

INDICE

1. OBJETO.
 2. HIPÓTESIS SIMPLIFICATIVAS. EXPLICACIÓN.
 - 2.1. LEGISLACIÓN APLICABLE.
 - 2.2. PARÁMETROS DE LOS MATERIALES.
 - 2.3. TEORÍAS DE CÁLCULO.
 - 2.4. ELEMENTOS AUXILIARES.
 - 2.5. COEFICIENTES DE PUNTA Y DOTACIONES.
 - 2.6. COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS.
 3. ACCIONES.
 - 3.1. CAUDALES DE CÁLCULO.
 - 3.2. CAUDALES DE INCENDIO.
 4. CÁLCULOS.
 - 4.1. TRAZADO Y NUMERACIÓN DE CONDUCCIONES. LONGITUDES. SECTORIZACIÓN.
 - 4.2. CAUDALES QUE CIRCULAN POR CADA CONDUCCIÓN. SIMPLIFICACIONES.
 - 4.3. RESOLUCIÓN DE LA RED.
 - 4.3.1. HIPÓTESIS 1: CONSUMOS HABITUALES.
 - 4.3.2. HIPÓTESIS 2 : HIPÓTESIS DE INCENDIO.
 - 4.4. RESULTADOS: DIÁMETROS, PENDIENTES, COTAS, PRESIONES, ETC.
 - 4.5. CÁLCULO MECÁNICO Y ANCLAJES.
- ANEXO: RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS PARA LAS DOS HIPÓTESIS.

1. OBJETO.

El objetivo de la red de distribución de agua potable que se plantea es hacer llegar el agua a cada punto de uso: uso de industrial y terciario, uso de riego de parques y jardines, uso de limpieza viaria, llenado de las cámaras de descarga para limpieza de la red de alcantarillado, uso para hidrantes contra incendios. En la solución adoptada para la red aparecen o juegan un papel importante numerosos factores, que definen las posibles alternativas a considerar. Los factores más destacables son:

- Relativos al núcleo: topografía, trama viaria, zonificación, volúmenes, alturas.
- Relativos a las conducciones: volúmenes de agua a servir, depósitos, sistemas de bombeo.
- Relativos a la propia red: tipo de red (ramificada, mallada), tipo de tubería, velocidades, presiones, evolución de caudales a suministrar.

Para abordar el cálculo es preciso disponer de unos datos previos:

- planos de la ciudad o sector,
- poblaciones actual y futura,
- determinación de las puntas de consumo de agua,
- volumen de agua necesaria,
- diámetros mínimos a emplear....

En el presente anejo se consideran todos los factores anteriormente mencionados y se aborda el cálculo de una red mixta mallada-ramificada que resuelve de un modo eficaz el problema de distribución de agua, de una forma segura y económica, con mayor garantía de suministro que una red únicamente ramificada.

2. HIPÓTESIS SIMPLIFICATIVAS. EXPLICACIÓN.

2.1.- LEGISLACIÓN APLICABLE.

Se indican a continuación las diferentes normativas que se han tenido en cuenta para la redacción del presente proyecto. Estas serán estatales, autonómicas, locales y particulares; y pueden ser de carácter obligatorio, recomendado o informativo.

2.1.1.- OBLIGATORIA:

Una relación de la normativa obligatoria mas importante a considerar en este anejo es:

- O. del 28-07-74 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de agua. BOE- 02-10-74 03-10-74. Corrección de Errores: 30-10-74.
- O. del 23-08-74 Instalaciones para riego de superficies ajardinadas y calles. BOE: 31-08-74.
- O. del 27-05-75 Normativas para uso provisional conducciones del agua del estado BOE- 30-09-75.
- O. del 28-05-85 Instalaciones receptoras de agua: Reglamento

- Ley 29/1985, de Aguas (sobre la calidad exigida a las aguas que se emplearán como potables). BOE: 08-08-85.
- RD. 2605/85 Especificaciones técnicas de tuberías de acero inoxidable. BOE: 14-01- 86. corrección de errores 13-02-86.
- RD. 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico. BOE: 30-04-86.
- O. del 22-09-86 Proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento de poblaciones. DON 06-10-86.
- LEY 7/86 Abastecimiento de agua y riego.
- RD. 1138/1990, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de aguas potables para consumo público. BOE: 20-09-90 y 24-10-90.
- NBE-CPI-82/NBE-CPI-91 Referente a diámetros mínimos de tuberías y unas distancias máximas para las bocas de incendios y columnas de hidrantes. NBE-CPI-82 (BOE: 21-07-82) NBE-CPI-91 (D 279/1991, BOE: 08-03-91).

2.1.2.- RECOMENDADA:

- NTE-IFA Instalaciones para suministro de agua potable a núcleos residenciales que no excedan de 12000 habitantes, desde la toma en un depósito o conducción hasta las acometidas. BOE. 3,10 y 17-01-76.
- NTE-IFP Instalación de distribución de agua para riego de superficies ajardinadas y limpieza de calles. Partirán de instalación de distribución de agua. BOE: 31-08-74, 07- 09-74.

2.2.- PARÁMETROS DE LOS MATERIALES.

Tras el estudio comparativo previo realizado en el plan parcial entre varios materiales, se decide incluir polietileno de alta densidad PE80A (σ_{80}) MRS/100 $P_t=10$ ATM presión de trabajo, cumpliendo UNE 53131 para el diseño de la red.

Según explica el PPTG de tuberías de abastecimiento de agua del MOPU (BOE 2-10-74), la red está perfectamente definida cuando se especifiquen (tras el cálculo) los siguientes parámetros, cuya definición se incluye:

- Presión normalizada (P_n): aquella con arreglo a la cual se clasifican y timbran los tubos.
- Presión de rotura (P_r): para tubos de material homogéneo la presión hidráulica interior que produce una tracción circunferencial en el tubo igual a la tensión nominal de rotura a tracción (σ_r) del material de que está fabricado: $P_r = 2 \cdot e \cdot \sigma_r / D$, siendo D el diámetro interior del tubo y "e" el espesor de la pared del mismo.
- Presión máxima de trabajo (P_t) : de una tubería es la suma de la máxima presión de servicio más las sobrepresiones, incluido el golpe de ariete. Se habrá de cumplir: $P_r \geq 2P_n$; $P_n \geq 2P_t \Rightarrow P_r \geq 4 P_t$

- Factor de carga: se define como factor de carga a la relación (creciente) entre la carga vertical total sobre el tubo en las condiciones de trabajo y la carga correspondiente a la prueba de flexión transversal.
- Diámetro normalizado: el exterior para conductos fabricados con materiales plásticos como es nuestro caso. El diámetro interior (el utilizado en el cálculo) será el exterior menos 2 veces el espesor.

Asimismo, las propiedades intrínsecas exigidas, y las que se han tomado como hipótesis para los cálculos, han sido:

1) Propiedades mecánicas:

γ (peso específico) = 0.955

α (coeficiente de dilatación térmica) = 0.22 mm/m°C

Temperatura de reblandecimiento >200°C

Índice de fluidez = 0.3

E (módulo de elasticidad a 20 °) = 9000 kg/cm²

σ (tensión de rotura a tracción) = 5 MPa

ε (alargamiento a rotura) >350%

ν (coeficiente para la determinación de la viscosidad cinemática) de valor 1.1e-6 m²/s para el agua.

2) Propiedades hidráulicas:

ε (rugosidad absoluta) = 0.0025 mm

n = coeficiente de Manning (tomamos 0.008 para polietileno)

C = coeficiente para la fórmula de Hazen-Williams. (tomamos 150)

2.3.- TEORÍAS DE CÁLCULO.

Los cálculos hidráulicos de la red se realizan por el método de Hardy- Cross para resolución de redes malladas. Este método se basa en dos principios o leyes, llamados por similitud con los círculos eléctricos, leyes de Kirchoff:

1ª ley) "En un nudo cualquiera de las conducciones, la suma de los caudales que entran en el mismo, o que llegan, es igual a la suma de los caudales que salen o parten del nudo".

2ª ley) "La suma algebraica de pérdidas de carga a lo largo de cualquier circuito orientado y cerrado debe ser nula"

La toma de agua se hace de una tubería situada en la margen derecha de la N-340 dirección a San Carlos desde Redován a 130 m desde el cruce del Camino de la Sierra. La tubería tiene un diámetro D=100mm y acomete de la tubería propiedad de la Mancomunidad del Taibilla y da servicio a la barriada de San Carlos. La derivación hacia nuestro sector se hace antes de que dicha tubería abastezca a un depósito regulador situado en la Sierra de la Lobera con el fin de garantizar una mayor presión.

El diseño de la red de abastecimiento de agua potable utiliza el Camino de la Sierra como eje de distribución del cual parten ramales que rodean las distintas manzanas a ambos lados de esta, conformando lo que podríamos denominar mallas secundarias. Por cada una de estas mallas se irán situando los diferentes puntos de suministro o nudos. En estos nudos se supone concentrado el caudal demandado de los distintos sectores o parcelas. Estos caudales concentrados incluyen, además de las dotaciones del sector, el caudal de riego, limpieza viaria y de alcantarillado.

Se ha utilizado el programa Cype "Infraestructuras Urbanas" para el cálculo de la red mallada, cuya memoria de cálculo y los resultados obtenidos se incluyen en el anexo de este mismo anejo. El programa Cype resuelve la red por el método de los elementos finitos de forma discreta, empleando la fórmula de Darcy-Weisbach.

Otras hipótesis asumidas en los cálculos serán:

- 1) Pérdidas de carga localizadas: son las producidas en válvulas, codos, derivaciones y reducciones de diámetro. Adoptan la expresión: $\Delta h = K \frac{V^2}{2g}$. Para los cálculos se

asimilarán aumentando en un 20% la longitud de cada conducción integrante de la red.

- 2) Fórmula de pérdida de carga:

Se emplearán las fórmulas de:

Hazen-Williams (para cálculo manual, pues no es implícita).

$$J(m/m) = 10.26 / C^{1.85} * Q(m^3/s)^{1.85} / D(m)^{4.87}$$

J= pérdida de carga por unidad de longitud.

Darcy-Weisbach:

$$h_f = \frac{f V^2}{D 2g}$$

h_f = pérdida de carga por unidad de longitud.

f = factor de fricción. Depende del número de Reynolds ($Re = V * D / \nu$) y de la viscosidad relativa (ϵ/D). Sus valores suelen estar tabulados en el ábaco de Moody o extraerse de la fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{\epsilon}{3.71 * D} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right)$$

- 3) Rango de presiones:

Debe haber una gama de presiones recomendables para los edificios; si se superan, pueden deteriorarse las instalaciones interiores de fontanería, que tienen generalmente muchos elementos de plomo o de plástico y, si son inferiores, se dará un mal servicio a las industrias.

Presiones máximas: La norma NTE-IFA 75 del antiguo Ministerio de la vivienda exige que, en las poblaciones de menos de 12.000 habitantes exista una presión máxima de 60 m de altura de agua frente a los edificios.

En nuestro sector, y tras consultar con el ayuntamiento que gestiona el servicio de agua, se nos comunica que en el punto de suministro se dispone de una presión mínima de 45 m.c.a. dando el caudal demandado en situación normal.

Presiones mínimas: más difícil de definir es la presión mínima que hay que prever en el diseño. Esta tiene que ser como mínimo igual a la altura geométrica del número de plantas a servir (a base de por ejemplo 3,25 m por piso y 4 m para la planta baja) , más las pérdidas de carga en las conducciones internas, más la altura de creación de velocidad, sin olvidarse de las importantes pérdidas de carga en la acometida.

La citada Norma NTE-IFA75 dice de forma indirecta que la relación entre el número de plantas de los edificios y la presión hidráulica mínima que debe existir en la tubería contigua de la calle es:

Nº PLANTAS	1	2	3	4
PRESION (mca)	19	22	26	29

4) Rango de velocidades:

Un exceso de velocidad tiene el grave inconveniente de poder originar golpes de ariete cuya sobrepresión sea tal que se lleguen a acarrear roturas en la conducción o en la red en general con todas sus desagradables consecuencias. Por otro lado no sería rentable permitir unas pérdidas excesivas. El exceso de velocidad provoca, además, corrosión por erosión y ruidos molestos.

Tampoco es conveniente unas velocidades excesivamente pequeñas que den lugar (en el caso de que el agua no sea de suficiente pureza y lleve materias sólidas en suspensión) a que se produzcan depósitos de esas materias, originando así obstrucciones en las tuberías. Por otra parte, un exceso de diámetro encarecería innecesariamente la instalación.

Para presiones normales de 2 a 5 atmósferas, en la distribución, podemos hacer uso de la fórmula de Mougny para establecer las velocidades límites admisibles, y cuya fórmula es: $V = 1.5\sqrt{D + 0.05}$

Y así obtenemos los siguientes valores:

DIÁMETROS (mm)	VELOCIDAD (m/s)
De 50 a 90	0.6
100-175	0.7
200-300	0.8
300-400	0.9
400-500	1
500-600	1.1

5) Diámetros mínimos:

Motivado por la condición que imponen los hidrantes contra incendios, se fija el ϕ_{min} en 110 mm para los ramales a los que se conecte un hidrante, siendo para los demás no recomendable bajar de un ϕ 90 mm. Los bomberos han de tener la posibilidad de utilizar simultáneamente dos hidrantes próximos y estos no pueden estar a más de 200 metros de distancia, medidos por espacios públicos.

Los hidrantes pueden estar enterrados cada uno en una arqueta con una única salida o terminados en una columna provista de tres salidas. Si son de una única salida serán de diámetro 100 mm para caudales alrededor de 1000 l/minuto o de 80 mm para caudales de 500 l/minuto. Si son de columna tendrán una salida de 100 mm y dos de 70 mm para los caudales de 1000 l/minuto y dispondrán de una salida de 70 mm y de dos de 45 mm en las unidades de menor caudal. Este último caso es el que se plantea en este polígono industrial-terciario.

6) Hipótesis de incendio:

Para el cálculo, se supondrá un incendio a extinguir con dos hidrantes situado en el nudo más alejado de acometida a la red general (ver planos). Cada hidrante deberá satisfacer como mínimo, las siguientes hipótesis:

$$Q = 8.33 \text{ l/s durante 2 horas}$$

$$P_{min} = 1 \text{ atm (10 mca)}$$

7) Emplazamiento de las salidas para otros caudales.

El resto de caudales que se habrá de tener en cuenta será:

Riego de calles y alcantarillado y bocas de riego.

Caudal para los equipamientos previstos.

Se asumirá como hipótesis para el cálculo la concentración de estos caudales en el punto más alejado de la red.

2.4.- ELEMENTOS AUXILIARES.

Los elementos auxiliares de uso más frecuente en redes de distribución y que habrá que tener en cuenta para el presente proyecto, junto con las recomendaciones respecto a cada una de ellas que es conveniente cumplir son:

Llaves de paso: Serán de compuerta. Si $\phi > 250$ mm y presiones cercanas a los 60 mca serán de mariposa. Se colocan en las tuberías distribuidoras a distancias menores de 200 m. procurando además que, en caso de rotura o avería, puedan aislarse sectores de la población maniobrando sólo 8 válvulas como máximo.

Válvula reductora de presión: en la conducción de alimentación o en la que une dos pisos de la red, cuando sea necesario reducir la presión aguas abajo.

Llave de paso con desagüe colocada: Se colocarán en los puntos bajos del trazado.

Su disposición óptima consta de una pieza en T, en la parte inferior de la tubería, con salida de Brida, a continuación de la cual y mediante las correspondientes piezas especiales, se coloca una válvula de cierre. Todo ello se aloja dentro de una arqueta de fábrica con tapa desmontable. A la salida de la válvula se coloca una tubería de desagüe hasta llegar al alcantarillado. También se colocan en extremos de distribuidores ciegos cuando no tengan conectada ninguna boca de riego, para evitar largos períodos de retención del agua.

Diámetro de la tubería (MM)	Diámetro del desagüe (MM)
200 e inferiores	80
entre 250 y 350	100

Ventosa: no hacen falta en los tramos de tuberías provistas con acometidas domiciliarias, ya que éstas desempeñan el papel de escape de aire.

Arqueta de acometida: en los extremos de los ramales de acometida. Para conexión de la red de distribución de los edificios.

Toma de tubería en carga: para conexión de ramales de acometida, con diámetro menor o igual a 40 mm, a conducciones en carga. El diámetro de la toma será menor o igual a la mitad del diámetro de la conducción en la que se acomete.

Válvulas antirretorno: tienen la finalidad de dejar pasar el agua tan sólo en una dirección, ya que se cierran cuando el flujo intenta circular en sentido contrario. Toda acometida va provista de una de estas válvulas.

Anclajes: las tuberías, además de las tensiones originadas por la presión interior y de las flexiones producidas por las cargas de aplastamiento (si son tuberías rígidas) están sometidas a fuertes empujes, localizados en puntos muy concretos. El caso más fácil de comprender es el de una brida ciega que cierra un terminal o testero. Un caso parecido es el de un cono de reducción. Otro tanto ocurre con las derivaciones en T. Un caso prácticamente igual al de la brida ciega es el de una válvula. En los codos y cambios paulatinos de dirección, también se producen importantes empujes.

Hidrantes: los hidrantes pueden estar enterrados cada uno en una arqueta con una única salida o terminados en una columna provista de tres salidas. En este proyecto serán de columna.

Bocas de riego: se utilizarán con diámetro de 40 mm. La red será de diámetro 80 mm y se derivan de la red general. Cada tubería de riego puede abastecer a un máximo de ocho bocas. Para que no sufran los efectos de cargas rodantes, se las coloca bajo las aceras preferentemente. Estas prescripciones se mantendrán en el presente proyecto, con acometidas normalizadas de 40 mm y conducción de 80 mm (al emplear polietileno, estos diámetros nominales serán 90mm y 1 ½”).

Arquetas o registros: muchos de los elementos de la red deben estar alojados en arquetas cerradas, con acceso a través de una tapa registro. Las válvulas, las ventosas y los hidrantes enterrados al igual que las acometidas son claros ejemplos.

Acometidas: La acometida empieza en la tubería de distribución, mediante una derivación roscada o collarín de toma o una pieza en T. La primera se utiliza para diámetros pequeños de derivación (por ejemplo, hasta 40 mm inclusive) y se puede construir estando la tubería en carga.

2.5.- COEFICIENTES DE PUNTA Y DOTACIONES.

La previsión de consumos es una cuestión delicada de fijar debido al número de factores variables que intervienen en esa determinación. El caudal de agua consumido varía continuamente en función del tiempo, de las condiciones climáticas, costumbres de la población, ciudades industrializadas, etc. Tratando de sintetizar, podríamos concretar que el caudal de abastecimiento depende de tres factores:

- Social: tipo del área abastecida.
- Natural, dependiente del entorno climatológico.
- Tecnológico, dependiente del nivel de confort y del entorno industrial o agrícola de la zona.

Todo esto motiva la consideración de un coeficiente de punta para aplicar al consumo medio de la población. Un valor medio de coeficiente de punta suele ser 2.4.

Una forma de actuar que parece lógica, a falta de estudios más profundos, sería considerar un coeficiente de punta comprendido entre 1,75 y 2.4 en las arterias, según el tipo de población, pero al ir llegando a las tuberías que alimentan a conjuntos cada vez más pequeños de habitantes ir haciendo crecer cada vez más ese coeficiente, al principio lentamente y luego rápidamente, hasta llegar a 20 al final.

El criterio seguido es considerar un único coeficiente de punta para todo el sector, realizar los cálculos de la red, y posteriormente, aun cuando los diámetros que obtengamos de cálculo sean reducidos (debido al escaso caudal que han de transportar ciertos ramales de la red al considerar el caudal medio), tomaremos los diámetros superiores mínimos obligados por condiciones de protección contra incendios, riego, u otras normas de buena práctica. Se han adoptado para el caudal industrial las siguientes dotaciones diarias y coeficientes de punta en función del uso del suelo de cada zona:

USO DEL SUELO		CAUDAL (l/s/ha)	Kp
Industrial		1.5	2.4
Espacios Libres		0.6	
Equipamiento	Deportivo	1	
	Comercial		
	Social		

Se justifican los motivos que nos han llevado a adoptar los valores anteriores.

Dotación de uso industrial: Valores medios para industrial son 1.5 l/s.Ha con un coeficiente de puntas de 2,4 ó una dotación directa de 150 m³/Ha.día con un coeficiente de puntas de 3, valores medios de una variedad de industrial con consumos diversos, englobándolas, como pueden ser:

Industria alimentaria: entre 130 y 2000 m³/Ha.día.

Industria de bebidas: entre 123 y 2000 m³/Ha.día.

Textiles: entre 1500 y 4000 m³/Ha.día.

Curtidos: 450 m³/Ha.día.

Madera, muebles: 100 m³/Ha.día.

Productos químicos: entre 300 y 3500 m³/Ha.día.

Otros usos: en lo referente a otros usos, hay gran diversidad de opiniones y criterios, pero todos oscilan entorno a las mismas cantidades medias, sin haber desviación digna de mención.

Coefficientes de puntas:

Tanto en lo referente a viviendas como al ámbito industrial, se trata en general de colectivos con similares características y condiciones de vida, gente que hace uso consuntivo de agua en los mismos intervalos del día, en definitiva, similar reparto de puntas y variaciones diarias y semanales. De ahí que se haya optado por un coeficiente de punta común para todas las actividades ($K_p=2.4$) que corresponde a una jornada media de 10 horas.

Por otra parte junto a este caudal industrial hay que considerar un caudal sanitario adicional. Debido a que nuestro proyecto se trata de un polígono industrial se considera un coeficiente de mayoración por consumo exclusivamente sanitario del 20% sobre el caudal industrial antes calculado.

2.6.- COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS.

Para el cálculo de la red se considerarán dos hipótesis por separado:

- 1) HIPÓTESIS 1: Toda la red funcionando con los caudales de consumo, incluido riego, limpieza viaria, de alcantarillado y dotaciones.
- 2) HIPÓTESIS 2: HIPÓTESIS DE INCENDIO: Dos hidrantes funcionando en los extremos más alejados del punto de suministro (hidrantes nudos 21 y 35) más hipótesis 1 al 80% de su consumo.

3.- ACCIONES.

3.1.- CAUDALES DE CÁLCULO.

Según las dotaciones obtenidas en el apartado 2.5., se tienen los siguientes caudales de abastecimiento para resolver la red:

USO	SUPERFICIE (M2)	QIND. MEDIO	QIND MÁXIMO	QIND+ QSANITARIO
Espacios Libres	29466,33	1,768	4,243	5,092
EQ. Comerciales	3002	0,300	0,720	0,865
EQ. Social	2985	0,299	0,716	0,860
EQ. Deportivo	5895	0,590	1,415	1,698
DOTACION TOTAL EQUIPAMIENTOS: 8.514 l/s				

USO	SUP. (M2)	QIND. MEDIO	QIND MÁXIMO	QIND + QSANITARIO
Manzanas Industriales:				
1	8761,55	1,314	3,154	3,785
2	12535,47	1,880	4,513	5,415
3	11877,31	1,782	4,276	5,131
4	10705,48	1,606	3,854	4,625
5	10780,31	1,617	3,881	4,657
6	1906,39	0,286	0,686	0,824
7	7064,98	1,060	2,543	3,052
8	18464,25	2,770	6,647	7,977
9	10286,46	1,543	3,703	4,444
10	37456,97	5,619	13,485	16,181
11	24514,34	3,677	8,825	10,590
12	5624,43	0,844	2,025	2,430
13	10852,61	1,628	3,907	4,688
14	13811,26	2,072	4,972	5,966
15	13390,63	2,009	4,821	5,785
16	6039,52	0,906	2,174	2,609
DOTACION TOTAL INDUSTRIAL: 88.159 l/s				
DOTACION TOTAL SECTOR: 96.673 l/s				

3.2.- CAUDALES DE INCENDIO.

Uno de los elementos trascendentales en el diseño de la red de distribución de agua potable en cualquier proyecto de urbanización es el hidrante de incendios. La normativa legal es bastante estricta, y condiciona, no sólo los parámetros de presión, caudal disponible para cada uno de ellos, sino también la máxima separación permitida entre ellos, dimensiones, diámetros mínimos.

Respecto a la presión requerida en cada uno de ellos y separación entre cada dos, son valores comúnmente aplicados: Presión mínima = 10 mca

Separación máxima = 200 m

Esta separación máxima está motivada porque las longitudes de las mangueras que usualmente llevan los bomberos son de 100 m, y se habrá de medir en magnitud real, siguiendo el trazado de viales, y no en línea recta sobre un trazado en planta como cabría suponer.

Para decidir qué valor de caudal adoptar por hidrante, hay que considerar qué tipo de actividad se va a desarrollar en el sector. En nuestro caso: zona industrial, 37 parcelas, un valor preceptivo por la NBE-CPI91 es de: Qincendios = 8.33 l/s

Además, los depósitos de cabecera de la red deberán estar preparados para aportar continuamente una demanda de este caudal durante un mínimo de 60 minutos. Para el cálculo de la red, se harán las dos hipótesis de incendio a que obliga la normativa: un incendio en el punto más desfavorable de la red, siendo apagado por dos hidrantes simultáneamente, y otro incendio en el punto más desfavorable de la red además de una avería en la red.

4.- CÁLCULOS.

4.1.- TRAZADO Y NUMERACIÓN DE CONDUCCIONES. LONGITUDES. SECTORIZACIÓN.

Para resolver el problema de abastecimiento de agua al sector, se ha proyectado un sistema formado por una malla principal. Los sistemas mallados ofrecen una mayor garantía de suministro en caso de avería en algún tramo. Las conducciones que integran las mallas son arterias, y se procurará no derivaciones en ella para acometida domiciliaria. Estas últimas se conectarán a las conducciones llamadas distribuidoras, que partiendo de las arterias de las mallas transportan el agua a las distintas edificaciones.

El trazado en planta se puede apreciar con mayor detalle en el plano 5.1 , que nos permitirá además comprobar las longitudes reales, las distancias entre arterias de malla, etc... aunque a continuación también se incluye un trazado esquemático que permitirá un mejor seguimiento de los cálculos incluidos en los siguientes apartados.

El diseño de la red de abastecimiento de agua potable para este proyecto utiliza la carretera central "Camino de la Sierra" como eje de distribución del cual parten ramales que rodean las distintas manzanas a ambos lados de esta, conformando lo que podríamos denominar mallas secundarias. Por cada una de estas mallas se irán situando los diferentes puntos de suministro o nudos. En estos nudos se supone concentrado el caudal demandado en los distintos sectores o parcelas. Estos caudales concentrados incluyen las dotaciones del sector, más el caudal de riego, limpieza viaria, de alcantarillado, etc...

Dada la existencia de varias calles sin salida (en fondo de saco), como las calles 11, 4 o 9, no es posible formar una malla por lo que en estas calles dispondremos una red de tipo ramificada. La combinación en el diseño de una red mixta (mallada-ramificada) proporciona una solución más eficiente y económica.

La red diseñada cuenta con 53 nudos principales de consumo y 20 nudos de transición (sin consumo) cuya posición y numeración junto con los distintos tramos se puede comprobar en el plano nº 5.1 y en el anexo de cálculo.

4.2.- CAUDALES QUE CIRCULAN POR CADA CONDUCCIÓN. SIMPLIFICACIONES.

Según los diferentes usos los caudales punta determinados en el epígrafe "3" y el trazado elegido para la red, se obtienen los caudales de cálculo para cada manzana. Dicho caudal de cálculo de cada manzana es repartido entre los nudos de consumo que abastecen a esa manzana. Los nudos de consumo por manzana están distribuidos de forma equidistante para conseguir una demanda más uniforme. Los valores de los consumos por nudo se pueden comprobar en el anexo de cálculo.

El diseño de la red permite la posibilidad de abastecimiento en cualquier lado de las manzanas para prever una posible reparcelación de estas. De esta forma se garantiza una acometida a parcela desde la red en cualquier lado de cada manzana.

4.3.- RESOLUCIÓN DE LA RED.

Se incluyen las tablas con los resultados de caudales, velocidades y presiones en la red, con las distintas iteraciones realizadas. También se incluye un resumen de la memoria de cálculo y las hipótesis de las que parte el programa **Cype “Infraestructuras urbanas “, versión 2000.1**

Las hipótesis son:

En el caso de instalaciones hidráulicas, se utiliza para la resolución del sistema de ecuaciones mallado o ramificado el método de los elementos finitos de forma discreta.

Para la resolución de cada uno de los segmentos de la instalación se calculan las caídas de altura piezométrica, entre dos nudos conectados por un tramo, por medio de la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_p = f * \frac{8 * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^5}$$

El factor de fricción “f” es función de:

- El número de Reynolds (Re), que representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas viscosas son predominantes (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería. Cuando las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas (Re grande), el fluido deja de moverse de una forma ordenada (laminarmente) y pasa a régimen turbulento, cuyo estudio en forma exacta es prácticamente imposible. Cuando el régimen es laminar, la importancia de la rugosidad es menor respecto a las pérdidas debidas al propio comportamiento viscoso del fluido que en régimen turbulento. Por el contrario, en régimen turbulento, la influencia de la rugosidad se hace más patente.
- Rugosidad (e/D) relativa que traduce matemáticamente las imperfecciones del tubo.

En el caso del agua, los valores de transición entre los regímenes laminar y turbulento para el número de Reynolds, se encuentran en la franja de 2000 a 4000, calculándose como:

$$R_e = \frac{V * D}{\nu}$$

Siendo:

- v la velocidad del fluido en la conducción (m/s).

- D el diámetro interior de la misma (m).

- u la viscosidad cinemática del fluido (m²/s).

Para valores de Re por debajo del límite de turbulencia, se aconseja el uso de la fórmula de

Poiseuille para obtener el factor de fricción: $f = \frac{64}{R_e}$

siendo aconsejable para régimen turbulento el uso de la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left(\frac{K}{3,71 * D} + \frac{2,51 * \nu}{V * D * \sqrt{f}} \right)$$

que debe iterarse para poder llegar a un valor de f, debido al carácter implícito de la misma. Como parámetros se supone:

- Viscosidad cinemática del fluido: 1.15e-6 m²/s
- N° de Reynolds de transición entre régimen turbulento y régimen laminar: 2500.

Se establecen límites en la velocidad máxima y mínima del agua en la conducción, que actúan a dos niveles:

- Como aviso en modo "Cálculo", indicando en qué tramos la velocidad supera la velocidad máxima y en cuales no alcanza la velocidad mínima.
- Como límites de diseño en modo "Dimensionado", para lo cual el programa restringe el funcionamiento correcto de la instalación a velocidades comprendidas entre la máxima y la mínima, siempre que sea posible.

Se suele emplear como límite inferior de velocidad 0,3 m/s, a menos que exista una limitación de diámetro mínimo que impida el cumplimiento de esta velocidad en algunos tramos, ya que por debajo de 0,3 m/s tienen lugar procesos de sedimentación y estancamiento. La velocidad máxima está comprendida entre 1,5 y 2 m/s, para evitar fenómenos de arrastre y ruidos, así como grandes pérdidas de carga.

Los límites de presión mínima y máxima actúan de dos maneras diferentes:

- ✓ En el cálculo, como alarmas de salida de rango de la presión, indicando en colores si en un nudo se ha rebasado la presión máxima o se ha quedado por debajo de la presión mínima
- ✓ A nivel de predimensionado, como limitación de rango en la presión de los nudos, de forma que el programa busque la solución que permita un mayor número de nudos en dicho rango.

Los cálculos se han realizado suponiendo el punto de acometida general (nudo de suministro general) con una cota piezométrica de 83 m.c.a. (10 m.c.a. equivalen a 1 atm) y una cota altimétrica de valor $Z=38\text{m}$, esto confiere a la red una presión de suministro de 45 m.c.a.

Además, se ha supuesto que el punto de entronque con la red general es el que muestran los planos, y se hace con tubería de 250 mm de diámetro (así se ha supuesto en los cálculos). En realidad, la posición definitiva de dicho punto de entronque y su diámetro final vendrá determinada por los servicios municipales de agua. En cualquier caso, su variación apenas afectaría a los resultados obtenidos, siempre y cuando se garanticen las condiciones de caudal y presión disponible en el punto de suministro, ya que la variación de la posición sólo afectaría en que el nuevo cálculo daría otros sentidos de circulación y otra distribución de caudales, pero apenas variaciones en cuanto a pérdidas de carga o caídas de presión.

Con estas anotaciones estamos en condiciones de presentar los resultados de las operaciones realizadas y los caudales finales circulantes por las distintas líneas de la red. Las tablas, junto con todos los resultados de cálculo, se incluyen en el anexo de cálculo extraído del programa CYPE.

4.3.1. Hipótesis 1 : Consumos habituales.

Se admiten velocidades por debajo de 0.3 m/s, debido a que la hipótesis asumida de coeficiente de puntas igual para todos los ramales integrantes de la red sólo es realmente cierto para la arteria principal de abastecimiento. Realmente, la simultaneidad de posibles consumos hará que las velocidades que realmente se establezcan en las tuberías sean superiores a las obtenidas de cálculo, que está realizada para la hipótesis más desfavorable. Con esto tenemos los resultados del anexo a este anejo.

4.3.2. Hipótesis 2: Hipótesis de incendio.

Los resultados que se muestran se han obtenido del siguiente modo:

- 1) Se asignan unos consumos a los distintos nudos que integran la red.

- 2) El programa de cálculo predimensiona con las limitaciones impuestas a las velocidades y presiones para que los diámetros obtenidos permitan su cumplimiento.
- 3) Manualmente se corrigen aquéllos diámetros que son inferiores a los mínimos recomendados o exigidos en normativa y se vuelve a calcular la red.
- 4) Se parte de la hipótesis de todos los nudos a la misma cota, así que una vez definida las rasantes del terreno en plano aparte, para obtener la presión disponible en cada punto habrá que restar a la cota piezométrica en cada nudo el desnivel existente entre el punto de suministro general y el punto considerado.
- 5) Para obtener la pérdida de presión hasta el último testero de cualquiera de las ramificaciones que parten de las mallas, a la caída de presión hasta el nudo del que parte habrá que añadirle la caída de presión en esa derivación. Hay varias formas de hacerlo: una es por la fórmula:

$$H_{AB}=8*f*L*((Q^2)/3+Q_s^2+Q*Q_s)/(\pi^2*g*D^5),$$

Donde: Q= caudal a repartir uniformemente (l/s)

Qs= caudal saliente al final del tramo (en nuestro caso Qs=0)

f= factor de fricción

Otra forma más sencilla es mediante la fórmula de Hazen:

$$H_{AB}= J(m/m)*L=10.26/C^{1.85}*Q(m^3/s)^{1.85}/D(m)^{4.87}$$

Con Q= caudal equivalente = 0.58 Q_{ur}

Q_{ur} = caudal a repartir uniformemente.

Para los puntos de la malla obtenemos los resultados del anexo a este anejo.

4.4.- RESULTADOS: DIÁMETROS, PENDIENTES, COTAS, PRESIONES.

Se muestran en cada memoria de cálculo para cada una de las hipótesis, las velocidades de los tramos, las condiciones en los nudos, las pérdidas de carga. Se eligen diámetros de 250 mm, 160 mm y 110 mm en polietileno de alta densidad.

4.5.- CÁLCULO MECÁNICO Y ANCLAJES.

Para las derivaciones en T, codos y bridas ciegas se emplearán dados de hormigón de 200 kg/cm² de resistencia característica, con dimensiones de la superficie mínima de apoyo de 40cm*40cm y espesor mínimo de 15 cm. Para la presión de trabajo de las conducciones estas dimensiones son suficientes para aguantar los empujes producidos por la presión hidráulica en los cambios de dirección. Las barras de anclaje serán redondas de acero AE-42 de Ø16 mm.

Las conducciones irán enterradas a una profundidad media de 100 cm desde la generatriz superior de los tubos a la superficie del pavimento cuando la conducción discurra por la calzada, pudiendo reducirse esta distancia a 50 cm cuando discurran bajo acera o espacio reservado para peatones. Irán apoyadas en camas de material granular compactado de espesor 10 cm más la décima parte del diámetro del tubo. Así lo recomienda el P.P.T.G. Tuberías de abastecimiento de agua, y se evita de este modo cálculos específicos, excepto en puntos de especial dificultad.

ANEXO: RESULTADOS DE LOS CALCULOS PARA LAS DOS HIPÓTESIS .

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

1. Descripción de la red hidráulica

- Título: Red de distribución de Agua Potable
- Dirección: Polígono Industrial "San Carlos"
- Población: Redován (Alicante)

- Viscosidad del fluido: $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- N° de Reynolds de transición: 2500.0

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. Descripción de los materiales empleados

Los materiales utilizados para esta instalación son:

PE 50S 10 ATM - Rugosidad: 0.00250 mm

Descripción	Diámetros mm
PE110	90.0
PE160	130.8
PE250	204.6

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. Formulación

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu_s}$$

$$f_l = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 \cdot \log \left(\frac{K}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot (ft)^{1/2}} \right)$$

donde:

- h es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f es el factor de fricción
- L es la longitud resistente en m
- Q es el caudal en m³/s
- g es la aceleración de la gravedad
- D es el diámetro de la conducción en m
- Re es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo
- v es la velocidad del fluido en m/s
- ν_s es la viscosidad cinemática del fluido en m²/s
- f_l es el factor de fricción en régimen laminar ($Re < 2500.0$)
- ft es el factor de fricción en régimen turbulento ($Re \geq 2500.0$)
- k es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando f_l o ft según sea necesario para calcular la caída de presión.

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

Se utiliza como umbral de turbulencia un nº de Reynolds igual a 2500.0.

4. Combinaciones

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Unica	Hipótesis Incendio
Combinación 1	1.00	0.00
Incendio	0.80	1.00

5. Resultados

5.1 Listado de nudos

Combinación: Combinación 1

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
N1	38.38	---	67.87	29.48	
N2	38.18	---	67.76	29.59	
N3	37.34	---	67.47	30.13	
N4	36.98	---	67.23	30.26	
N5	39.05	---	71.23	32.19	
N6	44.67	---	67.89	23.22	
N7	52.59	---	67.67	15.08	
N8	50.14	---	67.71	17.57	
N9	42.68	---	68.40	25.72	
N10	44.59	---	67.57	22.98	
N11	47.71	---	67.43	19.72	
N12	47.07	---	65.65	18.58	
N13	37.35	---	66.37	29.02	
N14	37.34	---	66.36	29.01	
N16	37.66	---	67.16	29.51	
N17	37.12	---	66.55	29.44	
N18	36.70	---	66.62	29.91	
N19	36.31	---	66.63	30.32	
N20	36.59	---	66.75	30.16	
NC1	38.88	2.70	76.19	37.31	Pres. máx.
NC2	39.00	2.70	73.87	34.87	
NC3	39.05	2.70	71.49	32.44	
NC4	38.76	2.70	69.31	30.56	
NC5	38.18	1.77	68.51	30.33	
NC6	37.54	1.17	67.61	30.06	
NC7	37.10	1.49	67.35	30.25	
NC8	36.90	1.45	67.15	30.25	
NC9	36.78	1.30	67.07	30.29	
NC10	36.78	2.00	66.97	30.19	
NC11	36.98	2.00	66.59	29.61	
NC12	37.23	1.70	66.56	29.34	
NC13	37.75	0.82	67.85	30.10	
NC14	37.75	1.55	67.85	30.10	
NC15	38.76	2.71	69.27	30.51	
NC16	39.00	1.89	70.84	31.84	
NC17	38.90	1.89	70.75	31.85	
NC18	41.86	2.71	69.66	27.80	
NC19	44.67	5.10	67.79	23.12	
NC20	51.50	2.57	67.68	16.18	
NC21	52.59	1.16	67.67	15.08	
NC22	50.14	1.16	67.71	17.57	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC23	46.60	2.57	67.78	21.18	Pres. min.
NC24	42.68	1.55	68.39	25.71	
NC25	46.48	1.16	67.61	21.13	
NC26	47.73	1.16	67.42	19.69	
NC27	47.71	0.87	67.42	19.71	
NC28	49.20	0.86	67.40	18.20	
NC29	44.59	1.55	67.58	22.99	
NC30	42.34	1.53	65.92	23.58	
NC31	47.00	2.00	65.63	18.63	
NC32	51.00	1.53	65.60	14.60	
NC33	42.51	1.48	65.38	22.88	
NC34	42.51	2.00	65.37	22.86	
NC35	47.95	1.48	65.29	17.34	
NC36	38.57	5.39	65.61	27.05	
NC37	38.57	1.77	65.71	27.15	
NC38	38.36	1.77	65.56	27.20	
NC39	37.36	1.77	66.58	29.21	
NC40	37.22	1.77	66.32	29.10	
NC41	37.34	1.77	66.35	29.00	
NC42	37.34	2.43	66.37	29.03	
NC43	37.45	1.17	66.81	29.36	
NC44	36.95	1.17	66.56	29.61	
NC45	36.73	1.17	66.81	30.09	
NC46	36.73	1.49	66.82	30.09	
NC47	36.50	1.49	66.61	30.11	
NC48	36.33	1.49	66.70	30.37	
NC49	36.33	1.45	66.71	30.38	
NC50	36.35	1.45	66.62	30.27	
NC51	36.59	1.45	66.74	30.16	
NC52	36.38	1.30	66.63	30.25	
NC53	36.56	1.48	66.06	29.51	
SG1	38.00	-96.76	83.00	45.00	

Combinación: Incendio

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
N1	38.38	---	68.45	30.07	Pres. máx.
N2	38.18	---	68.35	30.17	
N3	37.34	---	68.03	30.69	
N4	36.98	---	67.76	30.78	
N5	39.05	---	71.75	32.70	
N6	44.67	---	67.73	23.06	
N7	52.59	---	66.45	13.86	
N8	50.14	---	67.26	17.12	
N9	42.68	---	68.68	26.00	
N10	44.59	---	67.77	23.18	
N11	47.71	---	67.68	19.96	
N12	47.07	---	66.63	19.56	
N13	37.35	---	67.29	29.94	
N14	37.34	---	67.28	29.93	
N16	37.66	---	67.89	30.24	
N17	37.12	---	67.39	30.27	
N18	36.70	---	67.41	30.70	
N19	36.31	---	67.38	31.07	
N20	36.59	---	67.39	30.80	
NC1	38.88	2.16	76.53	37.65	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC2	39.00	2.16	74.31	35.31	
NC3	39.05	2.16	72.00	32.95	
NC4	38.76	2.16	69.89	31.13	
NC5	38.18	1.42	69.12	30.94	
NC6	37.54	0.94	68.19	30.64	
NC7	37.10	1.19	67.91	30.81	
NC8	36.90	1.16	67.64	30.74	
NC9	36.78	1.04	67.53	30.75	
NC10	36.78	1.60	67.34	30.56	
NC11	36.98	1.60	67.24	30.26	
NC12	37.23	1.36	67.24	30.02	
NC13	37.75	0.66	68.43	30.68	
NC14	37.75	1.24	68.42	30.67	
NC15	38.76	2.17	69.84	31.08	
NC16	39.00	1.51	71.48	32.48	
NC17	38.90	1.51	71.43	32.53	
NC18	41.86	2.17	69.98	28.12	
NC19	44.67	4.08	67.66	22.99	
NC20	51.50	2.06	66.86	15.36	
NC21	52.59	9.26	66.17	13.58	
NC22	50.14	0.93	67.26	17.12	
NC23	46.60	2.06	67.72	21.12	
NC24	42.68	1.24	68.67	25.99	
NC25	46.48	0.93	67.73	21.25	
NC26	47.73	0.93	67.67	19.94	
NC27	47.71	0.70	67.67	19.96	
NC28	49.20	0.69	67.65	18.45	
NC29	44.59	1.24	67.81	23.22	
NC30	42.34	1.22	66.81	24.48	
NC31	47.00	1.60	66.62	19.62	
NC32	51.00	1.22	66.60	15.60	
NC33	42.51	1.18	60.42	17.91	
NC34	42.51	1.60	60.41	17.90	
NC35	47.95	9.51	57.99	10.04	Pres. min.
NC36	38.57	4.31	67.18	28.61	
NC37	38.57	1.42	67.25	28.68	
NC38	38.36	1.42	67.14	28.78	
NC39	37.36	1.42	67.45	30.09	
NC40	37.22	1.42	67.26	30.04	
NC41	37.34	1.42	67.27	29.93	
NC42	37.34	1.94	67.28	29.94	
NC43	37.45	0.94	67.61	30.16	
NC44	36.95	0.94	67.39	30.44	
NC45	36.73	0.94	67.56	30.83	
NC46	36.73	1.19	67.56	30.84	
NC47	36.50	1.19	67.38	30.88	
NC48	36.33	1.19	67.42	31.09	
NC49	36.33	1.16	67.43	31.10	
NC50	36.35	1.16	67.35	31.00	
NC51	36.59	1.16	67.38	30.80	
NC52	36.38	1.04	67.35	30.97	
NC53	36.56	1.18	63.89	27.34	
SG1	38.00	-94.07	83.00	45.00	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha:14/07/05

5.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Combinación 1

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N1	N2	16.38	PE250	38.05	0.10	1.16	
N1	NC5	79.37	PE250	-43.78	-0.64	-1.33	
N1	NC13	11.50	PE160	5.73	0.02	0.43	
N2	N16	28.65	PE110	8.31	0.60	1.31	
N2	NC6	38.57	PE250	29.73	0.15	0.90	
N3	NC6	38.51	PE250	-28.56	-0.14	-0.87	
N3	NC7	42.12	PE250	23.46	0.11	0.71	
N3	NC46	73.92	PE110	5.10	0.65	0.80	
N4	NC7	51.75	PE250	-21.97	-0.12	-0.67	
N4	NC8	57.10	PE250	17.62	0.09	0.54	
N4	NC49	79.20	PE110	4.35	0.52	0.68	
N5	NC3	11.84	PE160	-22.77	-0.25	-1.69	
N5	NC15	127.98	PE110	6.98	1.96	1.10	
N5	NC16	77.22	PE110	3.78	0.40	0.59	
N5	NC18	38.78	PE110	12.01	1.58	1.89	
N6	NC18	68.88	PE110	-9.30	-1.76	-1.46	
N6	NC19	11.69	PE110	5.10	0.10	0.80	
N6	NC20	70.24	PE110	2.82	0.21	0.44	
N6	NC23	127.43	PE110	1.37	0.11	0.22	
N7	N22	60.59	PE110	-0.91	-0.03	-0.14	
N7	NC20	66.72	PE110	-0.25	-0.00	-0.04	Vel.mín.
N7	NC21	11.13	PE110	1.16	0.01	0.18	
N8	N22	31.96	PE110	0.91	0.01	0.14	
N8	NC22	10.23	PE110	1.16	0.01	0.18	
N8	NC23	39.26	PE110	-2.07	-0.07	-0.33	
N9	NC15	51.85	PE110	-7.34	-0.87	-1.15	
N9	NC23	56.74	PE110	5.79	0.62	0.91	
N9	NC24	10.25	PE110	1.55	0.01	0.24	
N10	N11	42.75	PE110	2.89	0.14	0.45	
N10	NC25	50.91	PE110	-1.36	-0.04	-0.21	
N10	NC29	8.53	PE110	-1.53	-0.01	-0.24	
N11	NC26	27.42	PE110	1.16	0.02	0.18	
N11	NC27	9.15	PE110	1.73	0.01	0.27	
N12	NC30	60.31	PE110	-3.53	-0.27	-0.55	
N12	NC31	10.51	PE110	2.00	0.02	0.31	
N12	NC32	44.81	PE110	1.53	0.05	0.24	
N13	N14	38.36	PE110	0.85	0.01	0.13	
N13	NC39	75.64	PE110	-2.62	-0.20	-0.41	
N13	NC40	40.05	PE110	1.77	0.05	0.28	
N14	NC41	10.12	PE110	1.77	0.01	0.28	
N14	NC42	34.10	PE110	-0.92	-0.01	-0.14	
N15	N16	9.15	PE110	-4.39	-0.06	-0.69	
N15	NC39	78.68	PE110	4.39	0.53	0.69	
N16	NC43	65.33	PE110	3.92	0.36	0.62	
N17	NC42	43.04	PE110	3.35	0.18	0.53	
N17	NC43	87.42	PE110	-2.75	-0.25	-0.43	
N17	NC44	38.72	PE110	-0.60	-0.01	-0.09	
N18	NC44	44.22	PE110	1.77	0.06	0.28	
N18	NC46	85.38	PE110	-2.44	-0.20	-0.38	
N18	NC47	39.99	PE110	0.68	0.01	0.11	
N19	NC47	51.18	PE110	0.81	0.02	0.13	
N19	NC49	97.85	PE110	-1.41	-0.09	-0.22	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Périd. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N19	NC50	46.57	PE110	0.60	0.01	0.09	Vel.máx.
N20	NC9	67.44	PE110	-3.60	-0.32	-0.57	
N20	NC51	9.95	PE110	1.45	0.01	0.23	
N20	NC52	63.34	PE110	2.15	0.12	0.34	
N21	NC1	68.92	PE250	96.76	2.36	2.94	
N21	SG1	130.00	PE250	-96.76	-4.45	-2.94	
N23	NC23	16.39	PE110	-2.52	-0.04	-0.40	
N23	NC25	51.58	PE110	2.52	0.13	0.40	
N24	NC27	25.74	PE110	-0.86	-0.01	-0.14	
N24	NC28	41.97	PE110	0.86	0.02	0.14	
NC1	NC2	71.22	PE250	94.06	2.32	2.86	
NC2	NC3	77.28	PE250	91.36	2.38	2.78	
NC3	NC4	127.91	PE250	65.89	2.17	2.00	
NC4	NC5	67.14	PE250	54.48	0.81	1.66	
NC4	NC15	11.20	PE160	8.71	0.04	0.65	
NC5	NC37	117.17	PE110	8.93	2.79	1.40	
NC8	NC9	56.37	PE250	16.17	0.08	0.49	
NC9	NC10	15.82	PE160	11.27	0.10	0.84	
NC10	NC11	126.38	PE110	2.83	0.39	0.44	
NC10	NC53	68.85	PE110	6.44	0.91	1.01	
NC11	NC12	72.42	PE110	0.83	0.03	0.13	
NC12	NC13	112.06	PE110	-5.93	-1.28	-0.93	
NC12	NC30	74.77	PE110	5.06	0.64	0.80	
NC13	NC14	9.73	PE110	-1.02	-0.00	-0.16	
NC14	NC15	135.60	PE110	-5.65	-1.42	-0.89	
NC14	NC29	76.79	PE110	3.08	0.27	0.48	
NC16	NC17	56.10	PE110	1.89	0.08	0.30	
NC33	NC34	8.98	PE110	2.00	0.01	0.31	
NC33	NC35	90.92	PE110	1.48	0.09	0.23	
NC33	NC53	81.80	PE110	-4.96	-0.68	-0.78	
NC36	NC37	10.43	PE110	-5.39	-0.10	-0.85	
NC37	NC38	114.24	PE110	1.77	0.15	0.28	
NC45	NC46	12.62	PE110	-1.17	-0.01	-0.18	
NC48	NC49	11.41	PE110	-1.49	-0.01	-0.23	
NC50	NC52	47.47	PE110	-0.85	-0.02	-0.13	

Combinación: Incendio

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Périd. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N1	N2	16.38	PE250	37.85	0.10	1.15	
N1	NC5	79.37	PE250	-44.63	-0.66	-1.36	
N1	NC13	11.50	PE160	6.78	0.03	0.50	
N2	N16	28.65	PE110	7.17	0.46	1.13	
N2	NC6	38.57	PE250	30.68	0.16	0.93	
N3	NC6	38.51	PE250	-29.74	-0.15	-0.90	
N3	NC7	42.12	PE250	25.48	0.13	0.77	
N3	NC46	73.92	PE110	4.26	0.47	0.67	
N4	NC7	51.75	PE250	-24.29	-0.14	-0.74	
N4	NC8	57.10	PE250	20.90	0.12	0.64	
N4	NC49	79.20	PE110	3.38	0.33	0.53	
N5	NC3	11.84	PE160	-22.70	-0.25	-1.69	
N5	NC15	127.98	PE110	6.88	1.91	1.08	
N5	NC16	77.22	PE110	3.02	0.27	0.48	
N5	NC18	38.78	PE110	12.80	1.77	2.01	
N6	NC18	68.88	PE110	-10.63	-2.25	-1.67	
N6	NC19	11.69	PE110	4.08	0.07	0.64	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha:14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Périd. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N6	NC20	70.24	PE110	6.22	0.87	0.98	
N6	NC23	127.43	PE110	0.33	0.01	0.05	
N7	N22	60.59	PE110	-5.10	-0.53	-0.80	
N7	NC20	66.72	PE110	-4.16	-0.40	-0.65	
N7	NC21	11.13	PE110	9.26	0.28	1.46	
N8	N22	31.96	PE110	5.10	0.28	0.80	
N8	NC22	10.23	PE110	0.93	0.00	0.15	
N8	NC23	39.26	PE110	-6.03	-0.46	-0.95	
N9	NC15	51.85	PE110	-8.61	-1.16	-1.35	
N9	NC23	56.74	PE110	7.37	0.96	1.16	
N9	NC24	10.25	PE110	1.24	0.01	0.19	
N10	N11	42.75	PE110	2.31	0.09	0.36	
N10	NC25	50.91	PE110	1.30	0.04	0.20	
N10	NC29	8.53	PE110	-3.62	-0.04	-0.57	
N11	NC26	27.42	PE110	0.93	0.01	0.15	
N11	NC27	9.15	PE110	1.38	0.01	0.22	
N12	NC30	60.31	PE110	-2.82	-0.18	-0.44	
N12	NC31	10.51	PE110	1.60	0.01	0.25	
N12	NC32	44.81	PE110	1.22	0.03	0.19	
N13	N14	38.36	PE110	0.88	0.02	0.14	
N13	NC39	75.64	PE110	-2.30	-0.16	-0.36	
N13	NC40	40.05	PE110	1.42	0.04	0.22	
N14	NC41	10.12	PE110	1.42	0.01	0.22	
N14	NC42	34.10	PE110	-0.53	-0.01	-0.08	
N15	N16	9.15	PE110	-3.72	-0.05	-0.58	
N15	NC39	78.68	PE110	3.72	0.39	0.58	
N16	NC43	65.33	PE110	3.45	0.28	0.54	
N17	NC42	43.04	PE110	2.48	0.10	0.39	
N17	NC43	87.42	PE110	-2.52	-0.22	-0.40	
N17	NC44	38.72	PE110	0.04	0.00	0.01	Vel.mín.
N18	NC44	44.22	PE110	0.89	0.02	0.14	
N18	NC46	85.38	PE110	-2.13	-0.16	-0.34	
N18	NC47	39.99	PE110	1.24	0.03	0.19	
N19	NC47	51.18	PE110	-0.05	-0.00	-0.01	
N19	NC49	97.85	PE110	-1.03	-0.05	-0.16	
N19	NC50	46.57	PE110	1.08	0.03	0.17	
N20	NC9	67.44	PE110	-2.28	-0.14	-0.36	
N20	NC51	9.95	PE110	1.16	0.01	0.18	
N20	NC52	63.34	PE110	1.12	0.04	0.18	
N21	NC1	68.92	PE250	94.07	2.24	2.86	Vel.máx.
N21	SG1	130.00	PE250	-94.07	-4.23	-2.86	
N23	NC23	16.39	PE110	0.38	0.00	0.06	
N23	NC25	51.58	PE110	-0.38	-0.00	-0.06	
N24	NC27	25.74	PE110	-0.69	-0.01	-0.11	
N24	NC28	41.97	PE110	0.69	0.01	0.11	
NC1	NC2	71.22	PE250	91.91	2.22	2.80	
NC2	NC3	77.28	PE250	89.75	2.31	2.73	
NC3	NC4	127.91	PE250	64.88	2.11	1.97	
NC4	NC5	67.14	PE250	53.19	0.77	1.62	
NC4	NC15	11.20	PE160	9.53	0.05	0.71	
NC5	NC37	117.17	PE110	7.14	1.87	1.12	
NC8	NC9	56.37	PE250	19.74	0.11	0.60	
NC9	NC10	15.82	PE160	16.42	0.19	1.22	
NC10	NC11	126.38	PE110	1.34	0.10	0.21	
NC10	NC53	68.85	PE110	13.48	3.45	2.12	
NC11	NC12	72.42	PE110	-0.26	-0.00	-0.04	

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
NC12	NC13	112.06	PE110	-5.67	-1.18	-0.89	
NC12	NC30	74.77	PE110	4.05	0.43	0.64	
NC13	NC14	9.73	PE110	0.46	0.00	0.07	
NC14	NC15	135.60	PE110	-5.64	-1.42	-0.89	
NC14	NC29	76.79	PE110	4.86	0.61	0.76	
NC16	NC17	56.10	PE110	1.51	0.06	0.24	
NC33	NC34	8.98	PE110	1.60	0.01	0.25	
NC33	NC35	90.92	PE110	9.51	2.43	1.50	
NC33	NC53	81.80	PE110	-12.30	-3.47	-1.93	
NC36	NC37	10.43	PE110	-4.31	-0.07	-0.68	
NC37	NC38	114.24	PE110	1.42	0.10	0.22	
NC45	NC46	12.62	PE110	-0.94	-0.01	-0.15	
NC48	NC49	11.41	PE110	-1.19	-0.01	-0.19	
NC50	NC52	47.47	PE110	-0.08	-0.00	-0.01	

5.3 Listado de elementos

No hay elementos para listar.

6. Envolvente

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N1	N2	16.38	PE250	38.05	0.10	1.16
N1	NC5	79.37	PE250	44.63	0.66	1.36
N1	NC13	11.50	PE160	6.78	0.03	0.50
N2	N16	28.65	PE110	8.31	0.60	1.31
N2	NC6	38.57	PE250	30.68	0.16	0.93
N3	NC6	38.51	PE250	29.74	0.15	0.90
N3	NC7	42.12	PE250	25.48	0.13	0.77
N3	NC46	73.92	PE110	5.10	0.65	0.80
N4	NC7	51.75	PE250	24.29	0.14	0.74
N4	NC8	57.10	PE250	20.90	0.12	0.64
N4	NC49	79.20	PE110	4.35	0.52	0.68
N5	NC3	11.84	PE160	22.77	0.25	1.69
N5	NC15	127.98	PE110	6.98	1.96	1.10
N5	NC16	77.22	PE110	3.78	0.40	0.59
N5	NC18	38.78	PE110	12.80	1.77	2.01
N6	NC18	68.88	PE110	10.63	2.25	1.67
N6	NC19	11.69	PE110	5.10	0.10	0.80
N6	NC20	70.24	PE110	6.22	0.87	0.98
N6	NC23	127.43	PE110	1.37	0.11	0.22
N7	N22	60.59	PE110	5.10	0.53	0.80
N7	NC20	66.72	PE110	4.16	0.40	0.65
N7	NC21	11.13	PE110	9.26	0.28	1.46
N8	N22	31.96	PE110	5.10	0.28	0.80
N8	NC22	10.23	PE110	1.16	0.01	0.18
N8	NC23	39.26	PE110	6.03	0.46	0.95
N9	NC15	51.85	PE110	8.61	1.16	1.35
N9	NC23	56.74	PE110	7.37	0.96	1.16
N9	NC24	10.25	PE110	1.55	0.01	0.24
N10	N11	42.75	PE110	2.89	0.14	0.45
N10	NC25	50.91	PE110	1.36	0.04	0.21
N10	NC29	8.53	PE110	3.62	0.04	0.57

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha:14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N11	NC26	27.42	PE110	1.16	0.02	0.18
N11	NC27	9.15	PE110	1.73	0.01	0.27
N12	NC30	60.31	PE110	3.53	0.27	0.55
N12	NC31	10.51	PE110	2.00	0.02	0.31
N12	NC32	44.81	PE110	1.53	0.05	0.24
N13	N14	38.36	PE110	0.88	0.02	0.14
N13	NC39	75.64	PE110	2.62	0.20	0.41
N13	NC40	40.05	PE110	1.77	0.05	0.28
N14	NC41	10.12	PE110	1.77	0.01	0.28
N14	NC42	34.10	PE110	0.92	0.01	0.14
N15	N16	9.15	PE110	4.39	0.06	0.69
N15	NC39	78.68	PE110	4.39	0.53	0.69
N16	NC43	65.33	PE110	3.92	0.36	0.62
N17	NC42	43.04	PE110	3.35	0.18	0.53
N17	NC43	87.42	PE110	2.75	0.25	0.43
N17	NC44	38.72	PE110	0.60	0.01	0.09
N18	NC44	44.22	PE110	1.77	0.06	0.28
N18	NC46	85.38	PE110	2.44	0.20	0.38
N18	NC47	39.99	PE110	1.24	0.03	0.19
N19	NC47	51.18	PE110	0.81	0.02	0.13
N19	NC49	97.85	PE110	1.41	0.09	0.22
N19	NC50	46.57	PE110	1.08	0.03	0.17
N20	NC9	67.44	PE110	3.60	0.32	0.57
N20	NC51	9.95	PE110	1.45	0.01	0.23
N20	NC52	63.34	PE110	2.15	0.12	0.34
N21	NC1	68.92	PE250	96.76	2.36	2.94
N21	SG1	130.00	PE250	96.76	4.45	2.94
N23	NC23	16.39	PE110	2.52	0.04	0.40
N23	NC25	51.58	PE110	2.52	0.13	0.40
N24	NC27	25.74	PE110	0.86	0.01	0.14
N24	NC28	41.97	PE110	0.86	0.02	0.14
NC1	NC2	71.22	PE250	94.06	2.32	2.86
NC2	NC3	77.28	PE250	91.36	2.38	2.78
NC3	NC4	127.91	PE250	65.89	2.17	2.00
NC4	NC5	67.14	PE250	54.48	0.81	1.66
NC4	NC15	11.20	PE160	9.53	0.05	0.71
NC5	NC37	117.17	PE110	8.93	2.79	1.40
NC8	NC9	56.37	PE250	19.74	0.11	0.60
NC9	NC10	15.82	PE160	16.42	0.19	1.22
NC10	NC11	126.38	PE110	2.83	0.39	0.44
NC10	NC53	68.85	PE110	13.48	3.45	2.12
NC11	NC12	72.42	PE110	0.83	0.03	0.13
NC12	NC13	112.06	PE110	5.93	1.28	0.93
NC12	NC30	74.77	PE110	5.06	0.64	0.80
NC13	NC14	9.73	PE110	1.02	0.00	0.16
NC14	NC15	135.60	PE110	5.65	1.42	0.89
NC14	NC29	76.79	PE110	4.86	0.61	0.76
NC16	NC17	56.10	PE110	1.89	0.08	0.30
NC33	NC34	8.98	PE110	2.00	0.01	0.31
NC33	NC35	90.92	PE110	9.51	2.43	1.50
NC33	NC53	81.80	PE110	12.30	3.47	1.93
NC36	NC37	10.43	PE110	5.39	0.10	0.85
NC37	NC38	114.24	PE110	1.77	0.15	0.28
NC45	NC46	12.62	PE110	1.17	0.01	0.18
NC48	NC49	11.41	PE110	1.49	0.01	0.23
NC50	NC52	47.47	PE110	0.85	0.02	0.13

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha:14/07/05

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Périd. m.c.a.	Velocidad m/s
N1	N2	16.38	PE250	37.85	0.10	1.15
N1	NC5	79.37	PE250	43.78	0.64	1.33
N1	NC13	11.50	PE160	5.73	0.02	0.43
N2	N16	28.65	PE110	7.17	0.46	1.13
N2	NC6	38.57	PE250	29.73	0.15	0.90
N3	NC6	38.51	PE250	28.56	0.14	0.87
N3	NC7	42.12	PE250	23.46	0.11	0.71
N3	NC46	73.92	PE110	4.26	0.47	0.67
N4	NC7	51.75	PE250	21.97	0.12	0.67
N4	NC8	57.10	PE250	17.62	0.09	0.54
N4	NC49	79.20	PE110	3.38	0.33	0.53
N5	NC3	11.84	PE160	22.70	0.25	1.69
N5	NC15	127.98	PE110	6.88	1.91	1.08
N5	NC16	77.22	PE110	3.02	0.27	0.48
N5	NC18	38.78	PE110	12.01	1.58	1.89
N6	NC18	68.88	PE110	9.30	1.76	1.46
N6	NC19	11.69	PE110	4.08	0.07	0.64
N6	NC20	70.24	PE110	2.82	0.21	0.44
N6	NC23	127.43	PE110	0.33	0.01	0.05
N7	N22	60.59	PE110	0.91	0.03	0.14
N7	NC20	66.72	PE110	0.25	0.00	0.04
N7	NC21	11.13	PE110	1.16	0.01	0.18
N8	N22	31.96	PE110	0.91	0.01	0.14
N8	NC22	10.23	PE110	0.93	0.00	0.15
N8	NC23	39.26	PE110	2.07	0.07	0.33
N9	NC15	51.85	PE110	7.34	0.87	1.15
N9	NC23	56.74	PE110	5.79	0.62	0.91
N9	NC24	10.25	PE110	1.24	0.01	0.19
N10	N11	42.75	PE110	2.31	0.09	0.36
N10	NC25	50.91	PE110	1.30	0.04	0.20
N10	NC29	8.53	PE110	1.53	0.01	0.24
N11	NC26	27.42	PE110	0.93	0.01	0.15
N11	NC27	9.15	PE110	1.38	0.01	0.22
N12	NC30	60.31	PE110	2.82	0.18	0.44
N12	NC31	10.51	PE110	1.60	0.01	0.25
N12	NC32	44.81	PE110	1.22	0.03	0.19
N13	N14	38.36	PE110	0.85	0.01	0.13
N13	NC39	75.64	PE110	2.30	0.16	0.36
N13	NC40	40.05	PE110	1.42	0.04	0.22
N14	NC41	10.12	PE110	1.42	0.01	0.22
N14	NC42	34.10	PE110	0.53	0.01	0.08
N15	N16	9.15	PE110	3.72	0.05	0.58
N15	NC39	78.68	PE110	3.72	0.39	0.58
N16	NC43	65.33	PE110	3.45	0.28	0.54
N17	NC42	43.04	PE110	2.48	0.10	0.39
N17	NC43	87.42	PE110	2.52	0.22	0.40
N17	NC44	38.72	PE110	0.04	0.00	0.01
N18	NC44	44.22	PE110	0.89	0.02	0.14
N18	NC46	85.38	PE110	2.13	0.16	0.34
N18	NC47	39.99	PE110	0.68	0.01	0.11
N19	NC47	51.18	PE110	0.05	0.00	0.01
N19	NC49	97.85	PE110	1.03	0.05	0.16

Listado general de la instalación

Nombre Obra: Red de distribución de Agua Potable

Fecha: 14/07/05

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Périd. m.c.a.	Velocidad m/s
N19	NC50	46.57	PE110	0.60	0.01	0.09
N20	NC9	67.44	PE110	2.28	0.14	0.36
N20	NC51	9.95	PE110	1.16	0.01	0.18
N20	NC52	63.34	PE110	1.12	0.04	0.18
N21	NC1	68.92	PE250	94.07	2.24	2.86
N21	SG1	130.00	PE250	94.07	4.23	2.86
N23	NC23	16.39	PE110	0.38	0.00	0.06
N23	NC25	51.58	PE110	0.38	0.00	0.06
N24	NC27	25.74	PE110	0.69	0.01	0.11
N24	NC28	41.97	PE110	0.69	0.01	0.11
NC1	NC2	71.22	PE250	91.91	2.22	2.80
NC2	NC3	77.28	PE250	89.75	2.31	2.73
NC3	NC4	127.91	PE250	64.88	2.11	1.97
NC4	NC5	67.14	PE250	53.19	0.77	1.62
NC4	NC15	11.20	PE160	8.71	0.04	0.65
NC5	NC37	117.17	PE110	7.14	1.87	1.12
NC8	NC9	56.37	PE250	16.17	0.08	0.49
NC9	NC10	15.82	PE160	11.27	0.10	0.84
NC10	NC11	126.38	PE110	1.34	0.10	0.21
NC10	NC53	68.85	PE110	6.44	0.91	1.01
NC11	NC12	72.42	PE110	0.26	0.00	0.04
NC12	NC13	112.06	PE110	5.67	1.18	0.89
NC12	NC30	74.77	PE110	4.05	0.43	0.64
NC13	NC14	9.73	PE110	0.46	0.00	0.07
NC14	NC15	135.60	PE110	5.64	1.42	0.89
NC14	NC29	76.79	PE110	3.08	0.27	0.48
NC16	NC17	56.10	PE110	1.51	0.06	0.24
NC33	NC34	8.98	PE110	1.60	0.01	0.25
NC33	NC35	90.92	PE110	1.48	0.09	0.23
NC33	NC53	81.80	PE110	4.96	0.68	0.78
NC36	NC37	10.43	PE110	4.31	0.07	0.68
NC37	NC38	114.24	PE110	1.42	0.10	0.22
NC45	NC46	12.62	PE110	0.94	0.01	0.15
NC48	NC49	11.41	PE110	1.19	0.01	0.19
NC50	NC52	47.47	PE110	0.08	0.00	0.01

7. Medición

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

PE 50S 10 ATM

Descripción	Longitud m	Long. mayorada m
PE110	3687.04	4424.45
PE160	50.36	60.44
PE250	922.64	1107.17

Se emplea un coeficiente de mayoración en las longitudes del 20.0 % para simular en el cálculo las pérdidas en elementos especiales no tenidos en cuenta en el diseño.