

ANEJO 14:

RED DE AGUA POTABLE E
INCENDIOS

ÍNDICE

1	Objeto.....	5
2	Descripción de la red.....	5
2.1	Obra civil.....	6
2.2	Accesorios	7
2.3	Protección contra incendios.....	7
3	Consumos.....	8
4	Cálculo hidráulico	9

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 14.1. Torretas de alimentación a las embarcaciones	7
Ilustración 14.2. Boca de incendios equipadas.	7
Ilustración 14.3. Extintor en polvo ABC.....	8
Ilustración 14.4. Contador Woltman con eje de turbina paralelo.	11
Ilustración 14.5. Pérdidas de carga del contador.....	12
Ilustración 14.6. Filtro de impureza	12
Ilustración 14.7. Pérdida de carga del filtro de impureza.	13
Ilustración 14.8. Válvula antirretorno.	13
Ilustración 14.9. Pérdida de carga de la válvula antirretorno	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 14.1. DN de PEAD	6
Tabla 14.2. Consumo mínimo por pantalán.	8
Tabla 14.3. Consumo en las edificaciones.....	9
Tabla 14.4. DN y velocidades tuberías AP.....	10
Tabla 14.5. Pérdidas de carga de los accesorios.	14
Tabla 14.6. Pérdidas de carga tramos principales.....	15
Tabla 14.7. Presión del sistema en los ramales principales	15

1 OBJETO

El objeto del presente anejo es de realizar la definición y el dimensionamiento de la red de agua potable que va a ser necesario instalar en el Puerto de El Perelló.

En primera ocasión se realizará una descripción de toda la red de distribución de agua potable que vamos a necesitar el puerto de El Perelló para abastecer a las embarcaciones y a los edificios proyectados, así como, los medios necesarios de protección contra incendios. También se definirá la canalización de la obra civil y los accesorios que serán necesarios disponer.

A continuación, se realizará el cálculo hidráulico de la red de distribución teniendo en cuenta unos caudales de diseño considerados. Los parámetros que debemos controlar en el cálculo hidráulico son la velocidad de circulación del agua y la presión que se genera en cada uno de los nudos del sistema.

2 DESCRIPCIÓN DE LA RED

Para el dimensionamiento en planta de una red de abastecimiento, existen dos tipos diferentes de redes, como son:

- **Red ramificada:** el agua solo puede circular por un sentido para llegar a cada uno de los nudos del sistema. La instalación de este sistema presenta tiene algunos inconvenientes:
 - Estancamiento del agua en el tramo final de la red.
 - En el caso de averías, se deja sin servicio a los tramos aguas abajo del incidente.
- **Red mallada:** cualquier punto de la red puede ser alimentada por diferentes recorridos del sistema. Al contrario que una red ramificada, una avería en un punto del sistema no implicar dejar de dar servicio al resto de la red, ya que es posible cambiar el sentido de circulación mediante el accionamiento de válvulas. Pero, realizar el dimensionamiento de una red mallada es más complejo y presenta un mayor coste de implantación.

Debido a la morfología que presenta nuestro puerto, se realizará un diseño de la red ramificado conectándonos a las tres acometidas generales existente muy próximas a la Avinguda del Pantà, según la información transmitida por parte de la Generalitat Valencia. Para simplificar los cálculos, se diseñarán un total de tres redes independientes entre ellas, teniendo un tramo de interconexión en el caso de que se produjera un fallo en la red, poder suministrar el agua potable desde otra acometida. A falta de más información, se supondrá que está tres acometidas tienen una presión de 30 m.c.a. En el caso de realizarse el Proyecto, habría que comprobar realmente la presión que disponemos en estos puntos.

Las tuberías serán de polietileno de alta densidad (PEAD), material que presenta una elevada resistencia a la corrosión y los diámetros nominales irán variando en función del caudal por el que circula en cada tramo. Según establece la UNE EN 12201, los tubos de PEAD para

conducciones en presión deben ser de color negro con bandas azules. El mayor inconveniente que presenta este material plástico es que sometido a radiaciones ultravioletas sufre un envejecimiento rápido por lo que las tuberías han de discurrir en todo momento convenientemente protegidas de la radiación solar.

Los Diámetros Nominales de estas tuberías son:

Tabla 14.1. DN de PEAD

DN (mm)	e (mm)	Dint (mm)
50	3.0	44.0
63	3.8	55.4
75	4.5	66.0
90	5.4	79.2
110	6.6	96.8
125	7.4	110.2
140	8.3	123.4
160	9.5	141.0
180	10.7	158.6
200	11.9	176.2
225	13.4	198.2
250	14.8	220.4
280	16.6	246.8
315	18.7	277.6

2.1 OBRA CIVIL

Las canalizaciones tendrán una anchura de mínimo 60 cm e irá enterrada hasta una profundidad de 80 centímetros, respecto la cota de la acera. La tubería se apoyará sobre un lecho de suelo seleccionado de 15 cm de espesor y, además, estarán cubiertas también por 15 cm de este mismo suelo. Encima del suelo, se colocará una capa variable de zahorras artificiales, 15 cm de espesor mínimo, las cuales deben alcanzar una densidad mínima del 95% de la obtenida en el Ensayo del Próctor Modificado. El firme será en función de la zona dónde nos encontremos y será el indicado en el *anejo 13: Pavimentos y firmes*.

En cada entrada a los pantalanos se dispondrá de unas arquetas con unas válvulas de mariposa, de esta forma, se podrá realizar el corte del suministro de ese ramal en el caso de que fuese necesario.

2.2 ACCESORIOS

Para dar servicio de agua potable a las embarcaciones, en los pantalanes se dispondrán unas torretas realizadas con un casco en aleación de aluminio anodizado. Existen tres tipos de torretas diferentes, en función del número de tomas que albergue una misma torreta, desde dos hasta cuatro. Un ejemplo sería la que tiene en su catálogo *Global Marinas*, que también tiene cavidad para la instalación eléctrica, que será explicada en su anejo correspondiente. Esta torreta tiene unas dimensiones de 47x36x105 cm y tiene un aislamiento de clase II.



Ilustración 14.1. Torretas de alimentación a las embarcaciones

En los *planos 14-15: Instalación de agua potable I y II* se especifica el tipo de torreta que se debe de disponer.

2.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Respecto a los medios de protección contra incendios, se instalarán bocas de incendio equipadas (BIEs) instaladas de manera fija en la pared y se conectará a la red de distribución de agua potable. Las BIEs que se dispondrán serán de manguera rígida con una radio de acción de 25 metros la presión mínima que se requiere para las BIEs es de 2 bares.



Ilustración 14.2. Boca de incendios equipadas.

Además de estas BIEs, por todo el puerto se colocarán extintores en polvo ABC de 5kg, capaces de extinguir fuegos con combustibles sólidos, combustibles líquidos y gases.

En el *plano 17: Protección contra incendios* se muestra la posición de estos elementos.



Ilustración 14.3. Extintor en polvo ABC.

3 CONSUMOS

Antes de realizar el cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable, se va a determinar unos caudales mínimos de abastecimiento que serán los que nos determinen los diámetros necesarios de las tuberías.

Según establece en el *Real Decreto 2486/1980, de 26 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Puertos Deportivos*, es necesario dotar, como mínimo, a cada toma con 20 l/min. Teniendo en cuenta que en nuestro puerto tenemos torretas con 2, 3 y 4 tomas, los caudales mínimos por cada pantalán son:

Tabla 14.2. Consumo mínimo por pantalán.

Pantalán	Amarres	Torretas	N.º Tomas	Q (l/s)
P_CN1	18	4.5	18	6.00
P_CN2	25	6.5	26	8.67
P_CN3	18	4.5	18	6.00
P_CN4	16	4	16	5.33
P_CN5	18	4.5	18	6.00
P_CN6	18	4.5	18	6.00
P_CN7	18	4.5	18	6.00
P_CN8	22	5.5	22	7.33
P_CN9	24	6	24	8.00
P_CN10	24	6	24	8.00
P_CN11	26	6.5	26	8.67
P_CN12	28	7	28	9.33
TOTAL				85.33

Para la demanda de agua potable necesaria de los diferentes edificios existentes en el puerto se realizará una suposición de los elementos que necesitarían los edificios y con la dotación mínima que establece el *Código Técnico de la Edificación* en su apartado de Salubridad, nos proporciona los siguientes caudales mínimos:

Tabla 14.3. Consumo en las edificaciones

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (l/s)	VIGILANCIA		CLUB NÁUTICO	
		UDS	Q (L/S)	UDS	Q(L/S)
Lavabo	0.1	1	0.1	4	0.4
Ducha	0.2	1	0.2	2	0.4
Inodoro de cisterna	0.1	1	0.1	4	0.4
Urinario con grifo temporizado	0.15	1	0.15	2	0.3
TOTAL		0.55		1.5	

Por último, para los equipos de protección contra incendios, el consumo mínimo que necesitan las bocas de incendio equipadas en caso de incendio es de 12 l/min (3,33 l/s). Se instalarán unos depósitos con la suficiente capacidad como para dar servicio a las cuatro BIEs que se dispondrán en el puerto durante una hora.

En el caso de incendio, tal y como está dispuesta la red, desde la acometida general, se cortará el servicio de agua potable y, únicamente, se suministrará agua para sofocar el incendio, por lo que, para este proyecto sólo se calculará la red de abastecimiento frente a una situación habitual de uso y explotación.

4 CÁLCULO HIDRÁULICO

Para el cálculo hidráulico de la red, tras conocer los diferentes caudales que circulan por cada uno de los ramales, se determinarán los diámetros de las tuberías que satisfagan los valores límite de las velocidades que circularán por cada uno de los tramos aplicando la ecuación de la continuidad. Los valores umbrales son:

- V_{\max} : 2,50 m/s
- V_{\min} : 0,50 m/s

Para asegurarnos que se cumplen los valores umbrales de la velocidad, se va a fijar una velocidad de diseño de 2 m/s. Debido a que no se va a estar haciendo uso de todos los puntos de consumo a la vez, se establecerá la siguiente expresión para determinar el coeficiente de simultaneidad:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + 0,035 \cdot \alpha [1 + \log(\log(n))]$$

Siendo n el número de ramales que se colectan en cada nodo y α el factor corrector que depende del uso que se le dé a la zona de estudio:

- $\alpha=0$. Norma francesa
- $\alpha=1$. Edificios de oficinas

- $\alpha=2$. Viviendas
- $\alpha=3$. Hoteles, hospitales
- $\alpha=4$. Escuelas, universidades, cuarteles.

En nuestro caso se escogerá el caso más desfavorable, por lo que, tenemos los siguientes diámetros y las siguientes velocidades por los diferentes ramales:

Tabla 14.4. DN y velocidades tuberías AP.

Línea	Longitud	Q (l/s)	n	K _n	Q diseño (l/s)	D	DN	Dint	v
P_CN12-N3.2	60.70	9.33	1	1.000	9.33	77.07	90.00	79.20	1.89
P_CN11-N3.2	42.30	8.67	1	1.000	8.67	74.29	90.00	79.20	1.76
P_CN10-N3.3	64.00	8.00	1	1.000	8.00	71.36	90.00	79.20	1.62
P_CN9-N3.3	41.50	8.00	1	1.000	8.00	71.36	90.00	79.20	1.62
N3.3-N3.5	15.00	16.00	2	1.000	16.00	100.93	125.00	110.20	1.68
N3.2-N3.5	9.00	18.00	2	1.000	18.00	107.05	125.00	110.20	1.89
N3.5-AG-3	21.70	34.00	4	0.686	23.34	121.90	140.00	123.40	1.95
P_CN8-N2.2	74.00	7.33	1	1.000	7.33	68.31	90.00	79.20	1.49
P_CN7-N2.2	36.30	6.00	1	1.000	6.00	61.80	90.00	79.20	1.22
P_CN6-N2.3	36.15	6.00	1	1.000	6.00	61.80	90.00	79.20	1.22
P_CN5-N2.4	36.20	6.00	1	1.000	6.00	61.80	90.00	79.20	1.22
P_CN4-N2.4	65.00	5.33	1	1.000	5.33	58.25	90.00	79.20	1.08
N2.2-N2.3	28.96	13.33	2	1.000	13.33	92.12	125.00	110.20	1.40
N2.4-N2.3	29.00	11.33	2	1.000	11.33	84.93	125.00	110.20	1.19
N2.3-AG-2	101.81	24.66	5	0.618	15.25	98.52	125.00	110.20	1.60
P_CN3-N1.2	153.00	6	1	1.000	6.00	61.80	90.00	79.20	1.22
ED1-N1.2	4.70	0.55	1	1.000	0.55	18.71	40.00	35.20	0.57
P_CN2-N1.4	109.80	8.67	1	1.000	8.67	74.29	90.00	79.20	1.76
P_CN1-N1.6	36.60	6	1	1.000	6.00	61.80	90.00	79.20	1.22
ED3-N1.6	100.00	1.5	1	1.000	1.50	30.90	63.00	55.40	0.62
ED2-N1.3	24.00	1.5	1	1.000	1.50	30.90	63.00	55.40	0.62
N1.6-N1.4	28.00	7.5	2	1.000	7.50	69.10	90.00	79.20	1.52
N1.4-N1.3	16.00	16.17	3	0.802	12.97	90.87	110.00	96.80	1.76
N1.3-N1.1	16.00	17.67	4	0.686	12.13	87.88	110.00	96.80	1.65
N1.2-N1.1	31.50	6.55	2	1.000	6.55	64.57	90.00	79.20	1.33
N1.1-AG1	27.00	24.22	6	0.572	13.85	93.91	110.00	96.80	1.88

A continuación, se procederá a emplear la ecuación de **Darcy-Weisbach** por la cual podemos establecer las pérdidas que se producen en la red debido a la fricción de las tuberías.

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- $h_L \rightarrow$ Pérdida de carga en cada tramo
- $f \rightarrow$ Coeficiente de fricción de Darcy

- $L \rightarrow$ Longitud del tramo de tubería
- $D \rightarrow$ Diámetro interior de la tubería
- $V \rightarrow$ Velocidad de circulación del agua

El coeficiente de fricción de Darcy se suele determinarse mediante la ecuación de Colebrook-White, pero debido a la complejidad que supone esta fórmula por su proceso iterativo, se empleará la fórmula de Swamee-Jain que ofrece resultados muy similares a la de Colebrook-White:

$$f_T = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

- $Re \rightarrow$ Número de Reynolds
- $\epsilon/D \rightarrow$ Rugosidad relativa (0,0015/D)
- $\mu \rightarrow$ Viscosidad cinemática del fluido

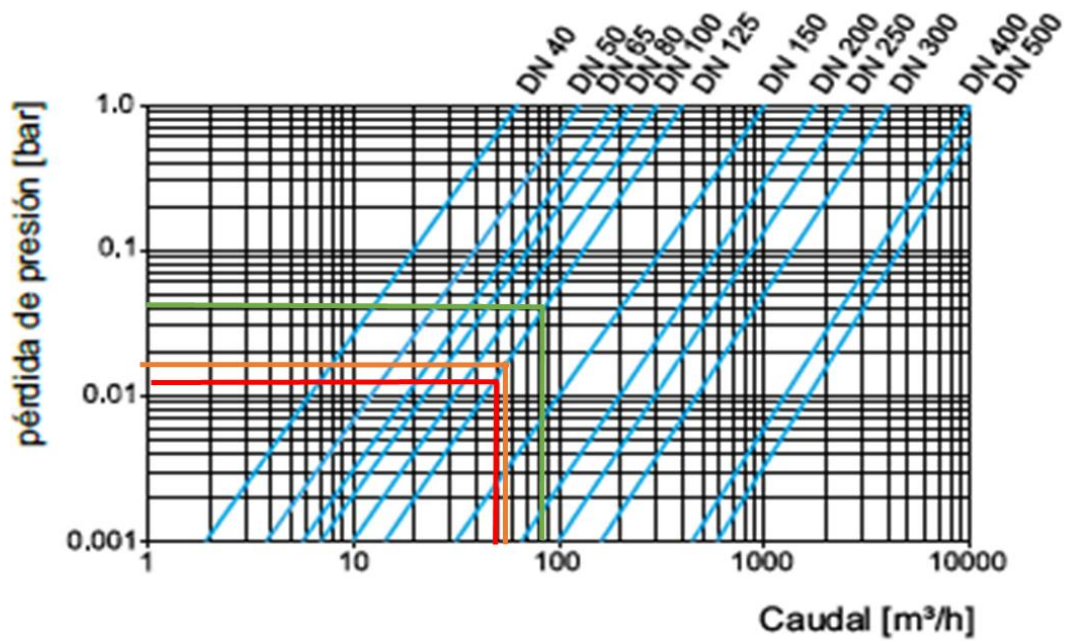
Por lo tanto, para los tramos que presentan una mayor longitud de cada acometida, suponiendo un incremento del 30% de la longitud del tramo debido a pérdidas de carga provocadas por accesorios menores. Además, en el sistema se producen pérdidas localizadas debido a accesorios mayores que provocan un gran descenso de la carga. En este caso tan solo emplearemos los siguientes elementos:

- **Contador Woltman con eje de turbina paralelo (WPH-N)**



Ilustración 14.4. Contador Woltman con eje de turbina paralelo.

Donde la pérdida de carga del contador se determina mediante la siguiente gráfica:



Curvas de pérdida de carga

Ilustración 14.6. Pérdidas de carga del contador.

- Filtro de impureza en Y



Ilustración 14.5. Filtro de impureza

Y las pérdidas de carga del filtro de impureza se determinan mediante la siguiente gráfica:

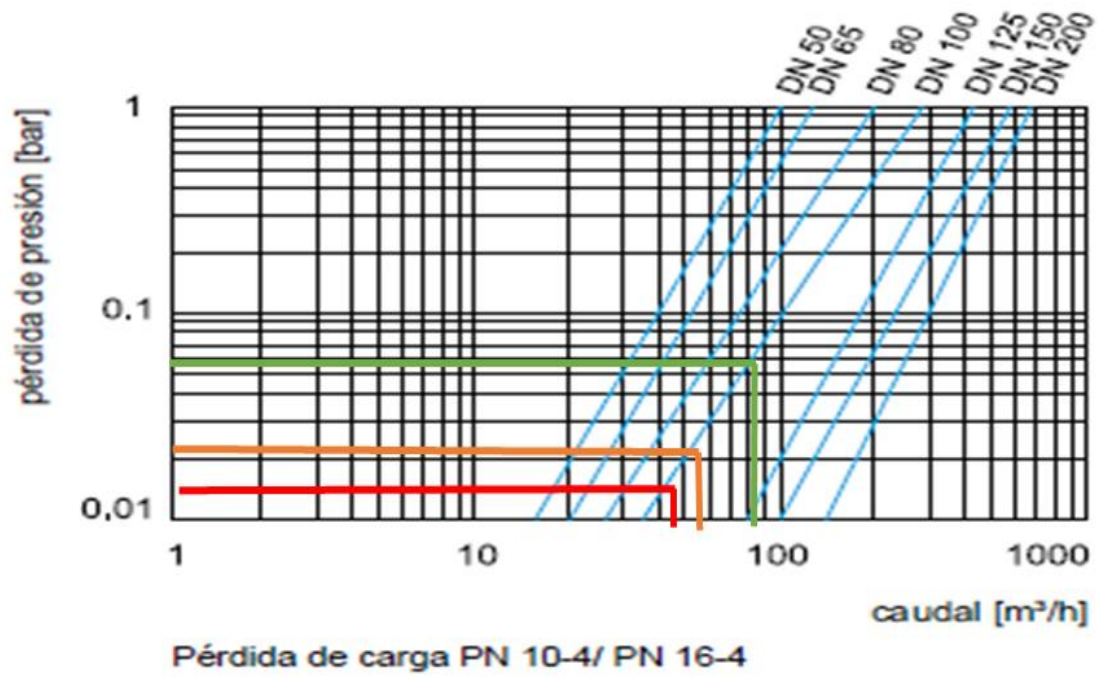


Ilustración 14.8. Pérdida de carga del filtro de impureza.

- **Válvula de retención (antirretorno) de doble plato**



Ilustración 14.7. Válvula antirretorno.

Y las pérdidas de carga de la válvula de retención (antirretorno) se determinan mediante la siguiente gráfica:

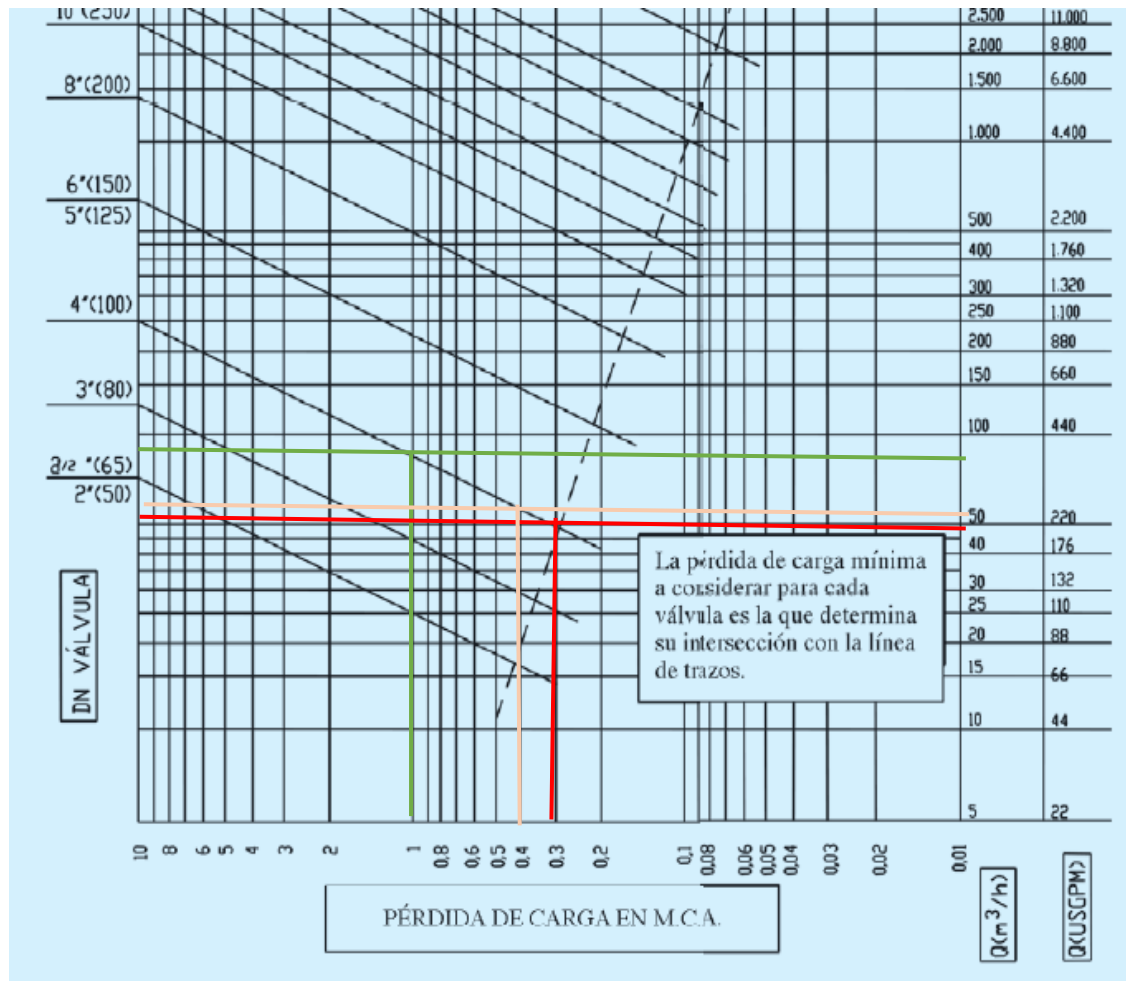


Ilustración 14.9. Pérdida de carga de la válvula antirretorno

A modo de resumen, en la siguiente tabla se reflejan los valores de las pérdidas de carga de cada uno de los accesorios que vamos a emplear. En el caso de ejecutarse el proyecto, habría que analizar todos los accesorios que serían necesarios colocar.

Tabla 14.5. Pérdidas de carga de los accesorios.

Accesorio	Toma	Q (l/s)	Q(m ³ /h)	mca
Contador	AG3	23.34	84.02758001	0.42
	AG2	15.25	54.88347117	0.18
	AG1	13.85	49.87055938	0.13
Filtro	AG3	23.34	84.02758001	0.65
	AG2	15.25	54.88347117	0.26
	AG1	13.85	49.87055938	0.17
Válvula de retención	AG3	23.34	84.02758001	1
	AG2	15.25	54.88347117	0.4
	AG1	13.85	49.87055938	0.3

Por lo tanto, con todas estas pérdidas de carga establecidas, la suma de todas las pérdidas de carga en cada uno de los tramos es de:

Tabla 14.6. Pérdidas de carga tramos principales

Línea	Lreal (m)	Lcalc (m)	Q (l/s)	Dint (mm)	v (m/s)	Re	f	hf (mca)
P_CN10-N3.3	64.00	83.20	8.00	79.2	1.62	116918	0.01742	2.460
N3.3-N3.5	15.00	19.50	16.00	110.2	1.68	168057	0.01619	0.411
N3.5-AG-3	21.70	28.21	23.34	123.4	1.95	218929	0.01538	0.683
PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL AG3								4.283
P_CN8-N2.2	74.00	96.20	7.33	110.2	0.77	76991	0.01895	0.498
N2.2-N2.3	28.96	37.65	13.33	110.2	1.40	140012	0.01677	0.570
N2.4-N2.3	29.00	37.70	11.33	110.2	1.19	119005	0.01732	0.426
N2.3-AG-2	101.81	132.35	15.25	110.2	1.60	160179	0.01634	2.556
PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL AG2								5.131
ED3-N1.6	100.00	130.00	1.50	66.0	0.44	26307	0.02419	0.467
N1.6-N1.4	28.00	36.40	7.50	96.8	1.02	89682	0.01837	0.366
N1.4-N1.3	16.00	20.80	12.97	110.2	1.36	136231	0.01686	0.300
N1.3-N1.1	16.00	20.80	12.13	110.2	1.27	127408	0.01709	0.266
N1.1-AG1	27.00	35.10	13.85	110.2	1.45	145474	0.01665	0.570
PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL AG1								3.668

Por último, una vez obtenidas las pérdidas por fricción, será necesario comprobar la presión en los puntos considerados es superior a 23 mca. Para ello, emplearemos la ecuación de la energía de Bernoulli:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_L$$

Tabla 14.7. Presión del sistema en los ramales principales

h1 (m)	p1 (mca)	h2 (m)	hL (m)	p2 (mca)
-0.8	30	1.05	4.283	23.867
-0.8	30	1.05	5.131	23.019
-0.8	30	1.05	3.668	24.482

