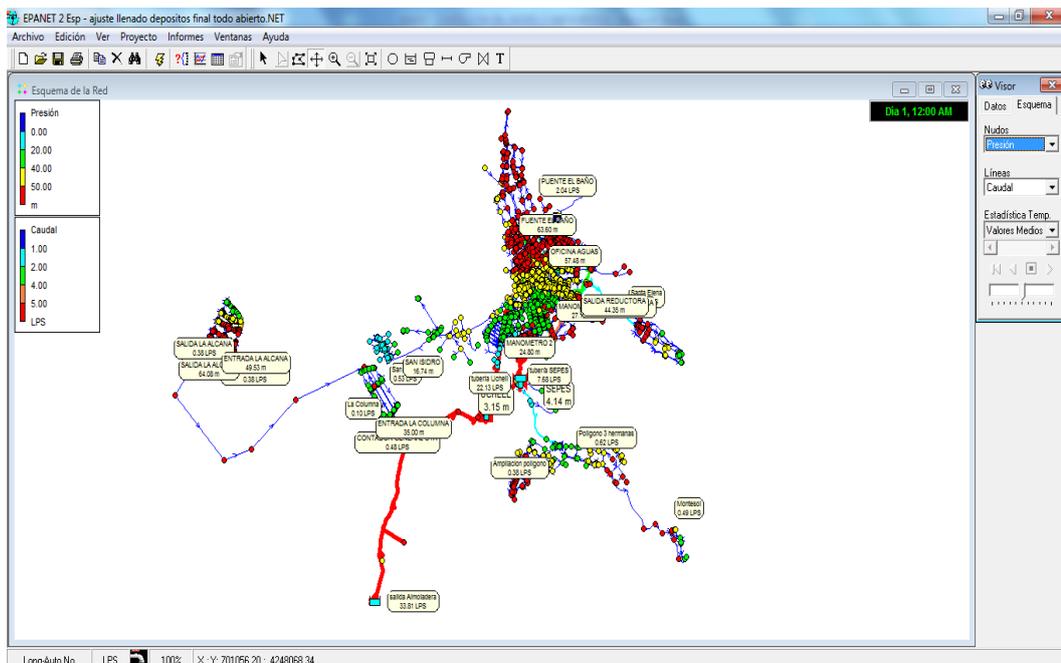


Figura 18 Red de abastecimiento de Aspe en Epanet.

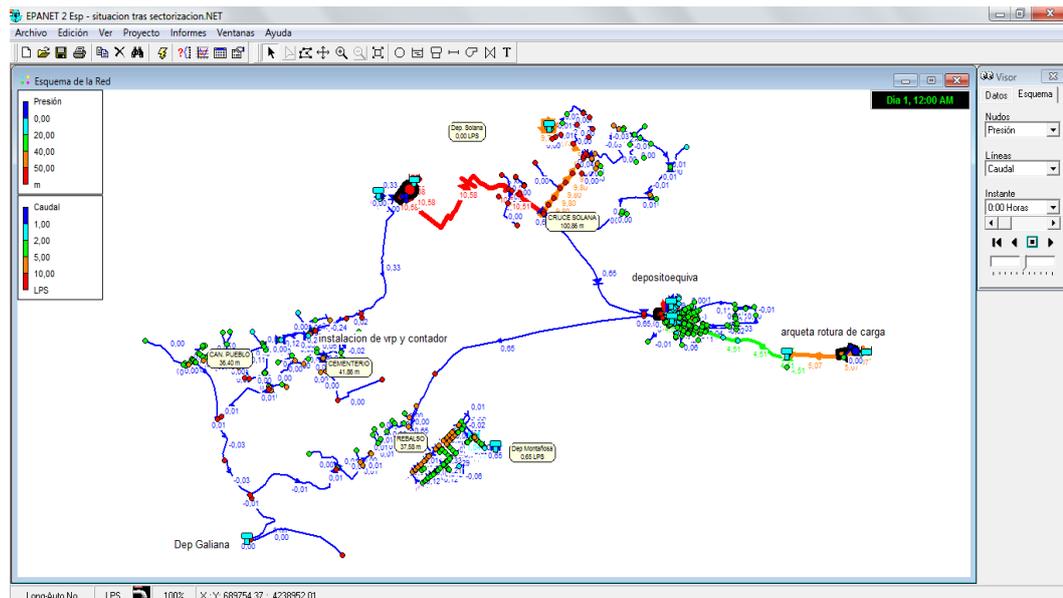


Figura 19 Red de abastecimiento de Hondón de las Nieves en Epanet.

### 3.6 CALIBRACIÓN DEL MODELO

Teniendo en cuenta mediciones realizadas en la red, se han ajustado los valores de consignas de válvulas, curvas de bombas, rugosidades de tuberías y leyes de control. Este proceso permite tener un modelo más ajustado a la red real, que permite acercarse a un primer diagnóstico de situación actual de la misma, y prever sus futuras modificaciones, ampliaciones o posibles fallos.

Para la calibración se ha tomado la presión en diferentes puntos para poder así compararlas con la que el sistema de Epanet proporciona. En la siguiente tabla se puede comparar dichas medidas tomadas y registradas.

#### REGISTRO DE PRESIONES (bar)

LOCALIZACION	MEDIDAS AGUAS	EPANET MIN	EPANET MEDIAS	EPANET MAX
Manometro 1	2.5-3	2.8	2.9	2.9
Oficina Aguas de Valencia	5.5	5.7	5.7	5.8
Entrada Fuente el Baño	5.6-6.2	6.3	6.3	6.4
Manometro 2	2.3	2.4	2.4	2.5
Reductora de presión	4.2	4.4	4.4	4.4

La Columna	3.5	3.5	3.5	3.5
La Alcana, entrada	3.5	3.0	3.0	3.1
La Alcana, salida bombeo	6	6.4	6.4	6.4
San Isidro	2.2	1.6	1.6	1.7

Tabla 3. Registros de presiones en Aspe.

### REGISTRO DE PRESIONES (bar)

LOCALIZACIÓN	MEDIDAS AGUAS	EPANET MIN	EPANET MEDIAS	EPANET MAX
Canalosa entrada pueblo	4.5 - 6	4.5	6	6.6
Cementerio	5.5 - 5.7	5.6	5.7	5.7
Cruce Solana	8.3 - 10.52	8.8	9.7	11
Rebalso	2.7 - 3.5	3.4	3.4	3.5

Tabla 4. Registro de presiones en Hondón de las Nieves.

A continuación se va a analizar la relación entre los caudales que se han introducido desde el sistema de asignación de demandas en *ArcView* y los producidos en la simulación del sistema en *Epanet*.

### RELACIÓN ENTRE CAUDALES

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Caudal promedio (LPS)	30,69	32,37	32,37	32,28
Velocidad promedio (m/s)	0,256	0,256	0,256	0,255
Caudal total inyectado (m <sup>3</sup> /año)	967.816	1.020.853	1.020.853	1.018.060
% Q epanet/Q aguas de Vlc	0,907	0,957	0,957	0,955

Tabla 5. Relación entre caudales en Aspe.

Los datos de punto de partida y a los cuales se deben aproximar han sido los siguientes:

Producidos por Aguas de Valencia	1.066.026	m <sup>3</sup> /año
Promedio facturado	26.58	LPS
Promedio producido	34.08	LPS
Rendimiento	78	%

Tabla 6. Datos de partida en Aspe.

Para el caso de Hondón de las Nieves, como se dispone de dos fuentes suministradoras de caudal, se va a analizarlas de forma independiente. A continuación se muestran los datos que se introducen en la simulación del programa.

RELACIÓN ENTRE CAUDALES			
	Día 1	Día 2	Día 3
Caudal promedio (LPS)	3,19	3,02	3,02
Velocidad promedio (m/s)	0,227	0,227	0,268
Caudal total inyectado (m <sup>3</sup> /año)	100.829	95.416	95.416

Tabla 7. Caudales desde el pozo La Solana en Hondón de las Nieves.

RELACIÓN ENTRE CAUDALES			
	Día 1	Día 2	Día 3
Caudal promedio (LPS)	2,64	2,64	2,64
Velocidad promedio (m/s)	0,215	0,215	0,215
Caudal total inyectado (m <sup>3</sup> /año)	83.379	83.524	83.511

Tabla 8. Caudales desde el depósito de Almoladera en Hondón de las Nieves.

Los datos de punto de partida (facilitados por la empresa Aguas de Valencia) y a los cuales nos deberemos aproximar han sido los siguientes:

Pozo Solana	95.450	m <sup>3</sup> /año
Depósito Almoladera	80.464	m <sup>3</sup> /año

Tabla 9. Datos de partida en Aspe



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

**ANEXO SECTORIZACION**

## 1 Contenido

2	SECTORIZACIÓN DE LA RED .....	3
2.1	ETAPAS PARA SECTORIZAR UNA RED .....	5
2.2	CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN.....	6
3	CARACTERIZACION DE LOS SECTORES.....	9
3.1	Aspe .....	9
3.1.1	SECTOR 1 .....	9
3.1.2	SECTOR 2 .....	10
3.1.3	SECTOR 3 .....	11
3.1.4	SECTOR 4 .....	12
3.1.5	SECTOR 5 .....	13
3.1.6	SECTOR 6 .....	14
3.1.7	SECTOR 7 .....	16
3.1.8	SECTOR 8 .....	17
3.1.9	SECTOR 9 .....	18
3.1.10	SECTOR 10 .....	19
3.1.11	SECTOR 11 .....	21
3.1.12	SECTOR 12 .....	22
3.1.13	SECTOR 13 .....	23
3.1.14	SECTOR 14 .....	24
3.1.15	SECTOR 15 .....	26
3.1.16	SECTOR 16 .....	27
3.1.17	SECTOR 17 .....	28
3.1.18	SECTOR 18 .....	30
3.1.19	SECTOR 19 .....	31
3.2	Hondón de las Nieves .....	32
3.2.1	SECTOR HONDON DE LAS NIEVES .....	32
3.2.2	SECTOR SOLANA .....	33
3.2.3	SECTOR MONTAÑOSA .....	34
3.2.4	SECTOR CANALOSA - REBALSO .....	35



## 2 SECTORIZACIÓN DE LA RED

Para minimizar el agua no contabilizada en los sistemas de abastecimiento, las campañas de localización de fugas resuelven temporalmente un problema. Hasta en tanto no se supriman las causas de las averías, estas se regenerarán volviendo a constituirse en problema.

Para minimizar el agua no contabilizada en los sistemas de abastecimiento, las campañas de localización de fugas resuelven temporalmente un problema. Hasta en tanto no se supriman las causas de las averías, estas se regenerarán volviendo a constituirse en problema. En la figura adjunta se muestra gráficamente este proceso.

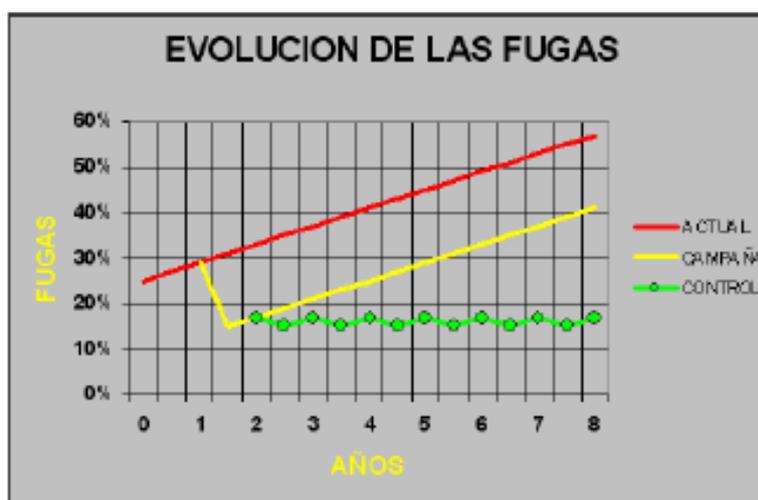


Figura 1. Evolución de las fugas.

La línea roja representa la evolución de las fugas en una red. Cuando realizamos una campaña de localización y reparación de fugas logramos una disminución de las mismas (línea amarilla). Si no se realiza ninguna otra intervención, las fugas volverán a crecer con una pendiente análoga a la anterior, con lo que 4 o 5 años después las fugas han llegado al valor inicial.

Mantener las fugas en el valor posterior a la campaña exige un sistema de control que nos avise de la aparición de fugas y que sean localizadas rápidamente (línea verde).

El control permanente se basa en sectorizar la red. La técnica de sectorización de una red de distribución de agua potable consiste en la división de una red en varias

subredes más pequeñas. Cada subred, que llamaremos "sector", constituirá una unidad de distribución suficientemente limitada y homogénea para que la gestión de los datos a captar y analizar (entradas y salidas de agua fundamentalmente) sea lo más rápida y fiable posible. La delimitación de cada sector precisa de un trabajo preparatorio cuidadoso. Todos los elementos que garanticen dicha división física deberán ser revisados y eventualmente reparados, en particular las válvulas de corte.

Cuando el contorno del sector esté perfectamente delimitado, se deberán determinar las válvulas necesarias para garantizar la división física, así como los puntos de alimentación al sector. En general, es recomendable tener más de una alimentación al sector, con el fin de aumentar la garantía de suministro, si bien tampoco es recomendable tener un número elevado de puntos de alimentación. En cualquier caso, si es posible delimitar un sector con un único punto de entrada (un único contador general para dicho subsector) se procederá de este modo.

Entre las ventajas destacamos:

- Mejora la gestión de la red y su eficiencia hídrica
- Permite realizar balances hídricos periódicamente
- Facilita la evaluación del caudal circulante en cada sector y por ende el nivel de fugas, sobre todo en períodos nocturnos
- Se reduce el área de inspección para la detección y localización de anomalías
- Mejora el control y seguimiento del estado de la red al poder efectuar auditorías aisladas en cada sector. Esto es, como estrategia de mejora del rendimiento orientado en la búsqueda de fugas en aquellos sectores en peor estado, optimizando la eficiencia de los recursos destinados a tal fin.

Entre las desventajas citamos:

- Disminuye la garantía de suministro respecto a las redes totalmente malladas, ya que una rotura en los puntos de alimentación al sector dejaría sin servicio a todo el sector. Para subsanar este inconveniente es recomendable que el sector esté preparado para poderse alimentar desde otras entradas alternativas que en condiciones normales permanezcan cerradas.

- Aumentan los tiempos de permanencia del agua en la red, lo cual es perjudicial desde el punto de vista de la calidad de la misma. Esto se debe a que aumenta el recorrido que el agua debe hacer hasta llegar al abonado final, ya que las redes adoptan una tipología más ramificada.
- Sectorizar una red conlleva una fuerte inversión inicial ya que no se trata únicamente de instalar válvulas y caudalímetros en determinados puntos del sistema, sino que a veces se requiere reforzar ciertos tramos de tubería para garantizar la presión de suministro.

### 2.1 ETAPAS PARA SECTORIZAR UNA RED

Físicamente la sectorización se realiza cerrando válvulas, mediante cortes en ciertos tramos, o con el reemplazo de tuberías nuevas que permitan una mejor redistribución del flujo de la red. Los límites del distrito hidrométrico deben coincidir, siempre que sea posible, con divisiones naturales como grandes avenidas, líneas férreas, carreteras, ríos, etc.

Sectorizar una red de forma inadecuada puede acarrear problemas de abastecimiento y de calidad. Es por ello, que primeramente hay que hacer una revisión de la infraestructura de producción de la red. La sectorización final es específica para las condiciones hidráulicas y de calidad de cada red.

Muchos autores recomiendan empezar por las tuberías de transporte y de ahí continuar con las tuberías de distribución. El objetivo es tener separados los sectores hidrométricos respecto de las tuberías de transporte, mejorando el control de la red sin afectar la flexibilidad a la hora de establecer posteriormente las DMAs, y abaratando el coste en la compra de caudalímetros a instalar en diámetros de tubería de menor tamaño.

Las etapas a seguir para sectorizar una red son:

1. Implementar un modelo computacional que represente la situación actual de la red simulada (para fines de diagnóstico) y los posibles efectos que conlleve sectorizar la red u otras soluciones hidráulicas.

2. Llevar a cabo propuestas de ubicación de caudalímetros y válvulas de corte. El distrito hidrométrico deberá tener el menor número de entradas y salidas, preferentemente una entrada única, y como mucho una salida.
3. Simulada la propuesta en condiciones actuales, revisar el cumplimiento de las demandas y las presiones en el interior de cada sector que sea suficiente para dar un buen servicio a los usuarios y que a su vez no llegue a ser tan alta que propicie daños a la red y en consecuencia la generación de fugas. En caso de existir excesos de presión en ciertos sectores se podrán añadir válvulas reductoras de presión en aquellas zonas que se requiera
4. De no cumplir la propuesta inicial se realizarán modificaciones en la localización de las válvulas de corte; asimismo, se podrán añadir otras válvulas adicionales para asegurar el aislamiento buscado.
5. Cada sector hidrométrico obtenido deberá considerar las situaciones de emergencia como: labores de mantenimiento, fallos, etc., de tal manera que sea posible abastecer parcial o totalmente el sector afectado con una fuente de abastecimiento, aún cuando no sea posible asegurar el gasto, presión y continuidad en el servicio.
6. De la propuesta seleccionada y puesta en marcha en el terreno, se deberán hacer pruebas in situ para comprobar el aislamiento real del sector y efectuar mediciones de presión en nudos ubicados estratégicamente en el mismo.

## 2.2 CRITERIOS DE SECTORIZACIÓN

Para poder dividir una red en pequeños sectores es necesario aplicar ciertos criterios, entre ellos: la topografía del terreno, la localización e influencia de tanques de almacenamiento y regulación, zonas de presión, divisiones naturales de la red tales como vías de ferrocarril, grandes avenidas, ríos, barrancos, así como la geometría de la red y las políticas de operación.

No todos los criterios de sectorización siguen motivos netamente hidráulicos; algunos se enfocan sobre alguna evaluación económica, por ejemplo mantener un balance en

el costo de las obras de sectorización y detección de fugas contra el ahorro de agua esperado. Otros tienen un carácter comercial, como dividir por estratos socioeconómicos.

La ubicación de las fuentes y los depósitos también juegan un papel importante en la sectorización final, con el propósito de ahorrar energía (horas de funcionamiento de las bombas). En estos también puede influir la tarifa del agua.

En el presente caso de estudio del abastecimiento de aguas a la localidad de Aspe y Hondón de las Nieves, la empresa Sociedad Española de Abastecimientos perteneciente al Grupo Aguas de Valencia que es la actual concesionaria de la distribución y el mantenimiento del sistema, ha propuesto una sectorización en la cual se han basado según diseño de la red y distribución de las presiones. A continuación se observa un plano general de los diferentes sectores (19 sectores).

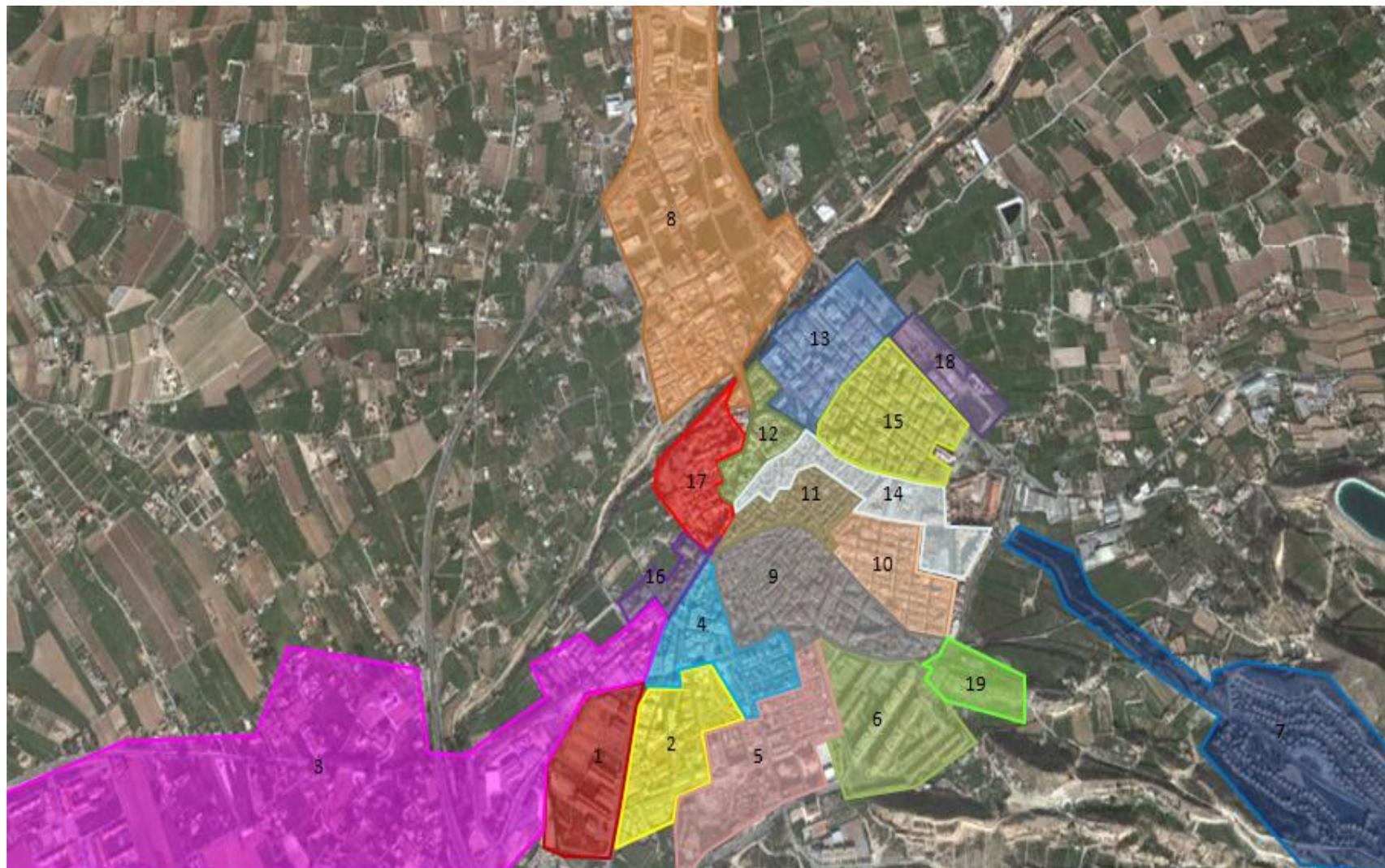


Figura 2. Localización sectores en el casco urbano de Aspe.

### 3 CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES

#### 3.1 Aspe

##### 3.1.1 SECTOR 1



Figura 3. Límites del sector 1.

<b>Nº de consumos</b>	45
<b>Demanda</b>	24.213,94 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	2.030,45 m
<b>Área del sector</b>	83.923,52 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	271 - 257 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	25,14 - 20,85 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	100 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 100 y 80 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	ninguna

Tabla 1. Datos sector 1.

La entrada al sector está instalada en la Avda. de Elche con una válvula de regulación con un diámetro de 100 mm. El sector es de reciente construcción por lo que aun la demanda de caudal es muy pequeña.

Limita con las Avda de Orihuela y la calle Gran Capitán en el sector 3 y con la Avda. de Elche en el sector 2.

Debido a las distribución de las tuberías no hay que instalar ninguna válvula limitadora de frontera.

### 3.1.2 SECTOR 2



Figura 4. Límites del sector 2.

<b>Nº de consumos</b>	69
<b>Demanda</b>	17.999,29 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	2.265,41 m
<b>Área del sector</b>	86.141,25 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	277- 258 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	25,14 - 20,82 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	100, 80 y 79,2 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	2

Tabla 2. Datos sector 2.

La entrada al sector está ubicada en la Avda. de Elche, consta de una válvula reguladora de caudal con un diámetro de 80 mm.

Limita en la Avda. de Elche con el sector1, en la calle Gran Capitán y la calle Actor Antonio Prieto en el sector 4 y por el parque situado al lado de la calle Cantal de Eraes en el sector 4.

Para realizar una independencia del sector se deberán instalar 2 válvulas de frontera, localizadas en la calle Vicente Cervera y el parque situado al lado de la calle Cantal de Eraes limitando con la calle Gran Capitán y así poder independizar el sector 2 y 4.

### 3.1.3 SECTOR 3



Figura 5. Límites del sector 3.

<b>Nº de consumos</b>	74
<b>Demanda</b>	27.743,59 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	4.102,93 m
<b>Área del sector</b>	596.224,40m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	267 - 248 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	45,12 - 20,72 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	100 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 150, 100, 80, 79.2, 55.4, 28.2 y 25 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	ninguna

Tabla 3. Datos sector 3.

La entrada el sector se hace en la confluencia de las calles Agost, Rubén darío, Castelar y Avda. de Orihuela, dónde instalaremos una válvula reguladora de caudal con un diámetro de 100 mm.

Dicho sector abastece agua a la urbanización San Isidro y a una parte de diseminados limitando con el sector 1 por la Avda. de Orihuela y por la calle Rubén Darío en el sector 16.

Debido a la distribución de las tuberías y la zona de abastecimiento no se deberá instalar ninguna válvula de frontera.

### 3.1.4 SECTOR 4

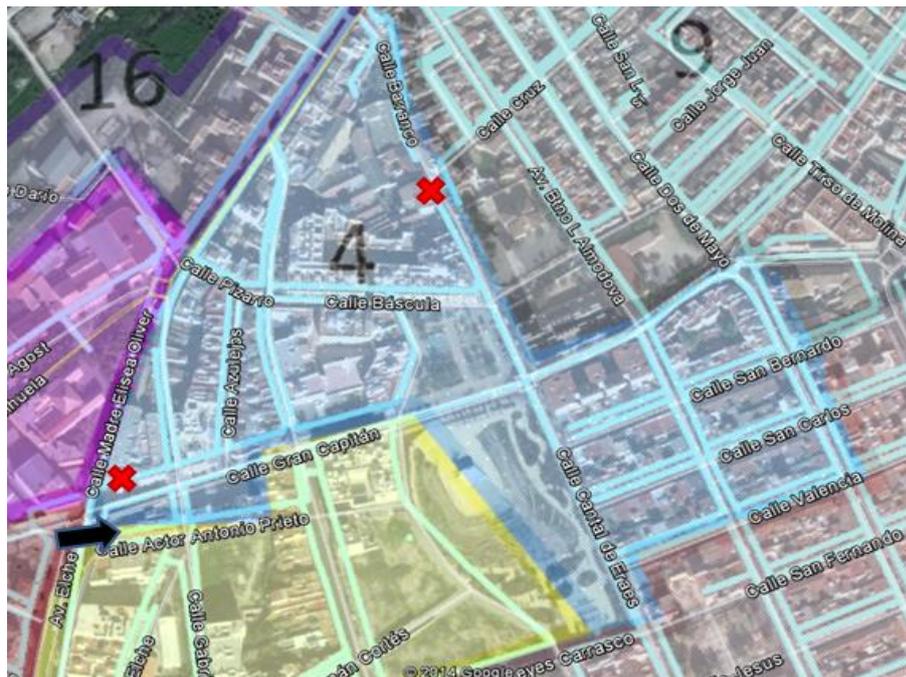


Figura 6. Límites del sector 4.

Nº de consumos	71
Demanda	40.610,23 m <sup>3</sup> año
Longitud de tubería	2.811,97 m
Área del sector	82.961,59 m <sup>2</sup>
Cotas (máx, mín)	269 - 248 m
Presión (máx, mín, media)	40 - 24,77 mca
Diámetro tubería de entrada	100 mm
Diámetros instalados	300, 200, 100, 80, 55.4, 50 y 44 mm
Válvulas cerradas	2

Tabla 4. Datos sector 4.

La entrada al sector se realizará por la Avda. de Elche a la entrada de la calle Actor Antonio Prieto instalando una válvula controladora de caudal con un diámetro de 100 mm.

Limita en las calles Actor Antonio Prieto, Gran Capitán con el sector 2, Reyes Carrasco, Valencia y Virgen del Rosario con el sector 5, Madre Elisea Oliver con el sector 3, Castelar con el sector 16 y Gran Vía, Cantal de Eraes y Barranco con el sector 9.

Para realizar la independencia del sector hay que instalar 2 válvulas frontera, una ubicada en la calle Gran Capitán con Madre Elisea Oliver limitando con el sector 3 y otra válvula en la calle Cantal de Eraes con Cruz limitando con el sector 9.

### 3.1.5 SECTOR 5



Figura 7. Límites del sector 5.

<b>Nº de consumos</b>	92
<b>Demanda</b>	26.434,23 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	3.735,26 m
<b>Área del sector</b>	131.548,20 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	290 - 262 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	40 - 22,95 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	250, 200, 150, 100, 80, 60, 55.4, 50 y



<b>Nº de consumos</b>	38
<b>Demanda</b>	31.531,64 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	1.811,86 m
<b>Área del sector</b>	114.646,96 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	286 - 261m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	36,6 - 23,84 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	100 mm
<b>Diámetros instalados</b>	250, 150, 100, 55.4 y 50 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	2
<b>Observaciones</b>	Se deberá cambiar la localización de una conexión

Tabla 6. Datos sector 6

La entrada al sector se realiza en la Avda. Pintor Pastor Calpena a la entrada de la calle Isaac Albéniz con un diámetro de 100 mm.

Este sector aun se encuentra en pleno desarrollo urbanístico por lo que las demandas actuales son muy pequeñas para las dimensiones de sus tuberías.

Para la realización de la independencia del sector se deberá cambiar la localización de una conexión, el cambio será el siguiente. La conexión existente en la tubería de 250 mm de diámetro y se ubica entre la intersección de las calles Agrónomo Francisco Mlra, Isaac Albéniz y Avda. Pintor Pastor Calpena y la nueva conexión la deberemos conectar a la entrada del sector entre la calle Isaac Albéniz y Avda. Pintor Pastor Calpena. Además se ha instalado dos válvulas fronteras una en la intersección entre la calle Gran Capitán y Avda. Pintor Pastor Calpena y la otra en la intersección entre calle Agrónomo Francisco Mira y Avda. Pintor Pastor Calpena.

### 3.1.7 SECTOR 7



Figura 9. Límites del sector 7.

<b>Nº de consumos</b>	49
<b>Demanda</b>	36.721,42 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	5.711,67 m
<b>Área del sector</b>	199.452,16 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	290 - 239 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	51,3 - 21,21 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	141 y 96.8 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	ninguna

Tabla 7. Datos sector 7

La entrada al sector se localiza en la intersección entre la Avda. Juan Carlos I y el camino entrepinos dónde se ha instalado una válvula controladora de caudal de 80mm.

Este sector se encuentra alejado del casco urbano de Aspe, así que no limita con ningún sector, siendo totalmente independiente, por lo que no se ha tenido que instalar ninguna válvula de frontera.

### 3.1.8 SECTOR 8



Figura 10. Límites del sector 8.

<b>Nº de consumos</b>	205
<b>Demanda</b>	60.568,53 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	12.426,26 m
<b>Área del sector</b>	677.917,22 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	240 - 222 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	40 - 21,31 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	150, 100, 90, 80, 79.2, 55.4, 50, 28.2 y 21.4mm
<b>Válvulas cerradas</b>	ninguna

Tabla 8. Datos sector 8

Podemos observar claramente que en el sector se ha dividido el tipo de demanda de los usuarios ya que nos encontramos con una zona doméstica y otra zona industrial. La zona industrial se encuentra en constante desarrollo.

La entrada al sector se realiza en la Avda. de la Constitución y continúa por la Avda. de Navarra dónde se ha instalado una válvula controladora de caudal con un diámetro de 80mm.

El sector se aísla con los sectores limítrofes 17, 12 y 13 gracias al río Tarafa.





<b>Nº de consumos</b>	173
<b>Demanda</b>	68.897,63 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	4.352,25 m
<b>Área del sector</b>	69.772,32 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	257 - 244 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	28,39 - 20,50 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 100, 80,55.4 y 50 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	9
<b>Observaciones</b>	Se debe realizar una conexión entre dos tuberías.

Tabla 10. Datos sector 10.

La entrada al sector se realiza desde la calle Colón y Travesía Cervantes, instalando una válvula reguladora de caudal de 80mm de diámetro.

El sector limita con el sector 9 por las calles Colón y Burgos, con el sector 14 por las calles Alicante, Badajoz y Jaime I y con el sector 11 por la calle Sol.

Para realizar la independencia del sector se ha tenido que realizar la unión entre dos tuberías en la intersección de la calle Sevilla y Avda. Nía Coca. Además se han de instalar 8 válvulas de frontera.

1. Intersección entre la calle Sol y Maria Botella.
2. Intersección entre la Avda. de Madrid y la calle Badajoz, aquí instalaremos 2 válvulas, cada una en una tubería, ya que por aquí discurren 2 tuberías cada una por cada acera.
3. Intersección entre la calle Alicante y a la Avda. Juan Carlos I, válvula ya existente para la independencia entre la zona de abastecimiento entre los dos depósitos. Al inicio de la calle Alicante también se instala otra válvula.
4. Intersección entre la calle Murcia y a la Avda. Juan Carlos I, válvula ya existente para la independencia entre la zona de abastecimiento entre los dos depósitos.
5. Intersección entre la calle Maestro Serrano y Badajoz, aquí instalaremos 2 válvulas, cada una en una tubería, ya que por aquí discurren 2 tuberías cada una por cada acera.
6. Intersección entre la calle Burgos y Avda. Juan Carlos I.

**3.1.11 SECTOR 11**



Figura 13. Límites del sector 11.

<b>Nº de consumos</b>	86
<b>Demanda</b>	25.382,42 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	2.610,35 m
<b>Área del sector</b>	46.327,73 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	249 - 242 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	31,60 - 29,70 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	150, 100, 80 y 50 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	4

Tabla 11. Datos sector 11.

La entrada al sector se realiza en la intersección entre las calles Ramón y Cajal y Concepción, donde se ha instalado una válvula controladora de caudal con un diámetro de 80 mm.

El sector 11 limita con el sector 9 en las calles La Vereda Y Ramón Y Cajal, con el sector 14 por las calles El Águila, Santa Cecilia, San Jaime, Concepción, Virgen del Carmen, Velázquez y Sol, con el sector 10 por la calle Sol y con el sector 17 por la calle San Pedro.

Para la total independencia del sistema se han instalado 4 válvulas fronterizas.

1. Intersección entre las calles Sol y María Botella, aquí instalaremos 2 válvulas, cada una en una tubería, ya que por aquí discurren 2 tuberías cada una por cada acera, consiguiendo independencia del sector 10.

2. Intersección entre la calle Antonio Soria y Virgen del Carmen, consiguiendo independencia del sector 14.
3. Conexión existente entre las 2 tuberías que discurren por la calle San Jaime, consiguiendo así independencia del sector 14.

### 3.1.12 SECTOR 12

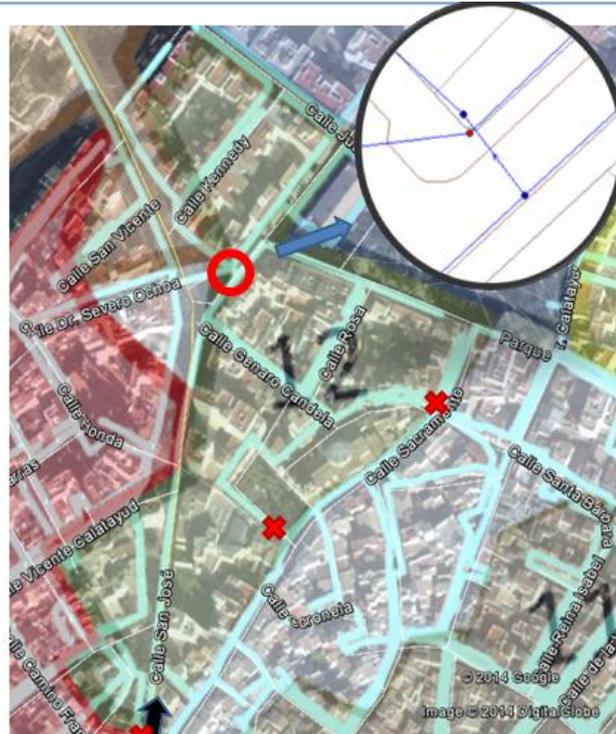


Figura 14. Límites del sector 12.

Nº de consumos	65
Demanda	31.847,6 m <sup>3</sup> año
Longitud de tubería	1.455,69 m
Área del sector	34.947.35 m <sup>2</sup>
Cotas (máx, mín)	246 - 233 m
Presión (máx, mín, media)	40,19 - 25,58 mca
Diámetro tubería de entrada	80 mm
Diámetros instalados	100, 80, 60 y 50 mm
Válvulas cerradas	3
Observaciones	Cambio de ubicación de un nudo.

Tabla 12. Datos sector 12.

La entrada al sector se realiza en la intersección entre la calle Francisco Candela y San José, donde se ha instalado una válvula reguladora de caudal con un diámetro de 80 mm.

El sector 12 limita con el sector 13 por las calles Juan y parque DR. Calatayud, con el sector 14 por las calles Sacramento y Francisco Candela y con el sector 17 por las calles Franco, Vicente Calatayud y Avda. Constitución.

Para la total independencia del sistema se ha tenido que instalar 3 válvulas de frontera y hacer una modificación en una conexión en un nudo. La modificación en la conexión en el nudo se ha llevado a cabo en el nudo situado en la calle Pedro Galipienso con Avda. Constitución. Modificando la conexión que había entre la tubería que transcurre por Pedro Galipienso de diámetro 150 mm y la tubería que transcurre por Avda. Constitución de diámetro 50 mm. Por lo que dicha conexión en la tubería de 150 mm será anulada.

Las 3 válvulas de frontera a instalar han sido.

1. Conexión entre la calle San José y San Pedro, cerrando dicha conexión por lo que se consigue la independencia del sector 12 con la tubería arterial de diámetro 200 mm.
2. Intersección entre la calle Concepción y Plaza Mayor.
3. Intersección entre la calle Sacramento y Santo Tomás.

### 3.1.13 SECTOR 13



Figura 15. Límites del sector 13.

<b>Nº de consumos</b>	108
<b>Demanda</b>	70.881,51 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	4.293,18 m
<b>Área del sector</b>	122.366,29 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	241 - 223 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	33,33 - 20,40 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	100 mm
<b>Diámetros instalados</b>	150, 125, 100, 80, 55.4,44, 25 y 21.4 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	2

Tabla 13. Datos sector 13.

La entrada al sector se realiza por la Pedro Galipienso, justo delante del mercado municipal, se ha instalado una válvula controladora de caudal de diámetro 100 mm. Existe una zona del sector que en un futuro será ampliado debido a su desarrollo urbanístico.

El sector 13 limita con el sector 15 por la calle Sagunto, con el sector 12 por las calles parque DR. Calatayud y Juan de Austria. Por la parte norte se encuentra limitado por el río Tarafa.

Para la total independencia del sector se han instalado 2 válvulas frontera. Una en la conexión entre las calles DR. Calatayud y DR. Marañón en la intersección con la calle Sagunto y otra en la intersección entre la calle Sagunto y Avda. Padre Ismael.

### 3.1.14 SECTOR 14



Figura 16. Límites del sector 14.

<b>Nº de consumos</b>	101
<b>Demanda</b>	31.636,74 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	2.443,38 m
<b>Área del sector</b>	89.194,80 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	249 - 238 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	35,65 - 27,87 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	100 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 150, 100, 80, 60, 50 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	6
<b>Observaciones</b>	Realización de la unión entre dos tuberías

Tabla 14. Datos sector 14.

La entrada al sector se realiza en la intersección entre las calles Francisco Candela, San Pedro y San José y continua por la calle Francisco Candela, se ha instalado una válvula controladora de caudal con un diámetro de 100mm.

El sector 14 limita con el sector 12 por las calles Sacramento y Francisco Candela, con el sector 15 por la calle Santa Faz, con el sector 10 por las calles Alicante, Badajoz y Jaime I, con el sector 11 por las calles Velázquez, Santa Bárbara, Virgen del Carmen, Concepción y Santa Cecilia y con el sector 17 por la calle San Pedro.

Para la completa independencia del sistema se ha añadido una pequeña conexión entre las tuberías localizadas en la intersección entre las calles Santa Bárbara y San Miguel. Además hemos instalado 6 válvulas frontera.

1. Intersección entre la calle Alicante y Avda. Juan Carlos I.
2. Intersección entre la calle Jaime I y la Avda. Juan Carlos I.
3. Intersección entre la calle Badajoz y Santa Faz, aquí se han instalado 2 válvulas, ya que hay dos tuberías que discurren cada una por cada acera.
4. Intersección entre la calle Barcelona y Santa Faz, aquí se han instalado 2 válvulas, ya que hay dos tuberías que discurren cada una por cada acera.

**3.1.15 SECTOR 15**



Figura 17. Límites del sector 15.

<b>Nº de consumos</b>	182
<b>Demanda</b>	87.947,85 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	5.299,55 m
<b>Área del sector</b>	115.820,56 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	241 - 232 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	42,07 - 21,86 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 150, 125, 100, 80, 50 y 28.2 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	4
<b>Orservaciones</b>	Realización de la conexión entre dos tuberías.

Tabla 15. Datos sector 15.

La conexión al sector 15 se realiza por la calle Santa Faz y parque DR: Calatayud, donde se ha instalado una válvula reguladora de caudal con un diámetro de 80 mm.

El sector 15 limita con el sector 13 por la calle Sagunto, con el sector 14 por la calle Santa Faz y con el sector 18 por la Avda. Padre Ismael.

Para garantizar la total independencia del sector se ha instalado una pequeña tubería de diámetro 50 mm que ha conectado la tubería que discurren por la calle José

Vicedo Calatayud en la intersección con la calle Nueve de Octubre. Además se han instalado 6 válvulas frontera.

1. Intersección entre la calle Trafalgar y Avda. Padre Ismael.
2. Intersección entre la calle Jacinto Benavente y Avda. Padre Ismael.
3. Intersección entre la calle Nueve de Octubre y Avda. Padre Ismael, (tubería que transcurre por la acera de los números pares de las fincas).
4. Intersección entre las calle Sagunto y Avda. Padre Ismael.

### 3.1.16 SECTOR 16



Figura 18. Límites del sector 16.

<b>Nº de consumos</b>	20
<b>Demanda</b>	7.396,35 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	687,13 m
<b>Área del sector</b>	24.848,63 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	253 - 244 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	29,64 - 28,76 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	150, 100, 50 y 21.4 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	2
<b>Observaciones</b>	Cambio de ubicación de dos nudos

Tabla 16. Datos sector 16.

Es un sector de pequeñas dimensiones y con muy pocos abonados pero es una zona potencial de futuras ampliaciones urbanísticas.

La entrada al sector se realiza entre la intersección entre las calles San Pedro, Castelar y Ramón y Cajal, dónde se ha instalado una válvula reguladora de caudal con un diámetro de 80 mm.

El sector 16 limita con el sector 17 por la calle Barranco, con el sector 4 por la calle Castelar y con el sector por la calle Rubén Darío.

Para la completa independencia del sector se deberá realizar 2 cambios de localización de nudos. Los cambios que se han realizado han sido las dos tuberías que transcurren por las calles camino de Rafica y por Rubén Darío han sido conectadas a la tubería de diámetro 50 mm que transcurre por calle Castelar y así poder desconectarlas de la tubería arterial de diámetro 200 mm que pasa por calle Castelar. Para realizar la total independencia por ello se deberá colocar 2 válvulas fronteras en los pequeños tramos que nos quedan entre las tuberías paralelas de diámetro 200 y 50 mm que transcurren por la calle Castelar.

### 3.1.17 SECTOR 17

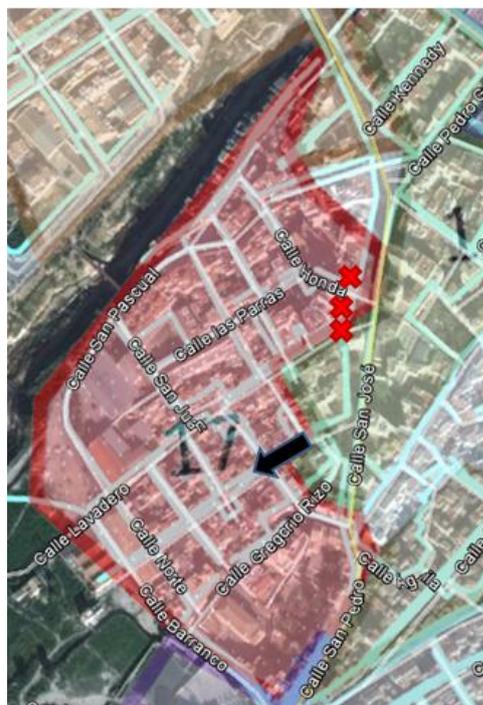


Figura 19. Límites del sector 17.

<b>Nº de consumos</b>	88
<b>Demanda</b>	20.653,24 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	2.548,89 m
<b>Área del sector</b>	59.484,01 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	246 - 234 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	40,32 - 21,36 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	100, 96.8, 80, 79.2, 50 y 25 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	3

Tabla 17. Datos sector 17.

La entrada al sector 17 se realiza por la calle camino Franco con la intersección con la calle Gregorio Rizo, dónde se ha instalado una válvula reguladora de caudal de diámetro 80 mm.

El sector 17 limita con el sector 12 por las calles Vicente Calatayud, Pintor Murillo y camino Franco, con el sector 11 por la calle San Pedro y con el sector 16 por la calle Barranco.

Para garantizar la total independencia del sector se han de instalar 3 válvulas frontera.

1. intersección entre las calles Vicente Calatayud y Avda. Constitución, aquí se han instalado 2 válvulas ya que hay 2 tuberías que transcurren por la calle Vicente Calatayud, cada una por cada acera.
2. Intersección entre la calle Honda y la Avda. Constitución, se ha instalado la válvula en la tubería que discurre por la acera donde el número de fincas es impar.

**3.1.18 SECTOR 18**



Figura 20. Límites del sector 18.

<b>Nºde consumos</b>	8
<b>Demanda</b>	9.669,85 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	524,91 m
<b>Área del sector</b>	31.693,52 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	231 - 227 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	30 - 26,33 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	80 mm
<b>Diámetros instalados</b>	100 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	0

Tabla 18. Datos sector 18.

Es el sector que tiene menor número de abonados y menor longitud de tubería instalada, esto es debido a que es un sector de reciente construcción por lo que tendrá un desarrollo urbanístico importante en el futuro.

La entrada al sector se localiza en la intersección entre la Avda. Padre Ismael y la calle Miguel Hernández, se ha instalado una válvula reguladora de caudal con un diámetro de 80 mm.

El sector 18 limita con el sector 15 por la Avda. Padre Ismael y con el sector 13 por la calle camino Almohaja. Debido a que se localiza en la periferia del casco urbano de



Para su correcta independencia de los demás sectores sólo se ha instalado una válvula frontera en la calle Peñas a su cruce con la Avda. Juan Carlos I. para aislarlo del sector 9.

### 3.2 Hondón de las Nieves

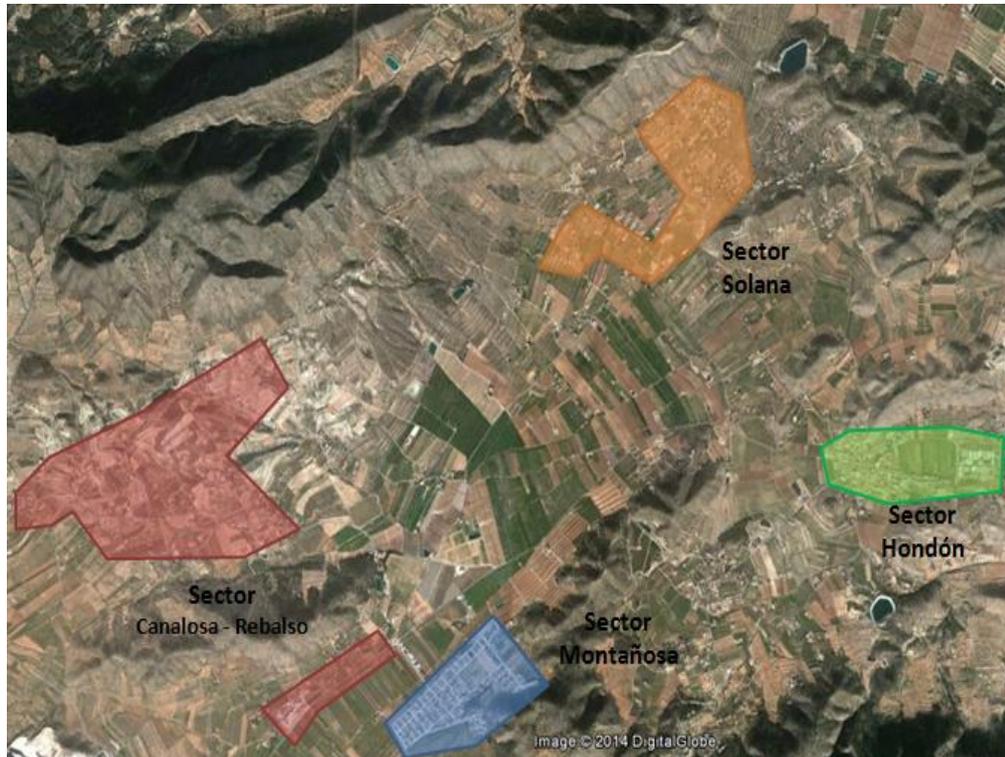


Figura 22. Sectorización en Hondón de las Nieves.

#### 3.2.1 SECTOR HONDON DE LAS NIEVES



Figura 23. Límites del sector Hondón de las Nieves.

<b>Nº de consumos</b>	200
<b>Demanda</b>	80.432 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	9.111,9 m
<b>Área del sector</b>	521.130,65 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	389 - 360 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	36 - 10 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	150 y 125 mm
<b>Diámetros instalados</b>	150, 125, 100, 96.8, 90, 80, 55.4 y 50 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	-

Tabla 20. Datos del sector Hondón de las Nieves.

Es el sector que mayor número de consumidores tiene y por lo tanto el de mayor consumo. Como ya se ha comentado en la memoria todos los sectores que forman el sistema de Hondón de las Nieves se encuentran físicamente separados por lo que su abastecimiento es de forma independiente, así que no será necesario la instalación de válvulas fronteras para la independencia de los sectores.

El abastecimiento al sector se realiza mediante dos tuberías una de 150 mm de diámetro que sale desde el depósito de Calereta y forma el anillo que suministra el agua a todo el núcleo urbano y la otra tubería es de 125 mm que abastece a la zona alta de Hondón y conecta con el anillo.

### 3.2.2 SECTOR SOLANA



Figura 24. Límites del sector Solana.

<b>Nº de consumos</b>	75
<b>Demanda</b>	14.256 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	9.465,1 m
<b>Área del sector</b>	3.311.326,7 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	425 - 370 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	100 - 28 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	150 mm
<b>Diámetros instalados</b>	150, 96.8, 80 y 55.4 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	-

Tabla 21. Datos del sector Solana.

El sector Solana se caracteriza porque es una zona de diseminados, lo que provoca tener gran longitud de tuberías para pequeños caudales demandados, formando un sistema ramificado.

El abastecimiento se realiza principalmente desde el depósito de La Solana con una tubería de 150 mm de diámetro. Cuando está en funcionamiento el bombeo de La Solana se abastece desde dicho bombeo (aprox. 7h día) y el resto del día se abastece desde el depósito La Solana.

### 3.2.3 SECTOR MONTAÑOSA



Figura 25. Límites del sector Montañosa.

<b>Nº de consumos</b>	107
<b>Demanda</b>	58.080 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	12.491,15 m
<b>Área del sector</b>	416.581,6 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	468 - 420m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	43 - 17 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	200 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 150, 90, 80 y 55.4 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	1
<b>Observaciones</b>	Instalación de válvula reductora de presión

Tabla 22. Datos del sector Montañosa.

El sector La Montañosa o Casa Family es de reciente construcción formando un sistema mallado. El abastecimiento se realiza desde el depósito La Montañosa, mediante una tubería de 200 mm de diámetro. Para garantizar unas presiones aceptables de servicio se ha instalado una válvula reductora de presión una válvula de frontera, ya que como el sistema es mallado se ha debido independizar una zona para garantizar la reducción de presiones. Dichas válvulas están instaladas en la calle Algorfa intersección con la Avda. de Valencia.

### 3.2.4 SECTOR CANALOSA - REBALSO



Figura 26. Límites del sector Canalosa - Rebalso.

<b>Nº de consumos</b>	115
<b>Demanda</b>	23.284 m <sup>3</sup> año
<b>Longitud de tubería</b>	16.063,3 m
<b>Área del sector</b>	1.975.070,5 m <sup>2</sup>
<b>Cotas (máx, mín)</b>	530 - 420 m
<b>Presión (máx, mín, media)</b>	65 - 19 mca
<b>Diámetro tubería de entrada</b>	200 mm
<b>Diámetros instalados</b>	200, 110, 100, 80, 60, 55.4, 44 y 35,2 mm
<b>Válvulas cerradas</b>	-
<b>Observaciones</b>	Instalación de caudalímetro y 2 válvulas reductoras de presión.

Tabla 23. Datos del sector Canalosa - Rebalso.

El sector Canalosa - Rebalso en su mayoría está constituido por diseminados y un reducido núcleo urbano en Canalosa.

El suministro al sector se realiza desde el depósito Canalosa, mediante una tubería de 200 mm de polietileno. La estructura que presenta el sistema es ramificada.

A la entrada del núcleo urbano se ha instalado una válvula reductora de presión y un caudalímetro, para garantizar presiones pequeñas y tener un control del caudal que circula. Al inicio del sector en la tubería que baja desde el depósito La Canalosa también se ha instalado otra válvula reductora de presión.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

**ANEXO TRAMOS PROBLEMATICOS**

El Plan General de Aspe divide el suelo urbano en catorce zonas dentro del núcleo urbano que se encuentra prácticamente urbanizadas y que son directamente edificables, sin remisión a planeamiento diferido:

<b>RESIDENCIALES</b>	<b>Hectáreas</b>
Zona 1.- Casco Antiguo.	16,16
Zona 2.- Ampliación casco antiguo.	11,27
Zona 3.- Parque.	13,25
Zona 4.-Serranica.	11,78
Zona 5.- Coca.	8,98
Zona 6.- Colón-Santa Rita.	4,52
Zona 7.- Polvorín.	1,02
Zona 8.-Vistahermosa.	7,51
Zona 9.-Castelar-Gabriel Miró.	11,62
Zona 10.-Castillo.	10,32
<b>DOTACIONALES</b>	
Zona 11.-Area Docente.	6,23
<b>INDUSTRIALES</b>	
Zona 12.-Industrial Avda. de Navarra.	5,98
Zona 13.-Industrial Avda. de Elche.	1,37
Zona 14.-Industrial Tres de Agosto.	6,87

Tabla 1. Zonas totalmente urbanizadas

A su vez existen, dentro del suelo urbanizable, áreas parcialmente urbanizadas y conexas con el núcleo que, por concurrir especiales circunstancias se remiten a planeamiento diferido:

<b>RESIDENCIALES:</b>	<b>Hectáreas</b>
Sector 1.-Cuevas Nía (P.R.I.).	2,074
Sector 2.-Cuevas Cipreses (P.R.I.)	4,04
<b>INDUSTRIALES:</b>	

<b>Zona 16.-Avda. Orihuela (E.D.).</b>	2,47
<b>DOTACIONALES:</b>	
<b>Zona 17.-Area de equipamientos y servicios (P.E.).</b>	5,98

Tabla 2. Zonas parcialmente urbanizadas

Por lo que respecta al suelo urbanizable, el Plan General clasifica como suelo urbanizable pormenorizado aquellas áreas de suelo urbanizable inmediatas al urbano, facilitando con dicha ordenación la pronta programación de los terrenos. Y atendiendo al grado de gestión y condicionamientos administrativos existentes, el Plan General distingue dentro de esta clase de suelo entre suelo urbanizable pormenorizado en ejecución y suelo urbanizable pormenorizado normal.

El Plan General delimita un total de nueve unidades de ejecución en esta clase de suelo, algunas de las cuales se subdivide a su vez en unidades de ejecución más pequeñas con la finalidad de agilizar considerablemente la gestión:

<b>RESIDENCIALES:</b>	<b>Hectáreas</b>
<b>U.E.1.-Parque.</b>	7,14
<b>U.E.2.-Coca.</b>	8,79
<b>U.E.3.-Barranco.</b>	6,23
<b>U.E.4.-San Juan.</b>	3,77
<b>U.E.5.-Castillo.</b>	6,39
<b>U.E.6.-Arenal.</b>	1,51
<b>U.E.11.-Montesol.</b>	38,13
<b>INDUSTRIALES:</b>	
<b>U.E.7.-Avda.Navarra</b>	26,54
<b>U.E.8.-Avda.de Elche.</b>	2,55
<b>U.E.9.-Avda. Tres de Agosto.</b>	4,88

Tabla 3. Zonas de próxima ejecución

Los sectores clasificados como suelo urbanizable no programada son los siguientes:

<b>RESIDENCIALES:</b>	<b>Hectáreas</b>
<b>Sector 3.-Avda. de Elche.</b>	8,34
<b>Sector 4.-Camino de Hondón.</b>	33,53
<b>Sector 5.-Alcaná.</b>	19,34
<b>Sector 6.-Camino de Coca.</b>	18,62
<b>INDUSTRIALES:</b>	
<b>Sector 7.-Carretera de Alicante.</b>	16,12
<b>Sector 8.-Ampliación Tres Hermanas.</b>	39,53

Tabla 4. Futuras zonas urbanizables

El suelo no urbanizable, por su parte, se estructura en dos categorías: suelo no urbanizable de especial protección (arqueológica, del paisaje y del medio natural, del dominio público, del patrimonio etnográfico y cultural) y suelo no urbanizable común.

El Plan General realiza una estimación del potencial del Plan, determinando el total de viviendas posibles según las determinaciones del Plan General, así como el potencial de habitantes:

		Viviendas actuales	Viviendas posibles
S. Urbano Ordenado	Zona 1 + Zona 2	2.028	2.431
	Zona 3 + Zona 4	1.584	2.670
	Zona 5 + Zona 6 + Zona 7 + Zona 8	1.422	1.730
	Zona 9 + Zona 10	562	1.900
S. Urbano con planeamiento diferido	Sector 1	-	62
	Sector 2	-	88
S. Urbanizable Pormenorizado	UE 1	-	508
	UE 2	-	650
	UE 3	-	461
	UE 4	-	283
	UE 5	-	454
	UE 6	-	34
	UE 10	-	485
S. Urbanizable No Pormenorizado	UE 11	-	293
	S3	-	334
	S4	-	492
	S5	-	290
	S6	-	279
TOTAL VIVIENDAS POSIBLES SEGÚN PLAN GENERAL 13.444			
POTENCIAL DE HABITANTES DEL PLAN GENERAL: 40.332 habitantes.			

Fuente: Plan General de Aspe.

Tabla 5. Posible construcción de viviendas según zona

El total de viviendas posibles estimado por el Plan General es de 13.444, mientras que el Potencial de habitantes del Plan General es de 40.332.

Alrededor del 90% de la superficie de suelo urbanizable clasificado en el Plan General se halla en la actualidad en distintas fases de su desarrollo, lo cual, por otra parte, sólo atiende a la creciente demanda de suelo durante los últimos años, y no supone necesariamente que una vez urbanizadas dichas unidades y sectores vayan a ser edificados de inmediato. Parte importante de este suelo es de uso industrial, promovido atendiendo a la creciente demanda existente de esta clase de suelo en el municipio, consecuencia de la mejora de las comunicaciones con las vías rápidas de tráfico rodado. Este hecho ha supuesto un crecimiento de la movilidad laboral y el consiguiente crecimiento poblacional, que encuentra en Aspe mayores facilidades de acceso a la vivienda, además de una nutrida red de equipamientos públicos y zonas verdes, factores todos que han contribuido a la elección de Aspe como lugar de residencia habitual para muchas familias que tienen aquí su puesto de trabajo.

### **El uso terciario.**

El Plan General de Aspe regula, a través de las Ordenanzas Urbanísticas, la tipificación, condicionantes y características de la implantación comercial en el municipio, agrupadas dentro del uso global terciario.

Bajo un punto de vista urbanístico, a los efectos de su pormenorización y el establecimiento de condiciones particulares, se distinguen los siguientes usos terciarios: hospedaje, comercio, oficinas y salas de reunión.

Dentro del uso comercial distingue los siguientes tipos:

- Local comercial: cuando la actividad comercial tiene lugar en un establecimiento independiente, de dimensión no superior a 600 m<sup>2</sup> de superficie de venta.
- Agrupación comercial: cuando en un mismo espacio se integran varias firmas comerciales con acceso e instalaciones comunes, en forma de galerías, centros y complejos comerciales. Cuando la superficie de venta de la

agrupación comercial sea igual o superior a los 600 m<sup>2</sup>, tendrá la consideración de “gran superficie comercial”.

- Grandes superficies comerciales: cuando la actividad comercial tiene lugar en establecimientos que operan bajo una sola firma comercial y alcanzan dimensiones superiores a 600 m<sup>2</sup> de superficie de venta.

Las Normas Urbanísticas regulan las condiciones técnicas, de dotación, funcionamiento, superficie, etc., aplicables a los usos y actividades terciarias.

Por lo que respecta a la reserva de aparcamientos vinculados a las actividades terciarias y, en particular, a la actividad comercial minorista, las Normas Urbanísticas establecen las siguientes condiciones:

- Locales comerciales: una plaza de aparcamiento por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie construida. Esta previsión únicamente será exigible en los casos de edificaciones de nueva construcción.

Cuando el local comercial se destine a la venta al por menor de productos alimentarios y su superficie construida total sea superior a cuatrocientos 400 m<sup>2</sup>, la previsión del número de plazas de aparcamiento será de una plaza cada cuarenta 40 m<sup>2</sup> de superficie de acceso al público. Esta previsión será exigible tanto para las edificaciones de nueva construcción como para las ya existentes.

- Agrupaciones comerciales: una plaza de aparcamiento por cada sesenta 60 m<sup>2</sup> de superficie útil de acceso al público en los casos de agrupaciones comerciales superiores a seiscientos 600 m<sup>2</sup>. Esta previsión únicamente será exigible en los casos de edificación de nueva construcción.
- Grandes superficies comerciales: se exige dotación mínima de una plaza de aparcamiento por cada veinticinco 25 m<sup>2</sup> de superficie de acceso al público en los casos de venta de productos alimentarios, y una plaza cada cuarenta 40 m<sup>2</sup> en los restantes casos. Esta previsión será exigible tanto para las edificaciones de nueva construcción como para las ya existentes. Los aparcamientos señalados habrán de situarse en la misma parcela en que esté situado el establecimiento, o en parcela distinta siempre que no diste de éste más de cien

metros, debiendo estar agrupados y en ubicación exclusiva vinculada a la superficie comercial.

Dentro del casco urbano de Aspe, existen zonas de Suelo Urbano de uso dominante Industrial y Terciario, así como unidades de ejecución en Suelo Urbanizable con este mismo uso global. Además, en el resto del casco urbano cuyo suelo está clasificado como residencial dominante, las actividades terciarias están permitidas según lo establecido en las Normas Urbanísticas para cada zona en particular.

Fuera del caco existen cinco bolsas de suelo destinadas a usos terciarios, las cuales se indican a continuación:

NUCLEO FUERA DEL CASCO URBANO CON RESERVA DE SUELO TERCIARIO	SUPERFICIE DE LA BOLSA DE SUELO TERCIARIO
Urbanización Santa Elena	5.586 m <sup>2</sup>
Urbanización San Isidro	8.202 m <sup>2</sup>
Sector 5	5.496 m <sup>2</sup>
Polígono industrial Dos Hermanas I	4.544 m <sup>2</sup>
Polígono industrial Dos Hermanas II	8.769 m <sup>2</sup>

Tabla 6. Zonas destinadas a uso terciario.

De acuerdo al PGOU vigente, a fecha de hoy quedan pendientes de desarrollar el siguiente suelo urbanizable residencial:

SUELO URBANIZABLE PORMENORIZADO	VIVIENDAS
U.E.1.1.	148
U.E.1.3.	168
U.E.2.3.	169
U.E.4	283
U.E.5	454
U.E.6	34
<b>Total viviendas</b>	<b>1256</b>

Tabla 7. Número de viviendas de futura construcción.

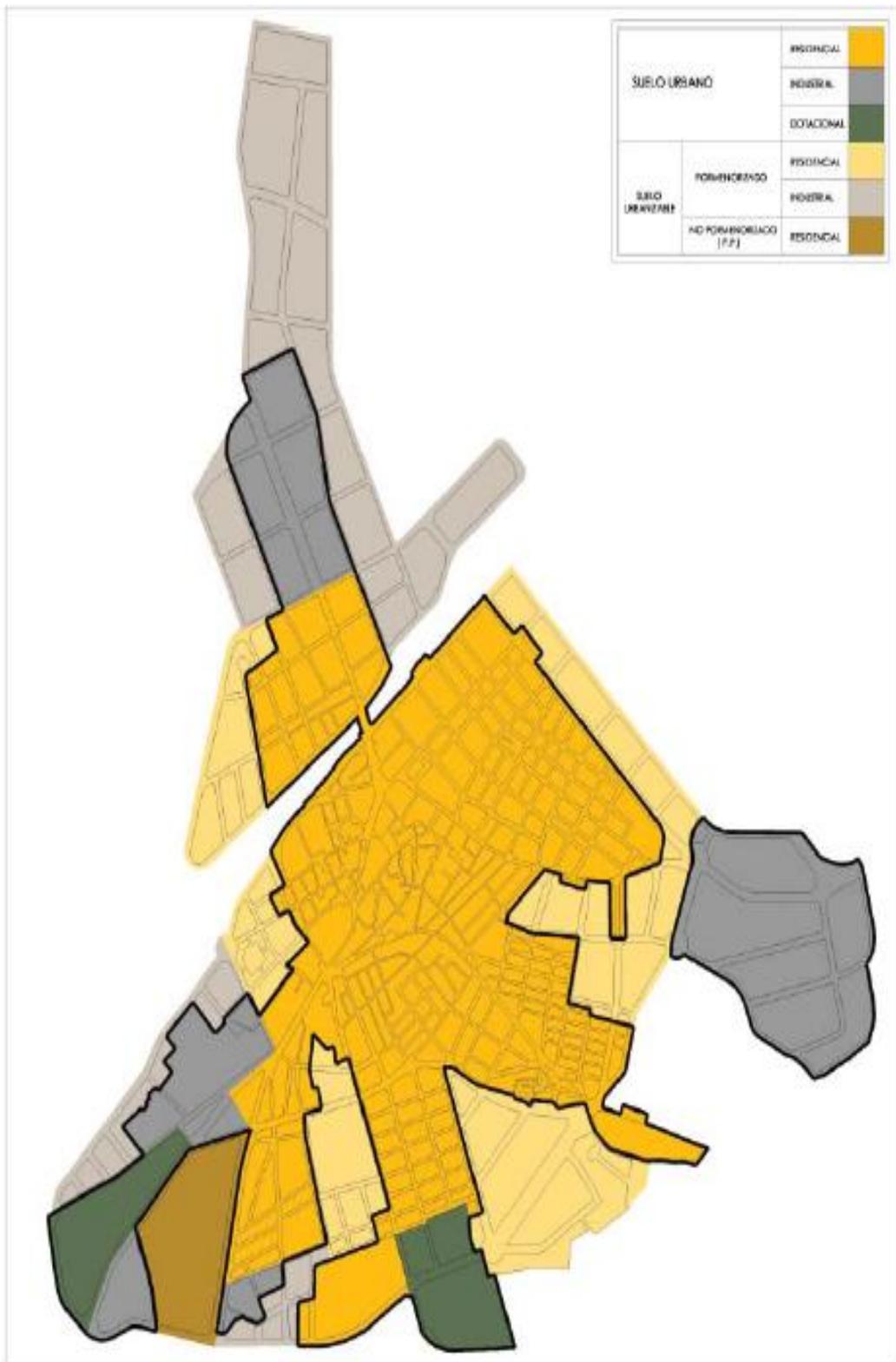


Figura 1. Plano ordenación urbanística de Aspe.

## 1.1 *La accesibilidad y movilidad. Factores clave para la actividad comercial.*

### **1.1.1 Red viaria estructural. Principales vías urbanas.**

Dentro del sistema interno de comunicación de la ciudad, para una mejor comprensión de su funcionamiento, se realizará una distinción entre las principales vías de acceso al casco urbano y aquellas otras que forman parte de la red viaria interior de la ciudad.

#### **Red vial exterior y principales vías de acceso.**

Por el noroeste del casco urbano discurre la carretera de Novelda y Elche (N-325) que encuentra puntos de conexión con el viario de distribución interior en la Ronda Norte, la Avenida de Navarra, la Avenida Tres de Agosto y la Avenida de Orihuela. Por el este se encuentra la conexión con la carretera a Alicante (CV-847) que conecta con la Avenida Padre Ismael y la Avenida Juan Carlos I.

Además de estas vías, el resto de accesos o viales de comunicación de Aspe son los siguientes:

- CV-84, que comunica con Elche.
- CV-325, que comunica con Monforte del Cid.
- CV-845, que comunica con Hondón de las Nieves.
- CV-846, que comunica con la CV-840.

#### **Red viaria interior (Viaros principales en el casco urbano).**

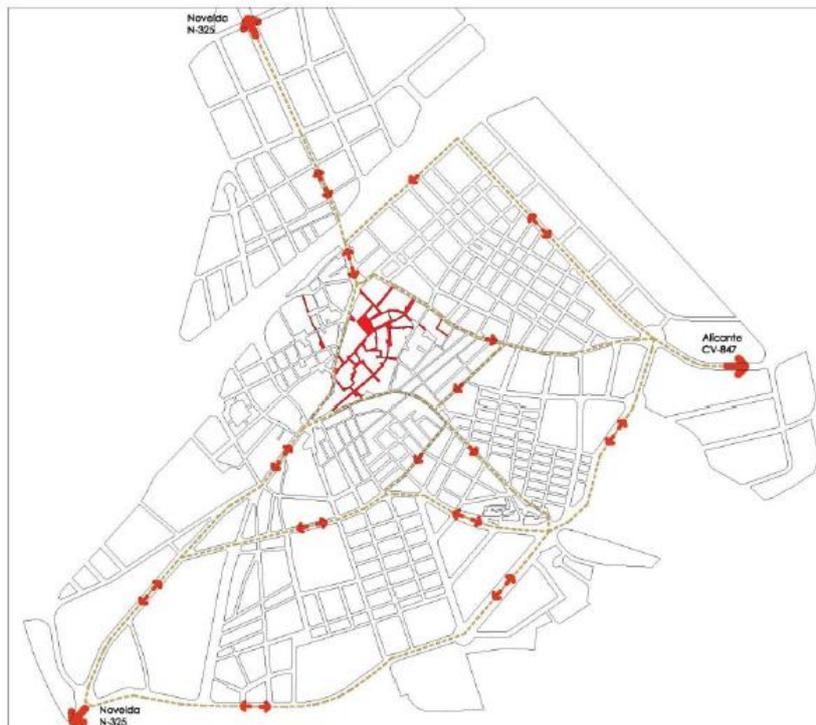
Los principales ejes de comunicación internos son aquellos que comunican con las vías de entrada y salida al núcleo urbano anteriormente descritas, prolongación de estos en su interior. Estos son:

La red viaria se estructura, desde el viario exterior de conexión, mediante un conjunto de avenidas perimetrales al casco urbano que conforman un anillo de ronda o circunvalación exterior, el cual está formado por: Avenida Padre Ismael, Avenida Juan Carlos I, Avenida Pintor Pastor Calpena, Antonio Ayala y Avenida de Santa Pola.

Dicho anillo no está cerrado en su totalidad, pues no existe un vial perimetral en la zona suroeste que enlace con el polígono industrial y salve el río Tarafa, conexión ésta

que se realiza en la actualidad a través del interior del casco urbano, por las calles San Pedro, San José y la Avenida de la Constitución, cruzando el río a través del Puente del Baño.

Cabe destacar que las avenidas que conforman este anillo han sido concebidas, desde el Plan General, como vías urbanas con una sección que compatibiliza el tráfico rodado y peatonal, dotadas de arbolado y mobiliario urbano, de tal manera que quedan totalmente integradas dentro de la trama urbana y no se perciben como vías rápidas de distribución del tráfico rodado.



Fuente: Elaboración propia. Oficina PATECO 2008.

Figura 2. Plano con la ubicación de las principales vías de acceso y tránsito en Aspe.

En un segundo nivel encontramos otras vías interiores que no responden a ningún diseño preconcebido de distribución del tráfico interior, sino que son consecuencia directa de la trama urbana histórica. Destacan las anteriormente mencionadas calles San Pedro, San José y la Avenida de la Constitución, así como las calles Ramón y Cajal, La Vereda y Colón, que conforman otra de las principales trazas del entramado urbano y la calle de la Santa Faz.

Todas estas vías conforman los principales ejes de distribución del tráfico interior y a su vez han servido de ejes generadores de la trama urbana, pues en gran medida las

distintas zonas o barrios que configuran el casco urbano se estructuran de forma paralela u ortogonal a alguna de estas vías.

### 1.2 Medio Ambiente urbano.

Escapa a los objetivos y alcance del presente Plan de Acción Comercial establecer un análisis riguroso del Medio Ambiente urbano de Aspe, el cual tendría que tener en cuenta la radiación solar, la vegetación, el viento, la geomorfología, la estructura de la red viaria, la red de espacios libres, la morfología de las manzanas, la morfología de las parcelas y las condiciones de la edificación como principales parámetros.

La compleja interacción entre todos estos factores y los resultados extraídos del análisis de los mismos podrían arrojar interesantes datos para que desde la planificación y el diseño urbano se pudiera mejorar la eficiencia del ecosistema urbano en su conjunto.

Los criterios de optimización medioambiental son muy variados, y algunos de ellos son los que se enumeran a continuación: la orientación de la estructura urbana principal, la adaptación a la topografía, las condiciones geométricas del espacio urbano, el tamaño y la forma de los espacios libres y las zonas verdes, la localización de las zonas verdes, la orientación de las zonas verdes, las condiciones geométricas de las manzanas y los patios de manzana, la orientación de las manzanas, la densidad edificatoria, las condiciones geométricas de las parcelas, la ocupación máxima de las parcelas y los patios de parcela, la edificabilidad máxima de las parcelas, así como las condiciones formales, higiénicas, constructivas, materiales y de uso de la edificación.

De todos los elementos que configuran el ecosistema urbano, en el presente estudio serán de consideración aquellos que tienen una más directa incidencia sobre la escena urbana y que desde el urbanismo comercial pueden ser regulados o modificados, aunando intereses de confort urbano, sostenibilidad e imagen.

El sistema de zonas verdes de Aspe, constituido por los distintos parques y jardines distribuidos por el casco urbano y el entramado de calles y avenidas con alineaciones de arbolado que los unen, conforman, al menos cuantitativamente, un elemento de

gran valor dentro de la escena urbana, ya que junto al cauce del Río Tárafa conforman un anillo verde perimetral al núcleo y un conjunto de ejes radiales que sirven de nexo entre las diferentes zonas verdes.

Por lo que respecta a la dotación de zonas verdes por habitante, el ratio se sitúa en 6,14 m<sup>2</sup>/hab. si no se computa el cauce del Río Tarafa y en 17,80 m<sup>2</sup>/hab. si se tiene en cuenta la superficie del río. Se encuentra, por lo tanto, dentro de valores considerados como medios si se atiende al cómputo más estricto, mientras que el ratio es alto si se atiende al otro criterio.

Si se atiende a su distribución sobre el territorio, no existe una distribución homogénea de las zonas verdes y espacios libres, pues existen deficiencias en algunos barrios, como Camino de Elche, La Nía o La Coca, en los cuales está previsto incrementar la superficie de parques y jardines.

En el siguiente mapa podemos observar las zonas verdes existentes en Aspe, dichas zonas son específicas en la dotación de agua y serán perjudiciales para nuestras tuberías ya que las raíces de los árboles pueden producir la rotura de nuestras conducciones y así provocar cortes de agua o intrusión de patógenos en nuestro sistema por lo que se produciría un descenso en la calidad de agua proporcionada a los consumidores.

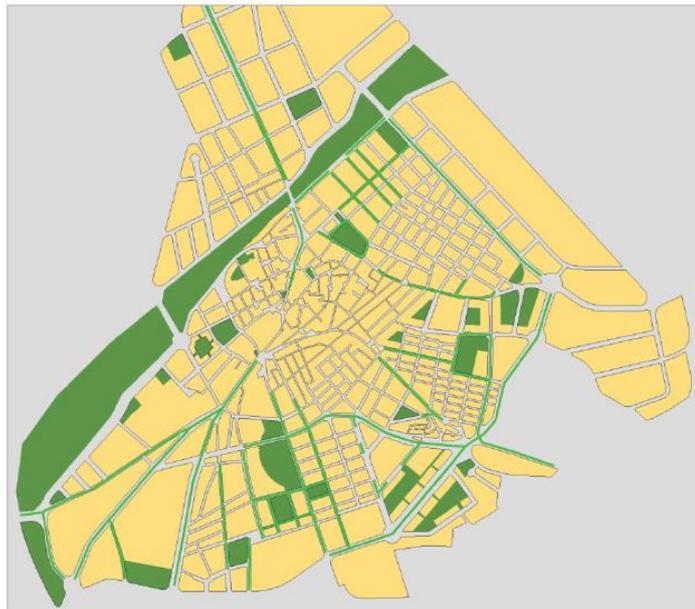


Figura 3. Plano zonas verdes en Aspe.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

**ANEXO ORDENACION URBANISTICA**

Para el abastecimiento de Aspe existen numerosas tuberías de grandes dimensiones que no se encuentran malladas por lo que no se tendrá una correcta circulación de caudales, ocasionando problemas de calidad del agua, desigual reparto de presiones y baja velocidad, estos puntos son:

1. Tubería de 150 mm por la calle Capitán hasta la calle Isaac Albéniz.



Figura 1. Imagen de la ramificación no mallada entre calle Capitán y calle Isaac Albéniz.

2. Tubería de 200 mm por la Avda. El Cantal hasta la proximidad de las Cuevas de los Cipreses.



Figura 2. Imagen de la ramificación no mallada en la Avda. El Cantal.

3. Tubería de 200 mm por la calle Ruperto Chapi hasta la calle Isaac Albéniz.



Figura 3. Imagen de la ramificación no mallada entre la calle Ruperto Chapi y calle Isaac Albéniz..





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

**ANEXO PRESUPUESTOS**

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Nc	Ud	Resumen	Unidad	Precio	Total
<b>SECTORIZACIÓN</b>			<b>SECTORES EN ASPE</b>	<b>1,000</b>	<b>227,578,27</b>	<b>227,578,27</b>
<b>C-1</b>	<b>Capitulo</b>	<b>OBRA CIVIL</b>		<b>1,000</b>	<b>69,944,21</b>	<b>69,944,21</b>
OCCONTA	Partida	UD	OBRA CIVIL PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR EN ACERA, CONSISTENTE EN LA APERTURA DEL HUECO PARA INSTALACIÓN DE ARQUETA DE DIMENSIONES 1,20X0,80 MTS. Y ESPACIO DE TRABAJO, RELLENO DE ZANJA, RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO, ASÍ COMO RECOMPOSICIÓN DE ACERA....	20,000	2,265,69	45,313,80
OCVAL100	Partida	UD	OBRA CIVIL PARA ALOJAMIENTO DE VÁLVULA DE FRONTERA HASTA Ø200 MM. EN REGISTRO DE LADRILLO DE UNAS DIMENSIONES INTERIORES DE 40X40 CM. Y PROFUNDIDAD VARIABLE	42,000	519,04	21,799,68
OC150TIP	Partida	ML	OBRA CIVIL (EXCEPTO ARQUETAS) PARA TUBERIA DE POLIETILENO DIAMETRO 150 MM., POR TERRENO PAVIMENTADO. (EN TIERRA). COMPUESTA POR: *DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE HASTA 10 CM. DE ESPESOR, BASE DE HORMIGON DE 25 CM. Y RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDE...	1,000	160,24	160,24
OC100TIP	Partida	ML	OBRA CIVIL (EXCEPTO ARQUETAS) PARA TUBERIA DE POLIETILENO DIAMETRO 100 MM., POR TERRENO PAVIMENTADO. (EN TIERRA). COMPUESTA POR: *DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE HASTA 10 CM. DE ESPESOR, BASE DE HORMIGON DE 25 CM. Y RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDE...	5,000	115,24	576,20
OC080TIP	Partida	ML	OBRA CIVIL (EXCEPTO ARQUETAS) PARA TUBERIA DE POLIETILENO DIAMETRO 80 MM., POR TERRENO PAVIMENTADO. (EN TIERRA). COMPUESTA POR: *DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE HASTA 10 CM. DE ESPESOR, BASE DE HORMIGON DE 25 CM. Y RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDE...	8,160	87,31	712,45
OC050TIP	Partida	ML	OBRA CIVIL (EXCEPTO ARQUETAS) PARA TUBERIA DE POLIETILENO DIAMETRO 50 MM., POR TERRENO PAVIMENTADO. (EN TIERRA). COMPUESTA POR: *DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE HASTA 10 CM. DE ESPESOR, BASE DE HORMIGON DE 25 CM. Y RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDE...	23,000	60,08	1,381,84
<b>TOTAL CAPITULO C-1: OBRA CIVIL</b>				<b>1,000</b>	<b>69,944,21</b>	<b>69,944,21</b>
<b>C-2</b>	<b>Capitulo</b>	<b>MATERIAL HIDRÁULICO</b>		<b>1,000</b>	<b>90,356,52</b>	<b>90,356,52</b>
VC020PIA	Partida	UD	VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 150 MM., INCLUIDA TORNILLERIA Y PIEZAS SUJECCION (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO).	1,000	509,18	509,18
VC008PIA	Partida	UD	VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 80 MM., INCLUIDA TORNILLERIA Y PIEZAS SUJECCION (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO).	17,000	221,48	3,765,16
VC006PIA	Partida	UD	VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 60 MM., INCLUIDA TORNILLERIA Y PIEZAS SUJECCION (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO).	24,000	188,40	4,521,60
MTCON100	Partida	UD	MATERIAL PARA INSTALACIÓN DE CONTADOR TIPO WOLTMAN Ø 100, INCLUYENDO CONTADOR, VÁLVULAS, CABOS EXTREMOS, CARRETE, REDUCCIONES, COLLARIN DE TOMA EN CARGA Y VÁLVULA DE BOLA PARA CONEXIÓN DE RÁCORD DE PRESIÓN, JUNTAS Y TORNILLERÍA.	7,000	2,144,89	15,014,23
MNCON80	Partida	UD	MATERIAL PARA INSTALACIÓN DE CONTADOR TIPO WOLTMAN Ø 80, INCLUYENDO CONTADOR, VÁLVULAS, CABOS EXTREMOS, CARRETE, REDUCCIONES, COLLARIN DE TOMA EN CARGA Y VÁLVULA DE BOLA PARA CONEXIÓN DE RÁCORD DE PRESIÓN, JUNTAS Y TORNILLERÍA.	13,000	1,730,92	22,501,96
VRP150	Partida	UD	VALVULA REDUCTORA DEPRESION, MEMBRANA DN 150, PN 16, PROVISTA DE MANOMETRO INDICADOR DE PRESION A LA SALIDA, TOTALMENTE INSTALADA.	1,000	3,393,20	3,393,20
VRP100	Partida	UD	VALVULA REDUCTORA DEPRESION, MEMBRANA DN 100, PN 16, PROVISTA DE MANOMETRO INDICADOR DE PRESION A LA SALIDA, TOTALMENTE INSTALADA.	3,000	2,926,38	8,779,14

VRP80	Partida	UD	VALVULA REDUCTORA DEPRESION, MEMBRANA DN 80, PN 16, PROVISTA DE MANOMETRO INDICADOR DE PRESION A LA SALIDA, TOTALMENTE INSTALADA.	12,000	2,637,72	31,652,64
TU150PIA	Partida	ML	TUBERIA DE POLIETILENO (ALTA DENSIDAD) DIAMETRO EXTERIOR 150 MM. (ESPESOR 9.50 MM.), DE 10 ATM.; INCLUYENDO PARTE PROPORCIONAL PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS (EXCEPTO VALVULAS Y MECANISMOS).	1,000	15,82	15,82
TU100PIA	Partida	ML	TUBERIA DE POLIETILENO (ALTA DENSIDAD) DIAMETRO EXTERIOR 100 MM. (ESPESOR 6.60 MM.), DE 10 ATM.; INCLUYENDO PARTE PROPORCIONAL PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS (EXCEPTO VALVULAS Y MECANISMOS)	5,000	7,60	38,00
TU80PIA	Partida	ML	TUBERIA DE POLIETILENO (ALTA DENSIDAD) DIAMETRO EXTERIOR 80 MM. (ESPESOR 6.60 MM.), DE 10 ATM.; INCLUYENDO PARTE PROPORCIONAL PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS (EXCEPTO VALVULAS Y MECANISMOS)	8,160	6,20	50,59
TU50PIA	Partida	ML	TUBERIA DE POLIETILENO (ALTA DENSIDAD) DIAMETRO EXTERIOR 50 MM. (ESPESOR 6.60 MM.), DE 10 ATM.; INCLUYENDO PARTE PROPORCIONAL PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS (EXCEPTO VALVULAS Y MECANISMOS)	23,000	5,00	115,00
<b>TOTAL CAPITULO C-2: MATERIAL HIDRÁULICO</b>				<b>1,000</b>	<b>90,356,52</b>	<b>90,356,52</b>
<b>C-3</b>	<b>Capitulo</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>		<b>1,000</b>	<b>49,257,80</b>	<b>49,257,80</b>
MLOG2C	Partida	UD	DATA-LOGGER "MULTILOG SMS-V" O SIMILAR PARA CONTROL SECTORIAL, CON CARCASA DE ALEACIÓN DE ALUMINIO CON PROTECCIÓN IP-68 ANTI-INUNDACIONES, 2 CANALES DE ENTRADA (1 DIGITAL TIPO MILITAR Y 1 ANALÓGICO TIPO ESPIRAL), TRANSDUCTOR INTERNO DE PRESIÓN INCORPOR...	20,000	2,041,56	40,831,20
XCIMP	Partida	UD	CONTADOR DE IMPULSOS PARA ACOPLAR CONTADOR - DATALOGGER.	20,000	374,33	7,486,60
TSIMMV	Partida	UD	TARJETA DE COMUNICACIÓN DE VOZ TIPO SIM PARA MÓDEM GSM	20,000	47,00	940,00
<b>TOTAL CAPITULO C-3: INSTRUMENTACIÓN</b>				<b>1,000</b>	<b>49,257,80</b>	<b>49,257,80</b>
<b>C-4</b>	<b>Capitulo</b>	<b>MONTAJE Y PROGRAMACIÓN</b>		<b>1,000</b>	<b>16,923,75</b>	<b>16,923,75</b>
MOCON100	Partida	UD	MONTAJE E INSTALACIÓN DE CONTADOR TIPO WOLTMAN Ø 100, INCLUYENDO CORTE DE TUBERÍA, CONTADOR, VÁLVULAS, CABO EXTREMOS, CARRETE, REDUCCIONES, COLLARIN DE TOMA EN CARGA Y VÁLVULA DE BOLA PARA CONEXIÓN DE RÁCORD DE PRESIÓN.	7,000	531,22	3,718,54
MOCON80	Partida	UD	MONTAJE E INSTALACIÓN DE CONTADOR TIPO WOLTMAN Ø 80, INCLUYENDO CORTE DE TUBERÍA, CONTADOR, VÁLVULAS, CABOS EXTREMOS, CARRETE, REDUCCIONES, COLLARIN DE TOMA EN CARGA Y VÁLVULA DE BOLA PARA CONEXIÓN DE RÁCORD DE PRESIÓN.	13,000	469,68	6,105,84
MONV150P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 150 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	1,000	150,32	150,32
MONV80P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 80 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	17,000	81,67	1,388,39
MONV60P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 60 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	24,000	57,56	1,381,44
MONVRP150P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA REDUCTORAS DE PRESION DIAMETRO 150 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	1,000	150,32	150,32
MONVRP100P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA REDUCTORAS DE PRESION DIAMETRO 100 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	3,000	100,20	300,60
MONVRP80P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA REDUCTORAS DE PRESION DIAMETRO 80 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	12,000	81,67	980,04
MNT80	Partida	ML	MONTAJE DE TUBERÍA Ø80PE Y PARTE PROPORCIONAL DE PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS (EXCEPTO VALVULAS Y MECANISMOS). TOTALMENTE INSTALADA.	8,160	7,51	61,28
MNT50	Partida	ML	MONTAJE DE TUBERÍA Ø50PE Y PARTE PROPORCIONAL DE PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS (EXCEPTO VALVULAS Y MECANISMOS). TOTALMENTE INSTALADA.	23,000	4,66	107,18
MLOGM	Partida	UD	INSTALACIÓN DE TRANSMISOR DE IMPULSOS EN CONTADOR, ASÍ COMO PROGRAMACIÓN Y MONTAJE DE DATA-LOGGER TIPO "MULTILOG SMS-V", INCLUSO VERIFICACIÓN Y COMPROBACIÓN DE COMUNICACIONES.	20,000	128,99	2,579,80
<b>TOTAL CAPITULO C-4: MONTAJE Y PROGRAMACIÓN</b>				<b>1,000</b>	<b>16,923,75</b>	<b>16,923,75</b>

<b>C-5</b>	<b>Capitulo</b>	<b>VIARIOS</b>	<b>1,000</b>	<b>899,18</b>	<b>899,18</b>
DO02110	Partida PA	AVISO Y CERRADO DEL SERVICIO, MANIOBRANDO LAS VALVULAS NECESARIAS PARA AISLAR Y AFECTAR LA MENOR ZONA POSIBLE	1,000	676,28	676,28
VA0012	Partida UD	VACIADO DE TUBERIAS EN ZONA CERRADA	1,000	222,90	222,90
		<b>TOTAL CAPITULO C-5: VIARIOS</b>	<b>1,000</b>	<b>899,18</b>	<b>899,18</b>
<b>ESS%</b>	<b>Capitulo</b>	<b>ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>1,000</b>	<b>196,81</b>	<b>196,81</b>
ESS	Partida UD	DOTACION PARA EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	1,000	196,81	196,81
		<b>TOTAL CAPITULO ESS%: ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>1,000</b>	<b>196,81</b>	<b>196,81</b>
		<b>TOTAL SECTORIZACIÓN:</b>	<b>1,000</b>	<b>227,578,27</b>	<b>227,578,27</b>

## Presupuesto y Medición

<b>Código</b>	<b>Nc</b>	<b>Ud</b>	<b>Resumen</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
<b>SECTORIZACIÓN</b>			<b>SECTORES EN HONDON DE LAS NIEVES</b>	<b>1,000</b>	<b>20,513,77</b>	<b>20,513,77</b>
<b>C-1</b>	<b>Capitulo</b>	<b>OBRA CIVIL</b>		<b>1,000</b>	<b>4,341,85</b>	<b>4,341,85</b>
OCCONTA	Partida UD	OBRA CIVIL PARA ALOJAMIENTO DE CONTADOR EN ACERA, CONSISTENTE EN LA APERTURA DEL HUECO PARA INSTALACIÓN DE ARQUETA DE DIMENSIONES 1,20X0,80 MTS. Y ESPACIO DE TRABAJO, RELLENO DE ZANJA, RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO, ASÍ COMO RECOMPOSICIÓN DE ACERA....		1,000	2,265,69	2,265,69
OCVAL100	Partida UD	OBRA CIVIL PARA ALOJAMIENTO DE VÁLVULA DE FRONTERA HASTA Ø200 MM. EN REGISTRO DE LADRILLO DE UNAS DIMENSIONES INTERIORES DE 40X40 CM. Y PROFUNDIDAD VARIABLE		4,000	519,04	2,076,16
		<b>TOTAL CAPITULO C-1: OBRA CIVIL</b>		<b>1,000</b>	<b>4,341,85</b>	<b>4,341,85</b>
<b>C-2</b>	<b>Capitulo</b>	<b>MATERIAL HIDRÁULICO</b>		<b>1,000</b>	<b>11,682,49</b>	<b>11,682,49</b>
VC009PIA	Partida UD	VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 90 MM., INCLUIDA TORNILLERIA Y PIEZAS SUJECCION (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO).		1,000	280,30	280,30
MTCON100	Partida UD	MATERIAL PARA INSTALACIÓN DE CONTADOR TIPO WOLTMAN Ø 100, INCLUYENDO CONTADOR, VÁLVULAS, CABOS EXTREMOS, CARRETE, REDUCCIONES, COLLARIN DE TOMA EN CARGA Y VÁLVULA DE BOLA PARA CONEXIÓN DE RÁCORD DE PRESIÓN, JUNTAS Y TORNILLERÍA.		1,000	2,144,89	2,144,89
VRP150	Partida UD	VALVULA REDUCTORA DEPRESION, MEMBRANA DN 150, PN 16, PROVISTA DE MANOMETRO INDICADOR DE PRESION A LA SALIDA, TOTALMENTE INSTALADA.		1,000	3,393,20	3,393,20
VRP125	Partida UD	VALVULA REDUCTORA DEPRESION, MEMBRANA DN 125, PN 16, PROVISTA DE MANOMETRO INDICADOR DE PRESION A LA SALIDA, TOTALMENTE INSTALADA.		1,000	3,226,38	3,226,38
VRP80	Partida UD	VALVULA REDUCTORA DEPRESION, MEMBRANA DN 80, PN 16, PROVISTA DE MANOMETRO INDICADOR DE PRESION A LA SALIDA, TOTALMENTE INSTALADA.		1,000	2,637,72	2,637,72
		<b>TOTAL CAPITULO C-2: MATERIAL HIDRÁULICO</b>		<b>1,000</b>	<b>11,682,49</b>	<b>11,682,49</b>
<b>C-3</b>	<b>Capitulo</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>		<b>1,000</b>	<b>2,462,89</b>	<b>2,462,89</b>
MLOG2C	Partida UD	DATA-LOGGER "MULTILOG SMS-V" O SIMILAR PARA CONTROL SECTORIAL, CON CARCASA DE ALEACIÓN DE ALUMINIO CON PROTECCIÓN IP-68 ANTI-INUNDACIONES, 2 CANALES DE ENTRADA (1 DIGITAL TIPO MILITAR Y 1 ANALÓGICO TIPO ESPIRAL), TRANSDUCTOR INTERNO DE PRESIÓN INCORPOR...		1,000	2,041,56	2,041,56
XCIMP	Partida UD	CONTADOR DE IMPULSOS PARA ACOUPLE CONTADOR - DATALOGGER.		1,000	374,33	374,33
TSIMMV	Partida UD	TARJETA DE COMUNICACIÓN DE VOZ TIPO SIM PARA MÓDEM GSM		1,000	47,00	47,00
		<b>TOTAL CAPITULO C-3: INSTRUMENTACIÓN</b>		<b>1,000</b>	<b>2,462,89</b>	<b>2,462,89</b>
<b>C-4</b>	<b>Capitulo</b>	<b>MONTAJE Y PROGRAMACIÓN</b>		<b>1,000</b>	<b>930,55</b>	<b>930,55</b>
MOCON100	Partida UD	MONTAJE E INSTALACIÓN DE CONTADOR TIPO WOLTMAN Ø 100, INCLUYENDO CORTE DE TUBERÍA, CONTADOR, VÁLVULAS, CABO EXTREMOS, CARRETE, REDUCCIONES, COLLARIN DE TOMA EN CARGA Y VÁLVULA DE BOLA PARA CONEXIÓN DE RÁCORD DE PRESIÓN.		1,000	531,22	531,22

MONV90P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA SECTORIAL DE COMPUERTA DIAMETRO 90 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	1,000	92,14	92,14
MONVRP125P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA REDUCTORAS DE PRESION DIAMETRO 125 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	1,000	125,32	125,32
MONVRP100P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA REDUCTORAS DE PRESION DIAMETRO 100 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	1,000	100,20	100,20
MONVRP80P	Partida	UD	MONTAJE DE VALVULA REDUCTORAS DE PRESION DIAMETRO 80 MM (SOBRE TUBERIA DE POLIETILENO) Y PIEZAS DE SUJECIÓN	1,000	81,67	81,67
<b>TOTAL CAPITULO C-4: MONTAJE Y PROGRAMACIÓN</b>				<b>1,000</b>	<b>930,55</b>	<b>930,55</b>
<b>C-5</b>	<b>Capitulo</b>	<b>VARIOS</b>		<b>1,000</b>	<b>899,18</b>	<b>899,18</b>
DO02110	Partida	PA	AVISO Y CERRADO DEL SERVICIO, MANIOBRANDO LAS VALVULAS NECESARIAS PARA AISLAR Y AFECTAR LA MENOR ZONA POSIBLE	1,000	676,28	676,28
VA0012	Partida	UD	VACIADO DE TUBERIAS EN ZONA CERRADA	1,000	222,90	222,90
<b>TOTAL CAPITULO C-5: VARIOS</b>				<b>1,000</b>	<b>899,18</b>	<b>899,18</b>
<b>ESS%</b>	<b>Capitulo</b>	<b>ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD</b>		<b>1,000</b>	<b>196,81</b>	<b>196,81</b>
ESS	Partida	UD	DOTACION PARA EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	1,000	196,81	196,81
<b>TOTAL CAPITULO ESS%: ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>1,000</b>	<b>196,81</b>	<b>196,81</b>
<b>TOTAL SECTORIZACIÓN:</b>				<b>1,000</b>	<b>20,513,77</b>	<b>20,513,77</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**MÁSTER EN INGENIERIA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE**

*ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS MUNICIPIOS DE ASPE Y HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL*

*ANEXO INDICE DE IMAGENES Y TABLAS*

## **LISTA DE FIGURAS**

### **MEMORIA**

#### **CAPÍTULO 1. INTRODUCCION**

*Figura 1. Localización de Aspe y Hondón de las Nieves (Google Earth).*

#### **CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL**

*Figura 2. Foto aérea de Aspe.*

*Figura 3. Fotografía aérea Hondón de las Nieves.*

*Figura 4. Mapa de altimetría.*

*Figura 5. Distribución de cotas en Aspe.*

*Figura 6. Mapa de España distribución de temperatura y pluviometría media anual (AEMET).*

*Figura 7. Gráfica de distribución demográfico en Aspe (INE) .*

*Figura 8. Plano ordenación urbanística de Aspe.*

*Figura 9. Plano zonas verdes en Aspe.*

*Figura 10. Gráfica evolución demográfica en Hondón de las Nieves (INE).*

*Figura 11. Plano según PGOU de posibles ampliaciones urbanísticas en Hondón de las Nieves.*

*Figura 12. Plano según PGOU de clasificación de parcelas urbanísticas en Hondón de las Nieves.*

*Figura 13. Plano según PGOU de posibles ampliaciones urbanísticas en las pedanías de La Canalosa y El Rebalso.*

#### **CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DE LAS REDES DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

*Figura 14. Foto aérea localización del sistema en alta del abastecimiento de aguas.*

*Figura 15. Esquema hidráulico general del abastecimiento de aguas.*

*Figura 16. Foto aérea localización estación de bombeo de Crevillente.*

*Figura 17. Foto instalación de grupo de bombeo en la estación de bombeo de Crevillente*

*Figura 18. Esquema hidráulico del sistema de bombeo de Crevillente*

*Figura 19. Calderines en la estación de bombeo de Crevillente.*

*Figura 20. Arqueta de rotura de carga*

*Figura 21. Foto aérea de la localización del depósito de Almoladera.*

*Figura 22. Esquema hidráulico en el depósito de Almoladera*

*Figura 23. Foto del sistema de telemando instalado en el depósito de Almoladera.*

*Figura 24. Esquema hidráulico desde bombeo de Crevillente hasta depósito de Almoladera.*

*Figura 25. Foto aérea sistema de Aspe*

*Figura 26. Imagen sistema de tuberías en Aspe*

*Figura 27. Imagen sistema de tuberías en Aspe*

*Figura 28. Foto depósito de Uchell.*

*Figura 29. Alimentación a depósito de Uchell y Sepes.*

*Figura 30. Foto depósito de Sepes.*

*Figura 31. Foto de las válvulas instaladas en el interior del depósito de Sepes*

*Figura 32. Foto dosificador de hipoclorito sódico instalado en el depósito de Sepes.*

*Figura 33. Foto sistema de telecontrol instalado en el depósito de Sepes.*

- Figura 34. Distribución del porcentaje de los diferentes diámetros interiores utilizados
- Figura 35. Gráfico según la longitud (m) de tuberías instalada respecto al diámetro utilizado.
- Figura 36. Distribución de diámetros según diámetro para el abastecimiento de agua en Aspe.
- Figura 37. Distribución de diámetros según rango para el abastecimiento de agua en el casco urbano de Aspe.
- Figura 38. Localización de instalaciones suministro de agua en Hondón de las Nieves y pedanías.
- Figura 39. Imagen de la distribución de tuberías para el suministro de agua en Hondón de las Nieves y pedanías.
- Figura 40. Imagen de la distribución de tuberías para el suministro de agua en Hondón de las Nieves.
- Figura 41. Foto aljibe en Hondón de las Nieves.
- Figura 42. Situación de los depósitos, aljibe y estación de bombeo en el casco urbano de Hondón de las Nieves.
- Figura 43. Foto depósito 2 de Mayo
- Figura 44. Foto depósito Calereta
- Figura 45. Esquema hidráulico en Hondón de las Nieves .
- Figura 46. Distribución de las tuberías en Hondón de las Nieves respecto al diámetro interior utilizado.
- Figura 47. Gráfico según el longitud de tubería instalada en base a material y diámetro.
- Figura 48. Imagen de las zonas de abastecimiento de cada depósito. Depósito de Uchell (zona amarilla) y depósito Sepes (zona beige).
- Figura 49. Imagen de las zonas de abastecimiento de cada depósito. Depósito de Uchell (zona amarilla) y depósito Sepes (zona beige).
- Figura 50. Localización de las tuberías cerradas.
- Figura 51. Imagen de la bifurcación tubería que proviene de Avda Tres de Agosto y Avda de Elche.
- Figura 52. Imagen red en alta, arterial y de distribución para el abastecimiento de agua en Aspe.
- Figura 53. Imagen del primer anillo formado por una conducción de 200mm.
- Figura 54. Imagen del segundo anillo formado por una conducción de 150mm.
- Figura 55. Imágen de la red de distribución según diámetros para el abastecimiento de Aspe.
- Figura 56. Imagen de la localización de Aspe, urbanizaciones y depósitos.
- Figura 57. Imagen de las tuberías en Hondón de las Nieves.
- Figura 58. Imagen del anillo formado por diámetro de 150mm.

#### CAPITULO 4.AUDITORIA HIDRICA DEL ABASTECIMIENTO

- Figura 59. Plano situación de los contadores instalados en el abastecimiento de Aspe.
- Figura 60. Plano situación de los contadores instalados en el abastecimiento de Hondón.
- Figura 61.  $m^3$  registrado en el abastecimiento de Aspe
- Figura 62.  $m^3$  registrado en el abastecimiento de Hondón de las Nieves
- Figura 63.  $m^3$  inyectado en el abastecimiento de Aspe
- Figura 64.  $m^3$  inyectado en el abastecimiento de Hondón de las Nieves
- Figura 65. Relación entre los  $m^3$  registrados e inyectados en el abastecimiento de Aspe.
- Figura 66. Relación entre los  $m^3$  registrados e inyectados en el abastecimiento de Hondón de las Nieves.
- Figura 67. Rendimientos técnicos en el abastecimiento de Aspe.

Figura 68. Rendimientos técnicos en el abastecimiento de Hondón de las Nieves.

## CAPITULO 5. MODELO MATEMATICO DE LA RED

- Figura 69. Diagrama del flujo de la esqueletización  
Figura 70. Cartografía utilizada  
Figura 71. Vista general de la esqueletización del sistema de Aspe.  
Figura 72. Número de abonados en el abastecimiento de Aspe.  
Figura 73. Número de abonados en Hondón de las Nieves.  
Figura 74. Coeficientes de modulación según franja horaria  
Figura 75. Caudal registrado por los contadores en Aspe

## CAPITULO 6. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

- Figura 76. Balance de caudales producidos y consumidos en el sistema.  
Figura 77. Topografía del terreno de Aspe  
Figura 78. Topografía del terreno en Hondón de las Nieves.  
Figura 79. Velocidad en las tuberías del sistema de Aspe.  
Figura 80. Velocidad en las tuberías del núcleo urbano de Aspe.  
Figura 81. Porcentaje de distribución según la velocidad en hora punta (11.30).  
Figura 82. Distribución de velocidades en hora valle (03.00h)  
Figura 83. Velocidades tubería de Almoladera.  
Figura 84. Velocidades entrada y salida en el depósito de Uchell.  
Figura 85. Velocidades entrada y salida en el depósito de SEPES.  
Figura 86. Zona sur del anillo  
Figura 87. Velocidades en zona sur del anillo  
Figura 88. Zona este del anillo  
Figura 89. Velocidades en zona este del anillo  
Figura 90. Zona norte del anillo  
Figura 91. Velocidades en zona norte del anillo  
Figura 92. Zona este del anillo  
Figura 93. Velocidades en zona este del anillo.  
Figura 94. Velocidades en la tubería abastecimiento polígono y urb. Montesol.  
Figura 95. Zona con velocidades altas  
Figura 96. Tubería de distribución con altas velocidades.  
Figura 97. Velocidades en las tuberías de Hondón de las Nieves.  
Figura 98. Distribución de las velocidades en Hondón de las Nieves.  
Figura 99. Velocidades en la tubería que sale del bombeo del aljibe.  
Figura 100. Distribución de caudales en el sistema general.  
Figura 101. Distribución de caudales en el casco urbano.  
Figura 102. Distribución de caudales en el término de Hondón de las Nieves.  
Figura 103. Distribución general de pérdidas unitarias en el sistema de Aspe.  
Figura 104. Distribución de pérdidas unitarias en el casco urbano de Aspe.  
Figura 105. Distribución de presiones en Aspe.

- Figura 106. Distribución de presiones en el casco urbano de Aspe.
- Figura 107. Distribución de presiones en el nudo más desfavorable.
- Figura 108. Zona donde los nudos tienen la mayor presión
- Figura 109. Zona donde los nudos tienen la menor presión.
- Figura 110. Evolución de la presión en el nudo con la menor presión disponible.
- Figura 111. Porcentaje de la presión en el instante 11:30 h .
- Figura 112. Porcentaje de la presión en el instante 03:00 h .
- Figura 113. Distribución de presiones en Hondón de las Nieves
- Figura 114. Tiempo de permanencia a las 24h. en Aspe
- Figura 115. Tiempo de permanencia a las 24h. en Hondón de las Nieves.
- Figura 116. Rotura de la tubería que viene desde el depósito de Uchell y abastece al casco urbano de Aspe.
- Figura 117. Rotura de la tubería que viene desde el depósito de SEPES y abastece a la zona alta de Aspe.
- Figura 118. Diferentes situaciones de emergencia para el abastecimiento al término de Hondón de las Nieves.
- Figura 119. Situación del sistema (1.000 l/min) ante un incendio en Aspe.
- Figura 120. Zona más vulnerable ante respuesta del sistema en situación de incendio, imagen de la izquierda (1.000l/min),imagen de la derecha (500l/min).
- Figura 121. Situación de incendio (500 l/min) en el núcleo urbano de Hondón de las Nieves.
- Figura 122. Situación de incendio (1.000 l/min) en la urbanización La Montañosa.
- Figura 123. Situación de incendio (500l/min) en La Canalosa.

## CAPITULO 7. PROPUESTA DE MEJORAS

- Figura 124. Distribución espacial de consumos no registrados en un abastecimiento de agua.
- Figura 125. Balance hídrico.
- Figura 126. Interacción entre actividades.
- Figura 127. Prelocalizador marca Sewerin.
- Figura 128. Datos registrados de caudal y presión a lo largo del tiempo.
- Figura 129. Imagen. Dataloggers tipo a instalar en los contadores sectoriales
- Figura 130. Evolución de las fugas (R.Cobacho).
- Figura 131. Sectorización propuesta para Aspe
- Figura 132. Límites del sector 1.
- Figura 133. Sectorización en Hondón de las Nieves.
- Figura 134. Características de los parámetros en los depósitos antes y después de la sectorización.
- Figura 135. Curva de oscilación vaciado - llenado en el depósito Uchell.
- Figura 136. Curva de oscilación vaciado - llenado en el depósito Sepes.
- Figura 137. Curva de oscilación vaciado - llenado en el depósito La Alcaná.
- Figura 138. Leyes de control para realizar el arranque y parada de las bombas en Hondón.
- Figura 139. Gráfica del caudal bombeado desde Almoladera hacia Hondón.
- Figura 140. Gráfica del caudal bombeado desde pozo La Solana.
- Figura 141. Llenado depósito Aljibe.
- Figura 142. Llenado depósitos (2 de Mayo y Calereta).
- Figura 143. Llenado depósito La Solana

- Figura 144. Llenado depósito La Canalosa.  
Figura 145. Llenado depósito La Montañosa.  
Figura 146. Válvula reguladora de presión de la marca Bermad  
Figura 147. Funcionamiento de las VRPs modelo 700 de la marca Bermad  
Figura 148. Zonas de cavitación según presiones y velocidades  
Figura 149. Instalación en paralelo de la VRPs a la entrada del sector  
Figura 150. Presiones a las 11:30 h en Aspe.  
Figura 151. Distribución de presiones en hora punta (11:30 h) en Aspe.  
Figura 152. Presiones en el sistema de Hondón de las Nieves para el instante 1:00 h.  
Figura 153. Presiones en el sistema de Hondón de las Nieves para el instante 11.30 h.  
Figura 154. Distribución de presiones en hora punta (11.30h.) en Hondón de las Nieves.

### ANEXO CONFECCION DEL MODELO

- Figura 1. Componentes físicos en un sistema de distribución de agua.  
Figura 2. Esquema a seguir en la confección del modelo  
Figura 3. Diagrama del flujo de la esqueletización  
Figura 4. Cartografía utilizada  
Figura 5. Vista general de la esqueletización del sistema de Aspe.  
Figura 6. Vista de la esqueletización del casco urbano de Aspe.  
Figura 7. Diálogo de opciones de importación de GisRED.  
Figura 8. Esquema general del sistema detallando puntos de consumo o conexión y tuberías en GisRED.  
Figura 9. Esquema general del sistema detallando el callejero en GisRED.  
Figura 10. Cuadro de diálogo de verificación de información en GisRED.  
Figura 11. Cuadro de diálogo de verificación de errores en GisRED.  
Figura 12. Cuadro de diálogo de conectividad en GisRED.  
Figura 13. Conectividad de nuestra red de Aspe en GisRED.  
Figura 14. Interpolación de nuestra red de Aspe en GisRED.  
Figura 15. Coeficientes de modulación según franja horaria  
Figura 16. Distribución de demandas según nudos en GisRED.  
Figura 17. Cuadro de diálogo para la exportación a Epanet en GisRED.  
Figura 18. Red de abastecimiento de Aspe en Epanet.  
Figura 19. Red de abastecimiento de Hondón de las Nieves en Epanet.

### ANEXO DESCRIPCION DE PEDANIAS

- Figura 1. Imágen de la conexión para el suministro de La Alcana.  
Figura 2. Imágen de la red de tuberías en La Alcana.  
Figura 3. Imágen de la conexión para el suministro de la urbanización San Isidro.  
Figura 4. Imágen de la red de tuberías en la urbanización San Isidro.  
Figura 5. Imágen de la conexión para el suministro de la urbanización Santa Elena.  
Figura 6. Imágen de la red de tuberías en la urbanización Santa Elena.  
Figura 7. Imágen punto de conexión y entrada en la urbanización La Columna

- Figura 8. *Imágen punto de conexión y entrada en la urbanización La Columna Urbanización Montesol*
- Figura 9. *Imagen de la conexión para la urbanización Montesol.*
- Figura 10. *Imagen de la red de distribución para la urbanización Montesol.*
- Figura 11. *Imágen de la conexión para el polígono Tres Hermanas.*
- Figura 12. *Plano de la distribución de las tuberías en el polígono Tres Hermanas*
- Figura 13. *Pozo de la Solana.*
- Figura 14. *Instalación del bombeo en el pozo de la Solana.*
- Figura 15. *Esquema hidráulico del depósito de la Canalosa y pozo Solana.*
- Figura 16. *Depósito de la Canalosa*
- Figura 17. *Sistema de cloración en el depósito de la Canalosa*
- Figura 18. *Instalación para el suministro eléctrico.*
- Figura 19. *Distribución en la pedanía de Canalosa.*
- Figura 20. *Distribución de tuberías en la pedanía de Canalosa.*
- Figura 21. *Sistema hidráulico en el pozo de Canalosa.*
- Figura 22. *Distribución en la pedanía de Canalosa.*
- Figura 23. *Distribución de tuberías en la pedanía de Canalosa.*
- Figura 24. *Depósitos que abastecen a la urbanización La Montañosa y detalles de la conexión entre ellos.*
- Figura 25. *Distribución de las tuberías en la urbanización La Montañosa*

## **ANEXO ORDENACION URBANISTICA ASPE**

- Figura 1. *Plano ordenación urbanística de Aspe.*
- Figura 2. *Plano con la ubicación de las principales vías de acceso y tránsito en Aspe.*
- Figura 3. *Plano zonas verdes en Aspe.*

## **ANEXO SECTORIZACION**

- Figura 1. *Evolución de las fugas.*
- Figura 2. *Localización sectores en el casco urbano de Aspe*
- Figura 3. *Límites del sector 1*
- Figura 4. *Límites del sector 2*
- Figura 5. *Límites del sector 3*
- Figura 6. *Límites del sector 4*
- Figura 7. *Límites del sector 5*
- Figura 8. *Límites del sector 6*
- Figura 9. *Límites del sector 7*
- Figura 10. *Límites del sector 8*
- Figura 11. *Límites del sector 9*
- Figura 12. *Límites del sector 10*
- Figura 13. *Límites del sector 11*
- Figura 14. *Límites del sector 12*
- Figura 15. *Límites del sector 13*
- Figura 16. *Límites del sector 14*

- Figura 1. Límites del sector 15
- Figura 2. Límites del sector 16
- Figura 3. Límites del sector 17
- Figura 4. Límites del sector 18
- Figura 5. Límites del sector 19
- Figura 6. Sectorización en Hondón de las Nieves.
- Figura 7. Límites del sector Hondón de las Nieves.
- Figura 8. Límites del sector Solana.
- Figura 9. Límites del sector Montañosa.
- Figura 10. Límites del sector Canalosa - Rebalso.

### **ANEXO TRAMOS PROBLEMATICOS**

- Figura 1. Imagen de la ramificación no mallada entre calle Capitán y calle Isaac Albéniz.
- Figura 2. Imagen de la ramificación no mallada en la Avda. El Cantal.
- Figura 3. Imagen de la ramificación no mallada entre la calle Ruperto Chapi y calle Isaac Albéniz.
- Figura 4. Imagen de la ramificación no mallada entre la calle Santa Rita y calle Tirso de Molina.
- Figura 5. Imagen del tapón ciego que existe en la calle Gran Capitán.
- Figura 6. Imagen del tapón ciego que existe en la calle Petrer.

---

## **LISTA DE TABLAS**

### **MEMORIA**

#### **CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL**

- Tabla 1. *Areas urbanizables según residenciales.*  
Tabla 2. *Número de viviendas según localización.*

#### **CAPITULO 3. DESCRIPCION DE LAS REDES DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

- Tabla 3. *Características del bombeo de Crevillente.*  
Tabla 4. *Tabla de los elementos instalados en la sala de bombeo de Crevillente.*  
Tabla 5. *Características grupos de bombeos*  
Tabla 6. *Características de las tuberías principales*  
Tabla 7. *Características de los depósitos*  
Tabla 8. *Características de los caudalímetros instalados*  
Tabla 9. *Características grupos de bombeos*  
Tabla 10. *Características de las tuberías principales*  
Tabla 11. *Características de los depósitos*  
Tabla 12. *Características del pozo existente*  
Tabla 13. *Características de los caudalímetros instalados*  
Tabla 14. *Longitud de tuberías según diámetros.*  
Tabla 15. *Características de los bombeos*  
Tabla 16. *Características de las tuberías principales*  
Tabla 17. *Características de los depósitos*  
Tabla 18. *Características de los pozos existentes*  
Tabla 19. *Características de los caudalímetros instalados*  
Tabla 20. *Longitud de tuberías según diámetros.*  
Tabla 21. *Relación de tuberías y válvulas delimitadoras de zona.*

---

#### CAPITULO 4. AUDITORIA HIDRICA DEL ABASTECIMIENTO

- Tabla 22. *Listado de contadores instalados en Aspe.*
- Tabla 23. *Lista de contadores instalados en Hondón de las Nieves*
- Tabla 24. *Volumen del agua registrada en Aspe.*
- Tabla 25. *Volumen del agua registrada en Hondón de las Nieves).*
- Tabla 26. *Volumen del agua registrada en 2013.*
- Tabla 27. *Volumen inyectado desde los diferentes puntos de suministro a las dos poblaciones.*
- Tabla 28. *Volumen anual registrado en los contadores instalados en Aspe.*
- Tabla 29. *Volumen de agua registrada y facturada.*
- Tabla 30. *m<sup>3</sup> de agua inyectados en Hondón de las nieves*
- Tabla 31. *m<sup>3</sup> registrados y facturados en Hondón de las Nieves.*

#### CAPITULO 5. MODELO MATEMATICO DE LA RED

- Tabla 32. *Evolución del número de abonados en Aspe.*
- Tabla 33. *Evolución del número de abonados en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 34. *Dotación diaria para Aspe.*
- Tabla 35. *Dotación diaria para Hondón de las Nieves.*
- Tabla 36. *Coefficientes de modulación según franja horaria.*
- Tabla 37. *Coefficientes de modulación según franja horaria*
- Tabla 38. *Registros de presiones en Aspe.*
- Tabla 39. *Registro de presiones en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 40. *Relación entre caudales en Aspe.*
- Tabla 41. *Datos de partida en Aspe.*
- Tabla 42. *Caudales desde el pozo La Solana en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 43. *Caudales desde el depósito de Almoladera en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 44. *Datos de partida en Aspe*

#### CAPITULO 6. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

- Tabla 45. *Diferencias de cotas en las urbanizaciones pertenecientes a Aspe*
- Tabla 46. *Diferencias de cotas en las diferentes zonas de Hondón de las Nieves.*

#### CAPITULO 7. PRPUESTA DE MEJORAS

- 
- Tabla 47. *Datos característicos del sector 1*
- Tabla 48. *Datos característicos de cada sector en Aspe.*
- Tabla 49. *Datos característicos en cada sector en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 50. *Datos característicos de las bombas instaladas en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 51. *Datos de inyección de caudal según las distintas fuentes en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 52. *Datos de funcionamiento de las bombas en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 53. *Datos de los niveles y válvulas en los depósitos.*
- Tabla 54. *Características de las VSP instaladas en cada sector en Aspe.*
- Tabla 55. *Características de las VRP instaladas en Hondón de las Nieves.*

## CAPITULO 8. VALORACION ECONOMICA

- Tabla 56. *Presupuesto realización sectorización para Aspe.*
- Tabla 57. *Presupuesto realización sectorización para Hondón de las Nieves.*
- Tabla 58. *Pérdidas económicas por m<sup>3</sup> fugado al año*
- Tabla 59. *Ahorro según disminución del caudal fugado para Aspe.*
- Tabla 60. *Ahorro según disminución del caudal fugado para Hondón de las Nieves.*

## ANEXO CONFECCION DEL MODELO

- Tabla 1. *Consumos distribuidos por calles en el término de Aspe.*
- Tabla 2. *Coeficientes de modulación según franja horaria.*
- Tabla 3. *Registros de presiones en Aspe.*
- Tabla 4. *Registro de presiones en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 5. *Relación entre caudales en Aspe.*
- Tabla 6. *Datos de partida en Aspe.*
- Tabla 7. *Caudales desde el pozo La Solana en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 8. *Caudales desde el depósito de Almoladera en Hondón de las Nieves.*
- Tabla 9. *Datos de partida en Aspe*

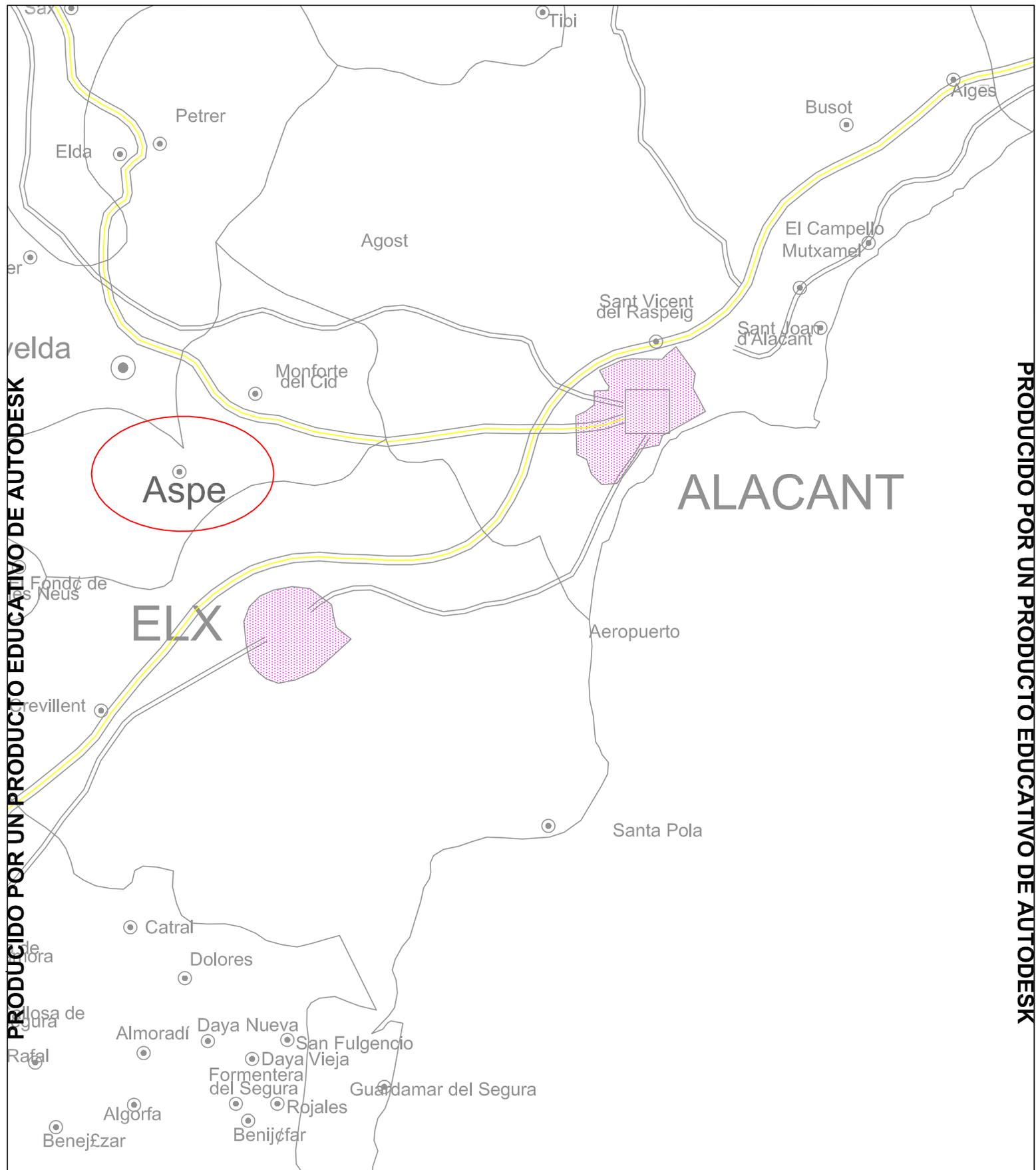
## ANEXO ORDENACION URBANISTICA ASPE

- Tabla 1. *Zona totalmente urbanizada*
- Tabla 2. *Zona parcialmente urbanizada*
- Tabla 3. *Zona de próxima ejecución*
- Tabla 4. *Futuras zonas urbanizables*
- Tabla 5. *Posible construcción de viviendas según zona*
- Tabla 6. *Zonas destinadas a uso terciario*
- Tabla 7. *Número de viviendas de futura construcción.*

---

**ANEXO SECTORIZACION**

Tabla 1.	<i>Datos sector 1</i>
Tabla 2.	<i>Datos sector 2</i>
Tabla 3.	<i>Datos sector 3</i>
Tabla 4.	<i>Datos sector 4</i>
Tabla 5.	<i>Datos sector 5</i>
Tabla 6.	<i>Datos sector 6</i>
Tabla 7.	<i>Datos sector 7</i>
Tabla 8.	<i>Datos sector 8</i>
Tabla 9.	<i>Datos sector 9</i>
Tabla 10.	<i>Datos sector 10</i>
Tabla 11.	<i>Datos sector 11</i>
Tabla 12.	<i>Datos sector 12</i>
Tabla 13.	<i>Datos sector 13</i>
Tabla 14.	<i>Datos sector 14</i>
Tabla 15.	<i>Datos sector 15</i>
Tabla 16.	<i>Datos sector 16</i>
Tabla 17.	<i>Datos sector 17</i>
Tabla 18.	<i>Datos sector 18</i>
Tabla 19.	<i>Datos sector 19</i>
Tabla 20.	<i>Datos del sector Hondón de las Nieves.</i>
Tabla 21.	<i>Datos del sector Solana.</i>
Tabla 22.	<i>Datos del sector Montañosa.</i>
Tabla 23.	<i>Datos del sector Canalosa - Rebalso.</i>



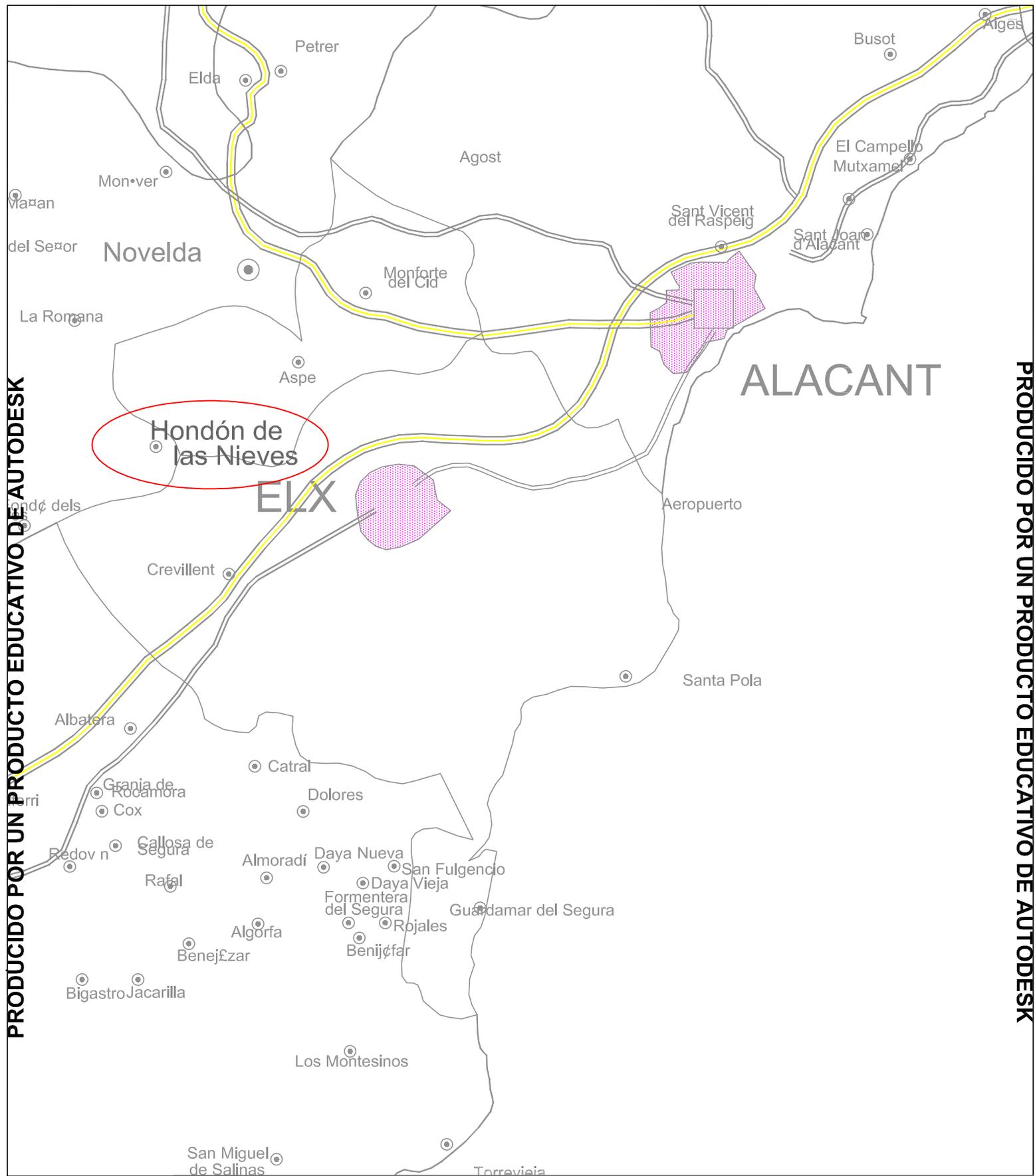
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

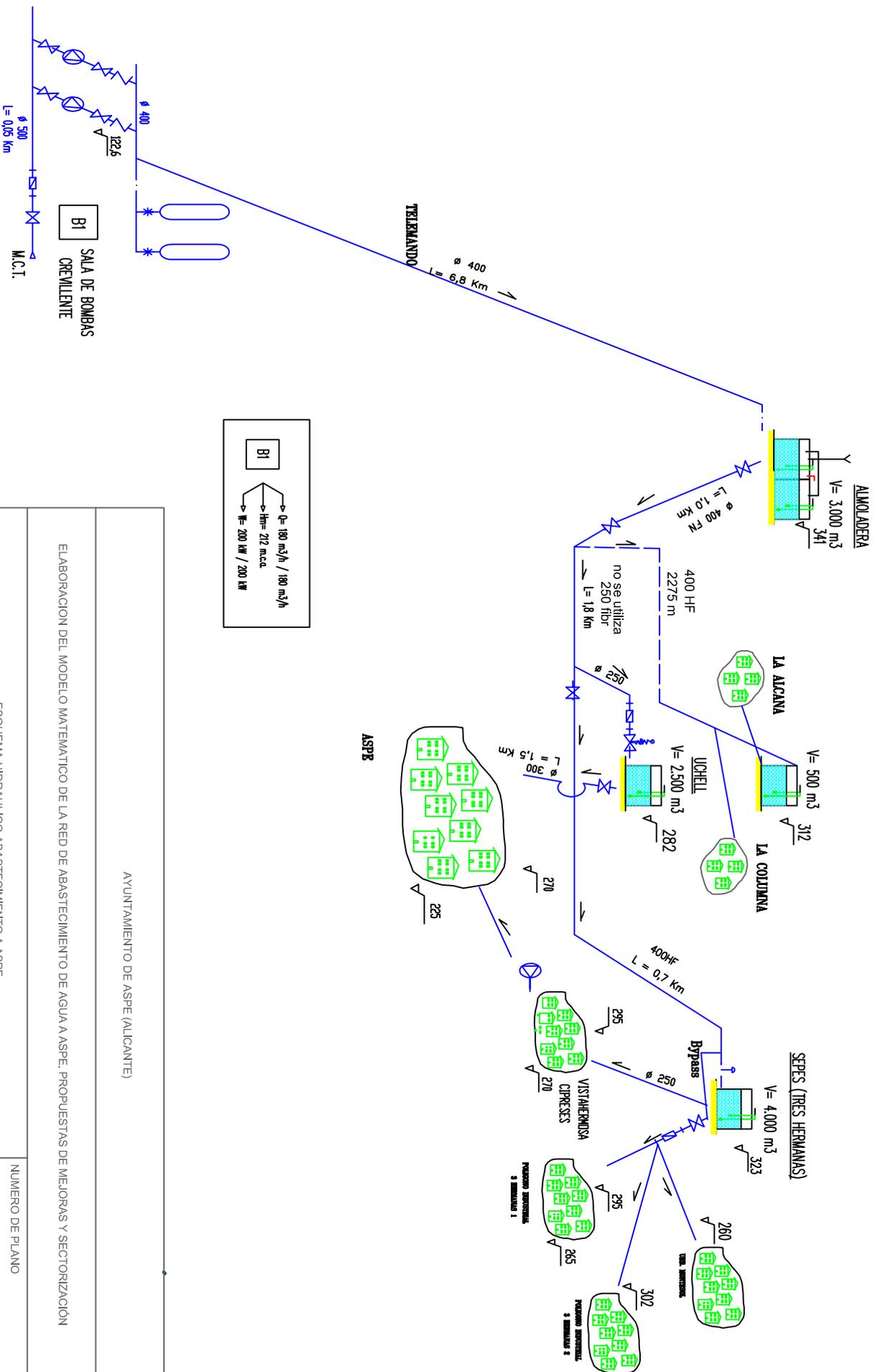
AYUNTAMIENTO DE ASPE (ALICANTE)		
ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION		
SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	NUMERO DE PLANO	
 GRUPO AGUA Y AIRE	AUTOR DEL PROYECTO	ESCALA
ANTONIO GONZALEZ SUAREZ		Sin escala
1 de Septiembre de 2014		FECHA

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

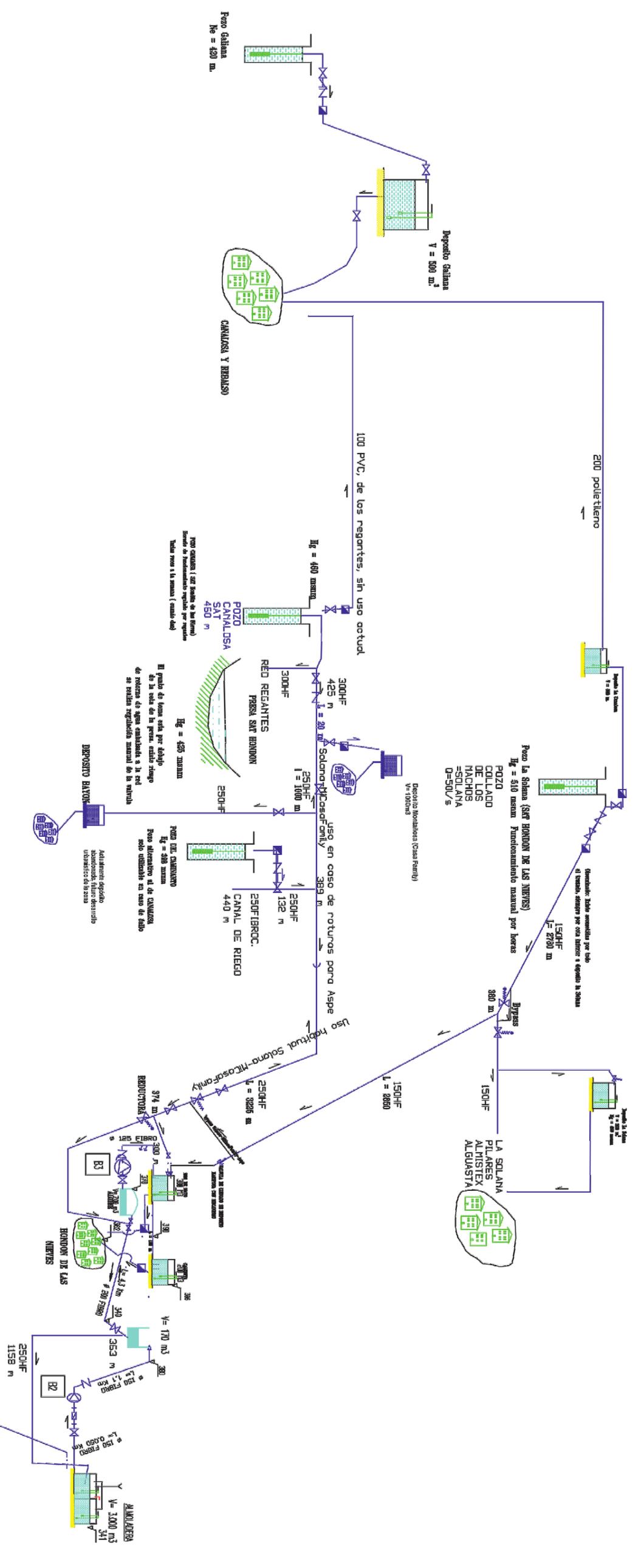


AYUNTAMIENTO DE HONDÓN DE LAS NIEVES (ALICANTE)		
ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HONDÓN DE LAS NIEVES. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACIÓN		
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		NÚMERO DE PLANO 7
 GRUPO TECNICO DE INGENIERIA	AUTOR DEL PROYECTO JUAN ANTONIO CRAGERA RUBIO	ESCALA Escala 1:10.000
		FECHA 1 de Septiembre de 2014



DOTACION MAX. = 1 l/m<sup>2</sup>/año  
Hg = 122,6 msnm

AYUNTAMIENTO DE ASPE (ALICANTE)	
ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION	
ESQUEMA HIDRAULICO ABASTECIMIENTO A ASPE	
NUMERO DE PLANO	6
AUTOR DEL PROYECTO	ESCALA
TONIO GRAGERA RUBIO	Sin escala
FECHA	1 de Septiembre de 2014



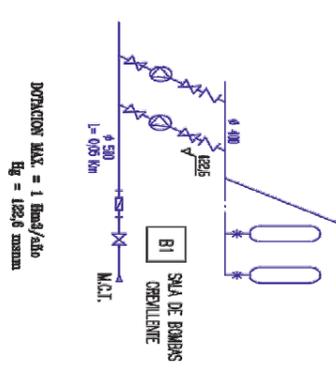
AYUNTAMIENTO DE ASPE (ALICANTE)

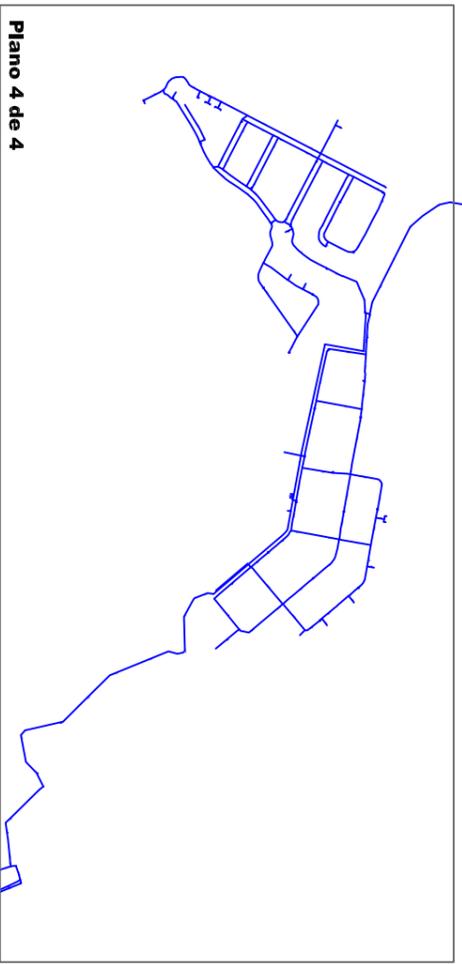
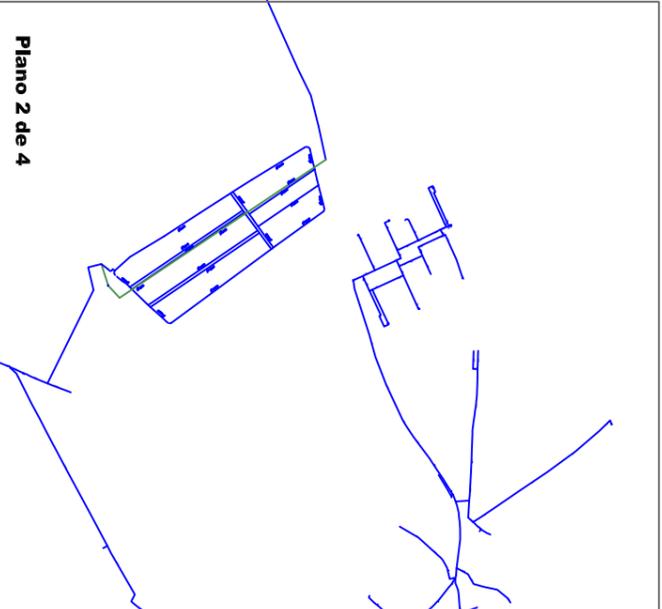
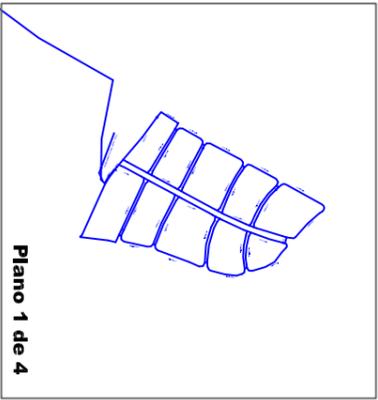
ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION

ESQUEMA HIDRAULICO DE HONDON DE LAS NIEVES

GRUPO AGUAS DE VALENCIA	AUTOR DEL PROYECTO JUAN ANTONIO GRAGERA RUBIO	FECHA SE
NUMERO DE PLANO 11		ESCALA SE

B1	100 m <sup>3</sup> /h / 180 m <sup>3</sup> /h 22 mca. 200 m / 200 m
B2	65 m <sup>3</sup> /h 15 mca. 15 m
B3	100 m <sup>3</sup> /h 15 mca. 15 m

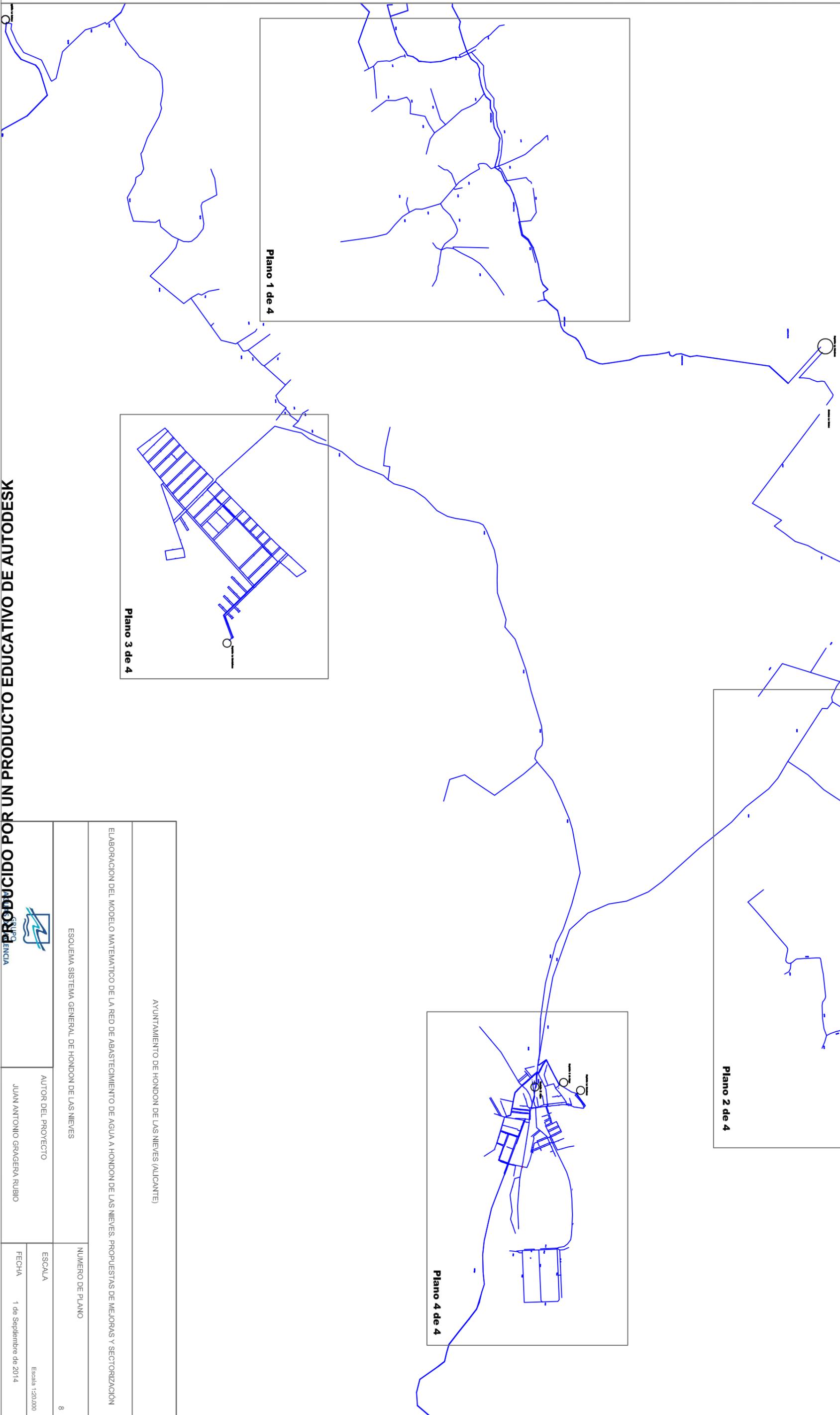
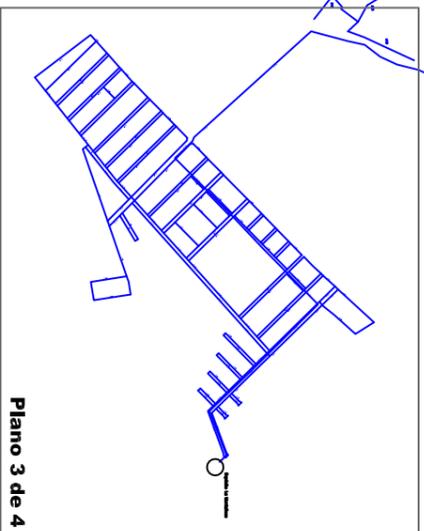
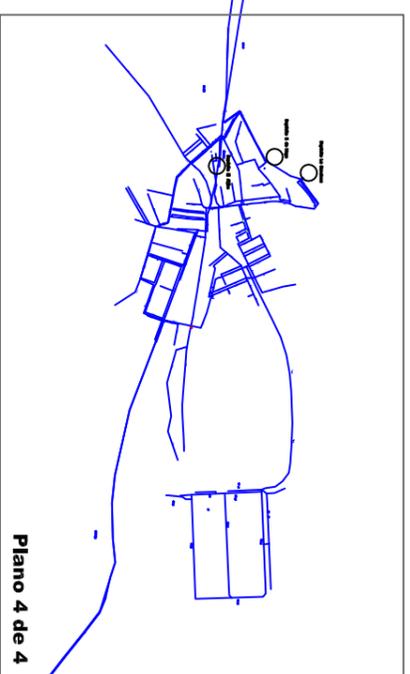
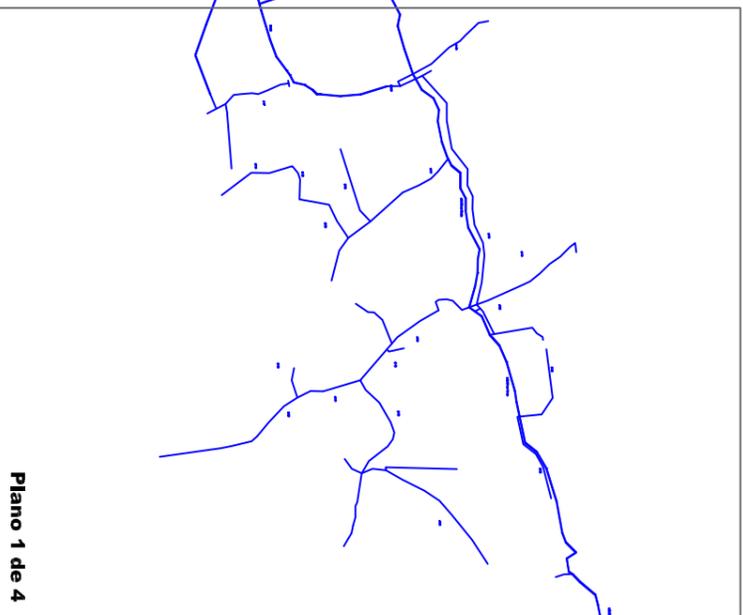
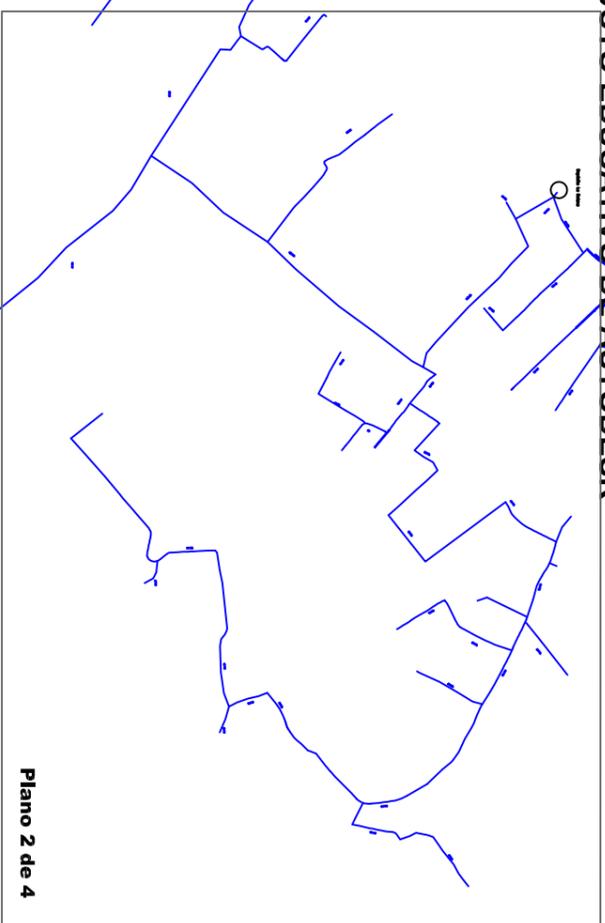




AYUNTAMIENTO DE ASPE (ALICANTE)		AYUNTAMIENTO DE ASPE (ALICANTE)	
ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION			
SITUACION Y EMPLAZAMIENTO		NUMERO DE PLANO	
GRUPO VALENCIA		2	
AUTOR DEL PROYECTO		ESCALA	
JUAN ANTONIO GRAGERA RUBIO		Escala 1:20.000	
FECHA		1 de Septiembre de 2014	



GRUPO VALENCIA



AYUNTAMIENTO DE HONDON DE LAS NIEVES (ALICANTE)

ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HONDON DE LAS NIEVES. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION

ESQUEMA SISTEMA GENERAL DE HONDON DE LAS NIEVES

NUMERO DE PLANO

8



GRUPO INGENIERIA

AUTOR DEL PROYECTO

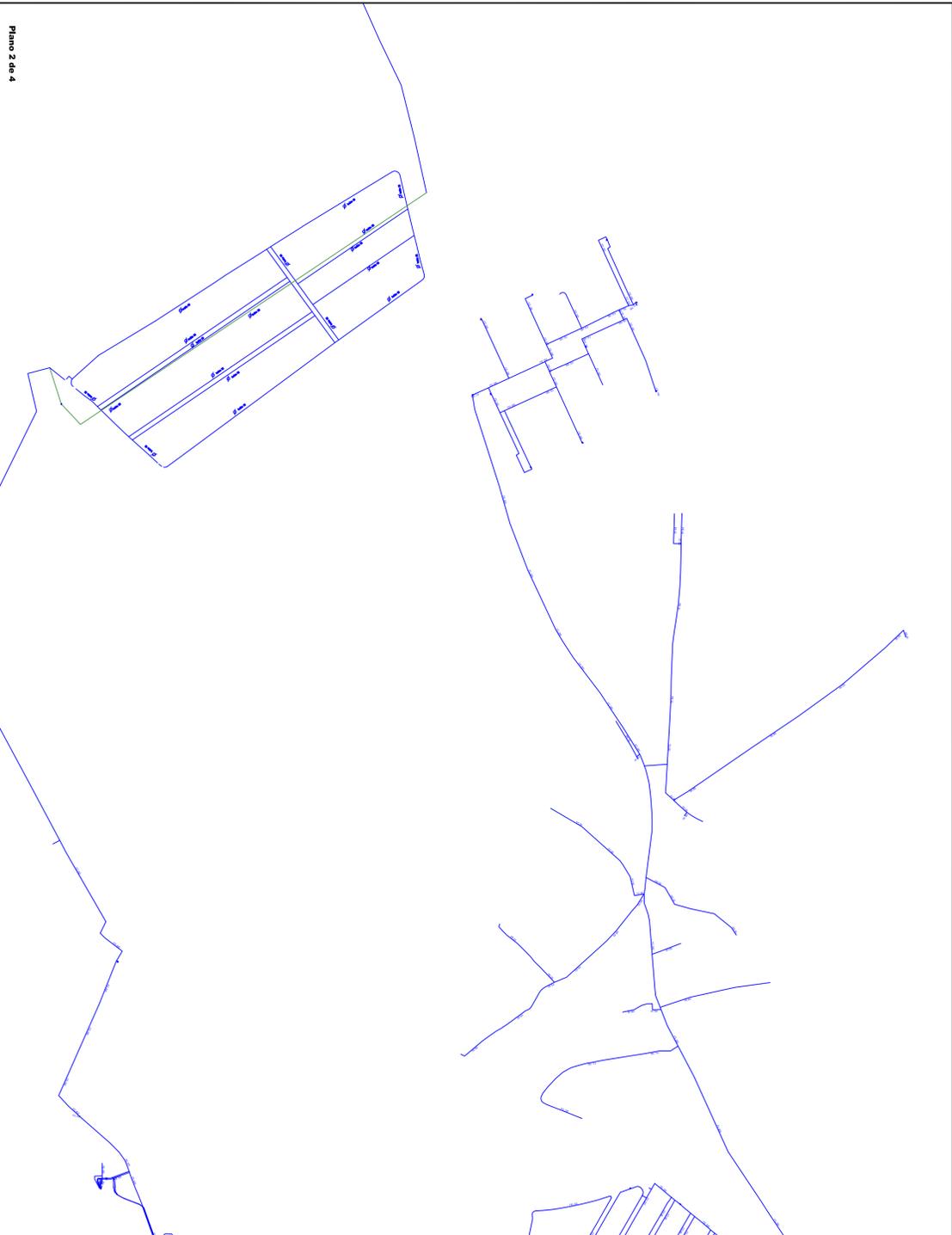
JUAN ANTONIO GRAGERA RUBIO

ESCALA

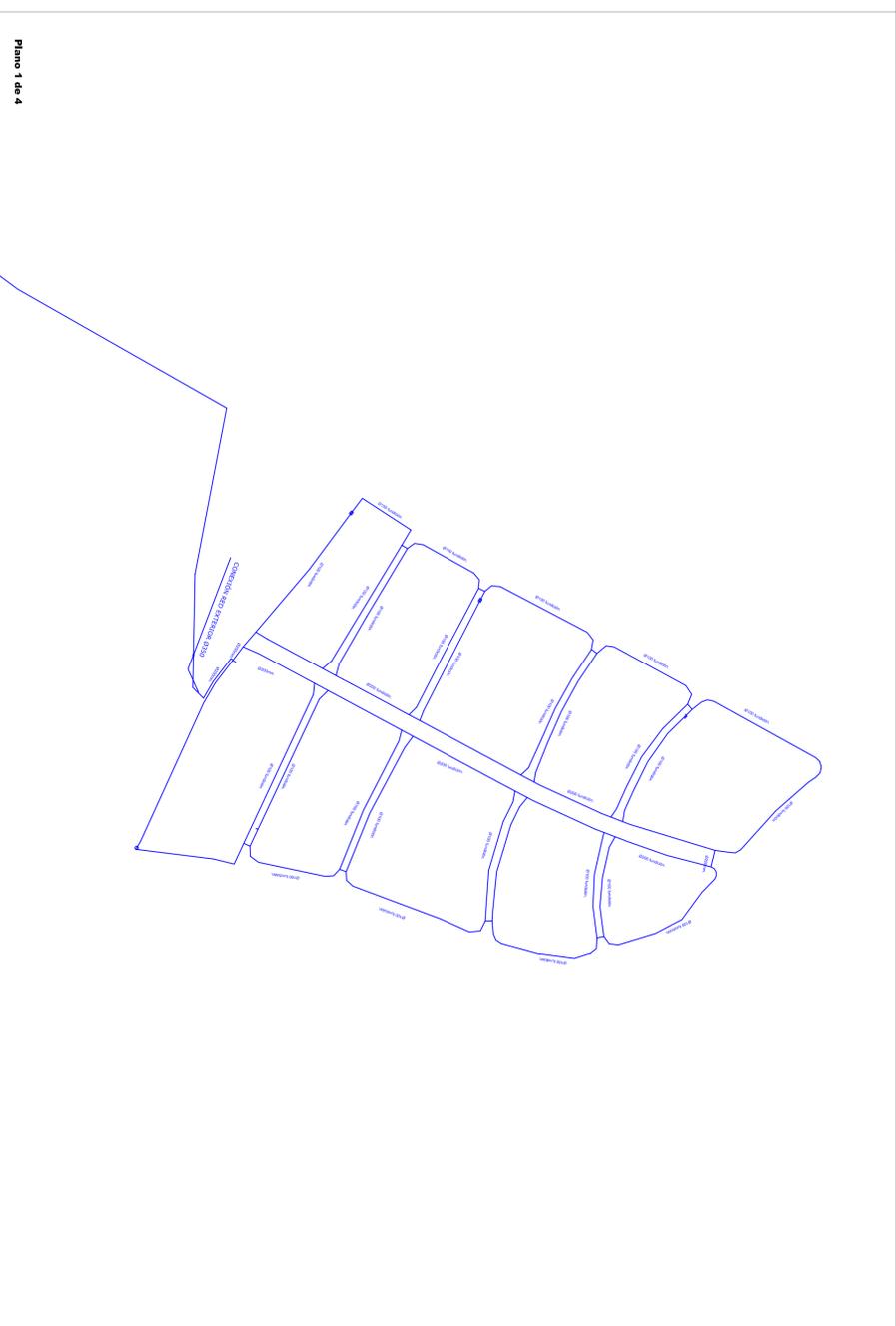
Escala 1:20,000

FECHA

1 de Septiembre de 2014



Plano 2 de 4



Plano 1 de 4

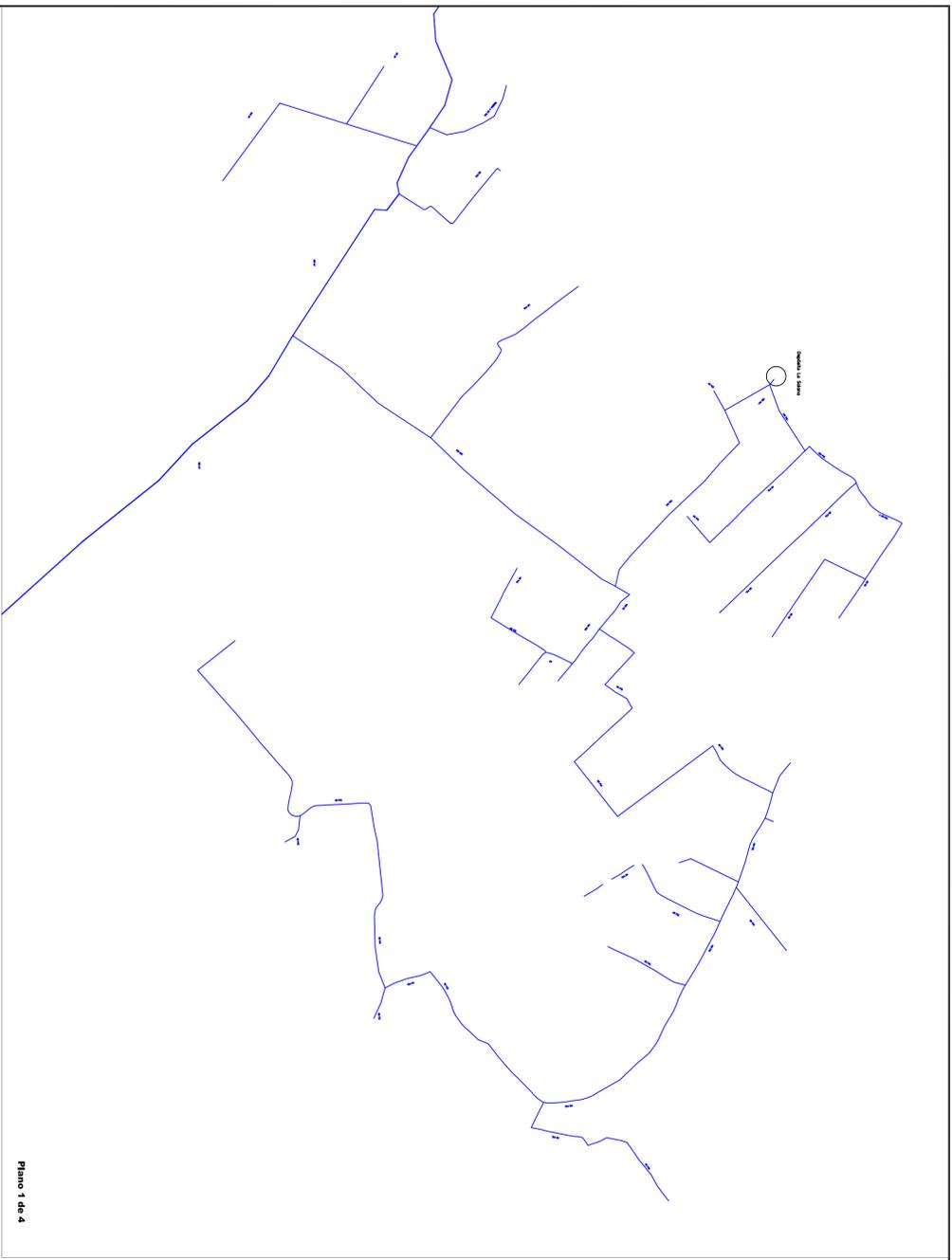


Plano 4 de 4

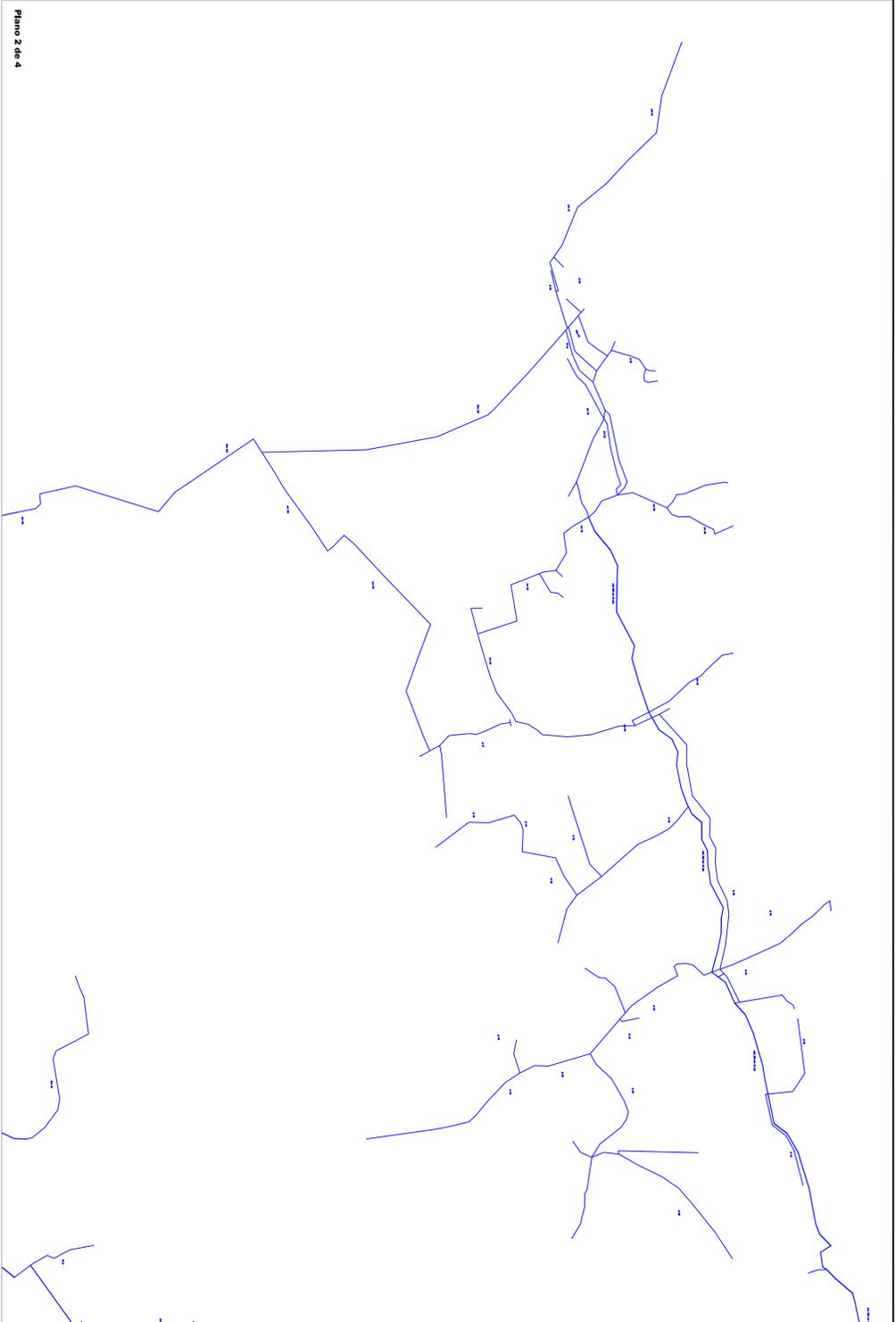
AYUNTAMIENTO DE ASPE (ALCAÑITE)			
ELABORACION DEL MODELO MANTENIDO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROPUESTAS DE MEDIDAS Y SECTORIZACION			
URBANIZACIONES Y POSICION INDUSTRIAL DE ASPE		NUMERO DE PLANO	
AUTOR DEL PROYECTO		ESCALA	
JUAN ANTONIO GARCERA RUBIO		FECHA	
AGUA SANEAMIENTO		1 de Septiembre de 2014	



AYUNTAMIENTO DE ASPE (INCANTE)	
ELABORACION DEL MODELO MATRICADO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROYECTOS DE MEJORAS Y RECTORIZACION	
NUMERO DE PLANO	4
ESCALA	1:5000
FECHA	1 de Septiembre de 2014
Cusco Urbano de Aspe	
AUTOR DEL PROYECTO	JUAN ANTONIO GRANGERIA RUBIO
AGUAS DE SULLANA	



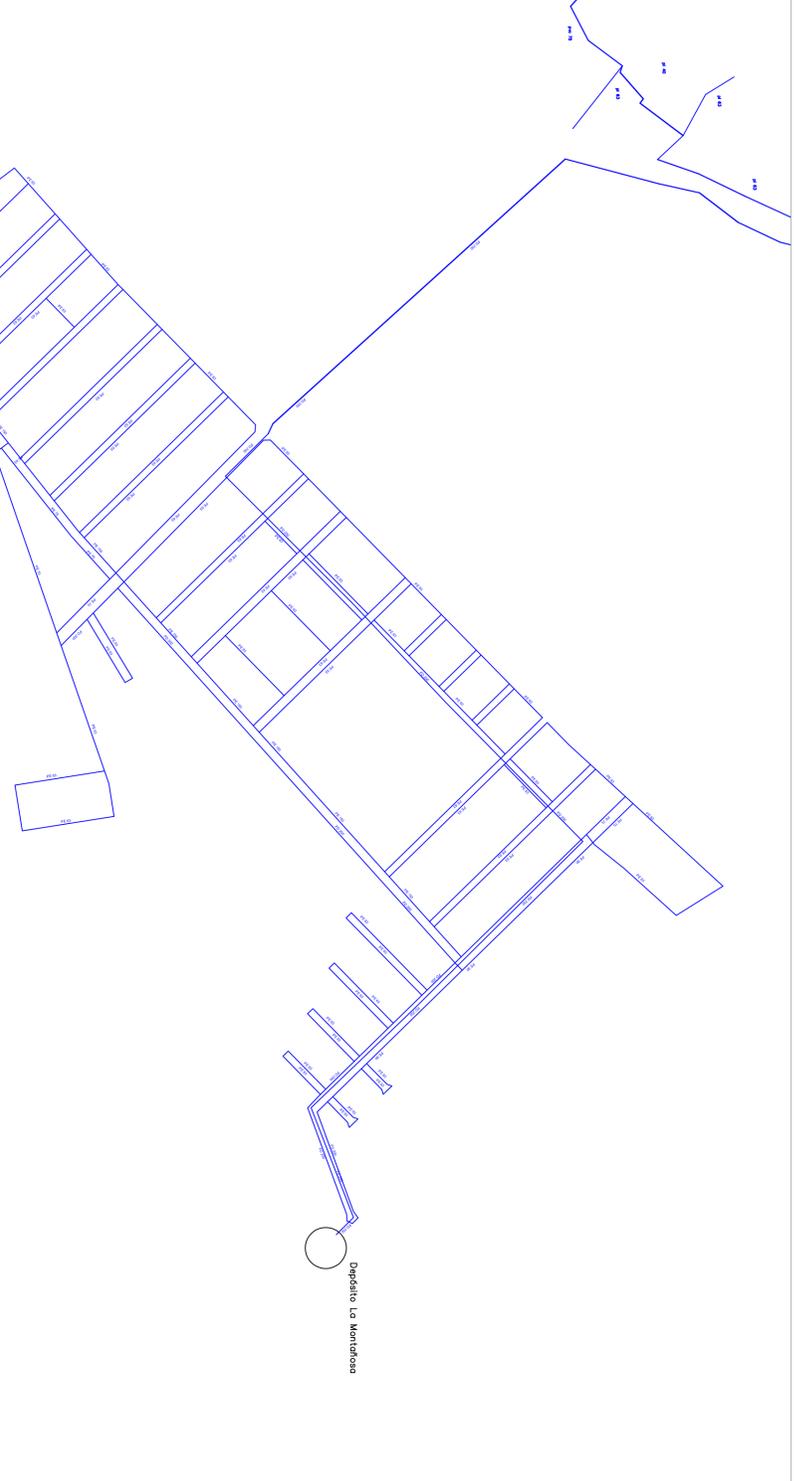
Plano 1 de 4



Plano 2 de 4



Plano 3 de 4



Plano 4 de 4

AVANZAMIENTO DE HONOR DE LAS MESES AJUNTANTE	
ELABORACION DEL MODELO AVANZADO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HONOR DE LAS MESES, PROYECTO DE MEDIDAS Y RECONSTRUCCION	
DETALLES DE LOS SECCIONES	NUMERO DE PLANO
AUTOR DEL PROYECTO	ESCALA
JUAN ANTONIO SANCHEZ VARGAS	FECHA
	1 de Septiembre de 2013
	Hoja 14/20
AGUAS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ	

LEYENDA

- SECTOR 1
- SECTOR 2
- SECTOR 3
- SECTOR 4
- SECTOR 5
- SECTOR 6
- SECTOR 7
- SECTOR 8
- SECTOR 9
- SECTOR 10
- SECTOR 11
- SECTOR 12
- SECTOR 13
- SECTOR 14
- SECTOR 15
- SECTOR 16
- SECTOR 17
- SECTOR 18
- Tuberías arteriales o fuera de sectores.



AYUNTAMIENTO DE ASPE (Alicante)

ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A ASPE. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION

SECTORIZACION DE ASPE (ZONA DE SECTORIZACION)	NUMERO DE PLANO
	5



GRUPO VALENCIA

AUTOR DEL PROYECTO

JUAN ANTONIO GRAGERA RUBIO

ESCALA

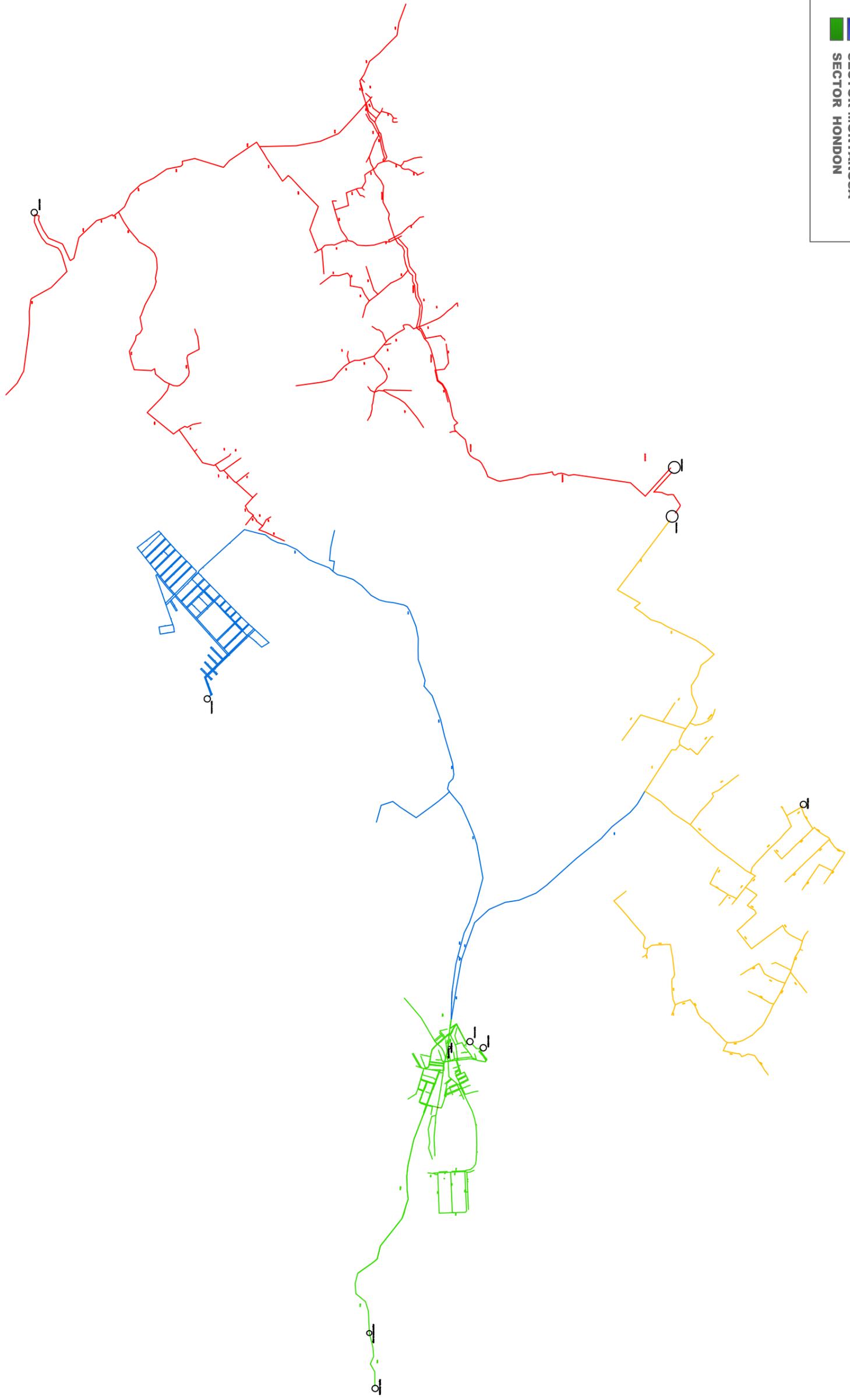
Escala: 1:10,000

FECHA

1 de Septiembre de 2014

LEYENDA

	SECTOR LA CANALOSA
	SECTOR LA SOLANA
	SECTOR MONTAÑOSA
	SECTOR HONDON



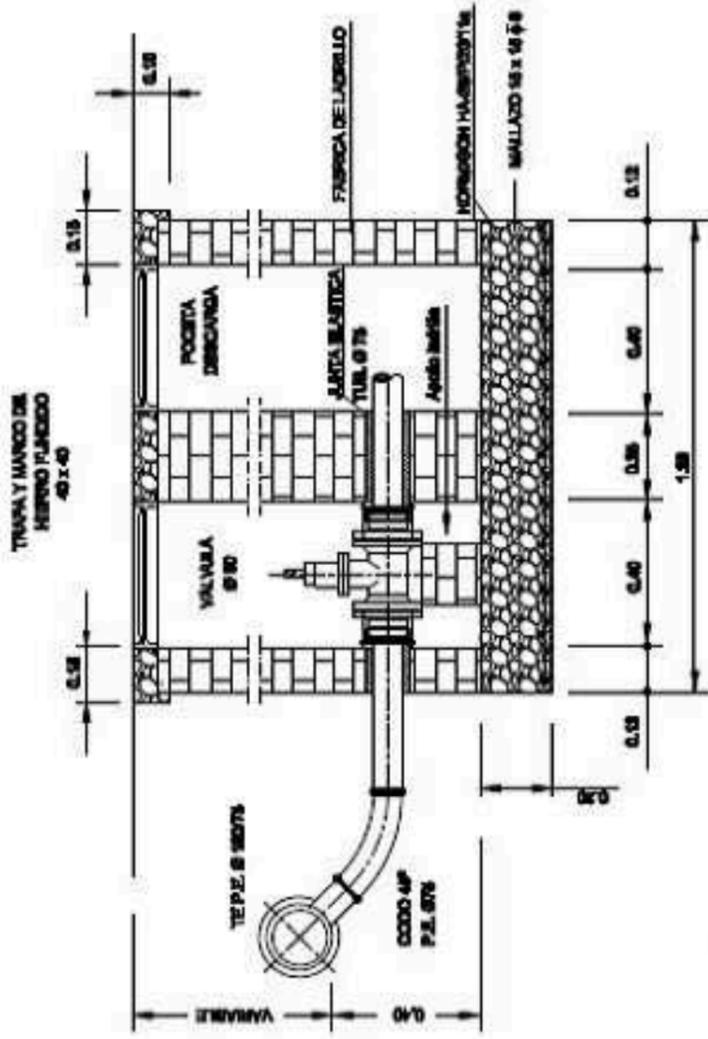
AYUNTAMIENTO DE HONDON DE LAS NIEVES (ALICANTE)

ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HONDON DE LAS NIEVES. PROPUESTAS DE MEJORAS Y SECTORIZACION

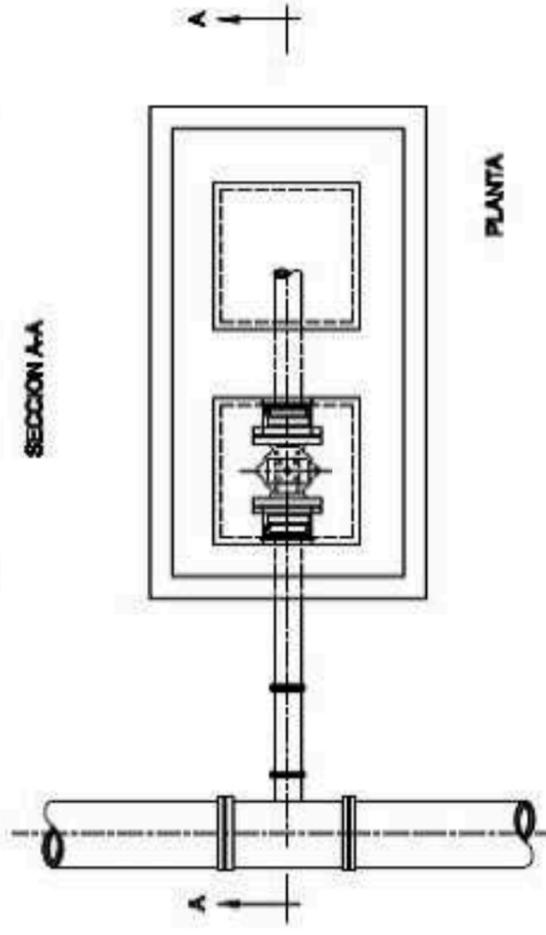
SECTORIZACION		NUMERO DE PLANO
AUTOR DEL PROYECTO		ESCALA
FECHA		10
GRUPO		ESCALA 1:300,000
ALICANTE VALENCIA		1 de Septiembre de 2014
JUAN ANTONIO GRAGERA RUBIO		



ARQUETA DEBAGUE Ø 60 EN ACERA

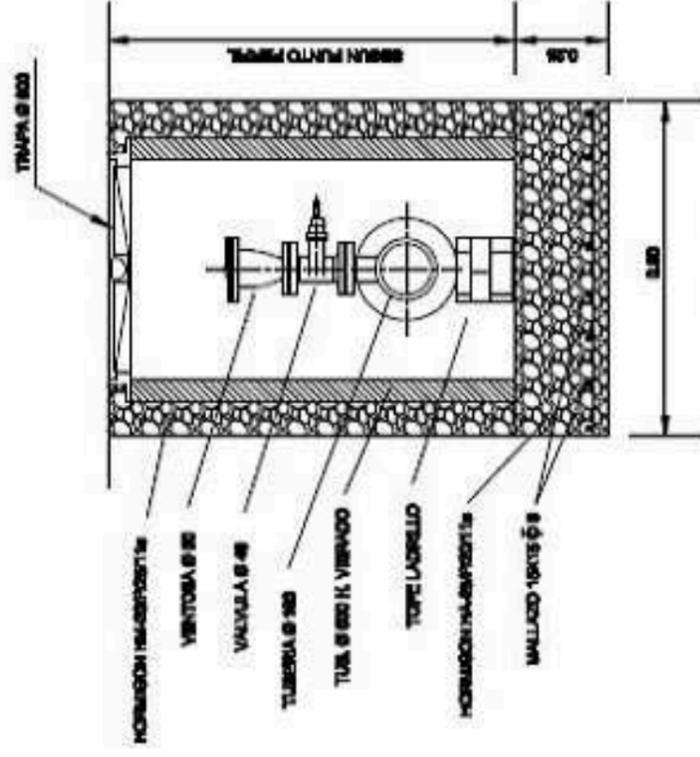


SECCION A-A

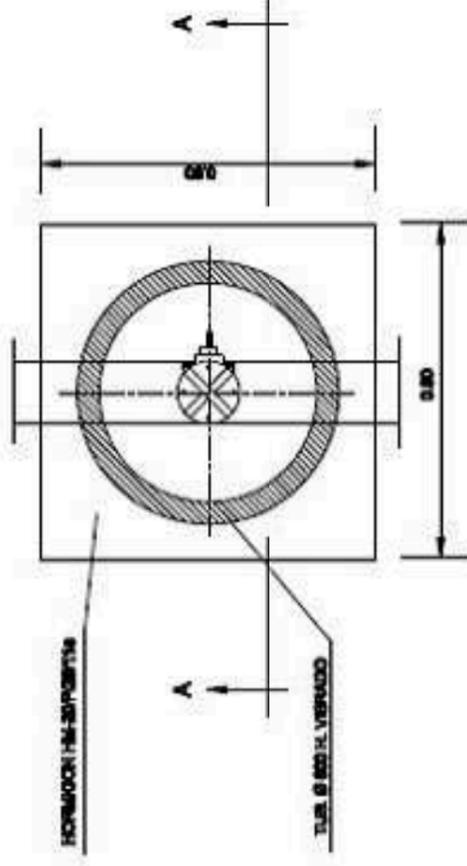


PLANTA

ARQUETA VENTOSA Ø 60

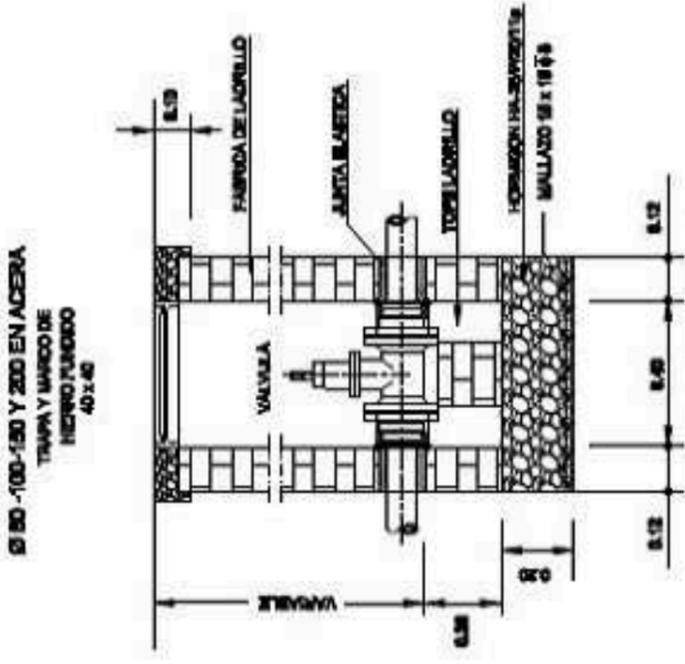


SECCION A-A

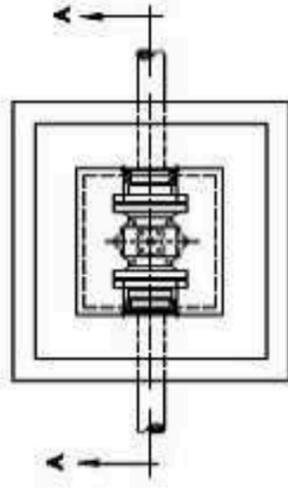


PLANTA

ARQUETA VALVULA Ø 80 -100-150 Y 200 EN ACERA



SECCION A-A



PLANTA

NOTA:  
LAS ARQUETAS SERAN  
ENLUCIDAS INTERIORMENTE

2	
1	
Rev.	

Comentarios

Fecha

Firma



AJUNTAMENT DE VALÈNCIA

Servicio del Ciclo Integral del Agua

PROYECTO DE: SECTORIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE VALENCIA. - EJERCICIO 2013 -

PLANO: ARQUETAS TIPO

SOL: DIBUJADO: T. Muñoz

REVISADO:

VERIFICADO: LUISA MARTI VIDAL

FICHERO:

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

ESCALA:

FECHA: ENERO 2013

Nº PLANO 2.1

