

Anejo 20. Red de abastecimiento de agua

Proyecto básico de ampliación del Puerto deportivo Poble Marina
(T.M. Puebla de Farnals, Valencia)

MAHIQUES PÉREZ, M^a Ángeles

Valencia, Junio de 2016



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. NORMATIVA	4
3. DESCRIPCION DE LA RED	5
3.1. Red anti-incendio.....	6
4. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	7
4.1. Método de cálculo.....	7
4.2. Caudal de cálculo	9
4.3. Cálculo de la red.....	10



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudal de abastecimiento de embarcaciones	9
Tabla 2. Datos obtenidos bajo la hipótesis NI	14
Tabla 3. Datos obtenidos bajo la hipótesis I	16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Torreta de abastecimiento	9
Ilustración 2. Identificación de nudos, hipótesis NI	11
Ilustración 3. Identificación de tuberías, hipótesis NI	11
Ilustración 4. Longitudes de tuberías, hipótesis NI	12
Ilustración 5. Diámetros de tuberías, hipótesis NI	12
Ilustración 6. Demanda base en nudos, hipótesis NI	13
Ilustración 7. Velocidad en líneas y presión en nudos, hipótesis NI	13
Ilustración 8. Demanda base en nudos, hipótesis I	15
Ilustración 9. Velocidad en líneas y presión en nudos, hipótesis I	15



1. OBJETO

En el presente anejo, se dimensionará, la red de abastecimiento de agua potable de la ampliación del puerto de Puebla de Farnals. Las instalaciones existentes, se consideran suficientes y con un correcto funcionamiento, por lo tanto, no se plantea una modificación en las mismas.

Se procede a dimensionar los suministros de agua para el nuevo edificio (escuela de vela), garantizar servicios a las embarcaciones y bocas de incendio.

La toma general para el abastecimiento de agua potable, se realiza desde la conducción ya existente que suministra agua al puerto actualmente.

En primer lugar, se ha diseñado el trazado en planta para ver las longitudes de tuberías hacia los sitios a los que debe abastecer. Se calcularán los caudales necesarios en cada nudo siguiendo ciertos requisitos. Seguido, se obtendrán los diámetros mínimos de las tuberías y, por último, con el programa EPANET se comprobará lo pertinente.



2. NORMATIVA

Para el dimensionamiento de las redes de abastecimiento de agua se utilizará el programa de cálculo de abastecimiento de EPANET, las publicaciones serán las siguientes:

- NTE-IFA.
- NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios.
- Reglamento de la Ley de Puertos Deportivos. (Aunque no es de obligado desempeño ya que los puertos deportivos se han transferido a las autonomías).
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios del Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre.
- Guía Técnica de tuberías en presión (CEDEX).



3. DESCRIPCION DE LA RED

Como bien se ha indicado anteriormente, la toma general para el abastecimiento se realiza desde la conducción ya existente que suministra actualmente agua al puerto deportivo. En el caso de proyectar esta ampliación sería necesario comprobar la presencia y las características de tal conducción. Si esta presión fuese inferior a la adoptada se deberá instalar un depósito de compensación con un sistema de bombeo.

Básicamente existen dos tipos de redes de abastecimiento:

- Red ramificada: el agua circula por la red en un único sentido, es decir, el agua solo puede seguir un camino para llegar a cada uno de los nudos del sistema. Presentan problemas en los puntos finales debido al estancamiento de las aguas y a los problemas relacionados con la pérdida de efectividad del cloro residual por el transcurso del tiempo en estas zonas sin que se renueve el agua. Por otra parte, en el caso de averías en un conducto se deja sin servicio a los tramos que están situados aguas debajo de este.
- Red mallada: el agua puede circular en cualquier sentido en los conductos y cada punto de la red puede ser alimentada por varios caminos hidráulicos, al menos dos. Al contrario que en las ramificadas, una avería en un tubo no implica dejar sin servicio a otras partes del sistema ya que es posible modificar los sentidos de circulación mediante el accionamiento de válvulas. Pero el dimensionamiento de este tipo de sistema resulta más complejo y tiene un coste de implantación mayor.

Una vez vistas las características principales de los distintos tipos de red, teniendo en cuenta la configuración en planta de Pobleja Marina, se ha elegido la colocación de una red unitaria ramificada. Entre otros motivos, porque se trata de una red de fácil explotación, costo de implantación inferior y porque la demanda existente no compensa la implantación de una red mallada.

Esta red será unitaria, compuesta por tuberías que sólo transportan agua potable esterilizada y depurada. No solo estará destinada al consumo humano, sino que, también tendrá que ser utilizada para otras actividades tales como el riego de jardines, extinción de incendios, y en general, cualquier actividad que necesite de agua potable. Esto se debe a que estas redes minoritarias no tienen la entidad suficiente como para justificar la construcción de otra red. Cada canalización arrancará de otra jerárquicamente superior, consiguiendo una morfología arborescente.

Es necesario realizar el trazado en planta, siguiendo el trazado de los viales que conforman el puerto y considerando que la red existente está en buen funcionamiento, la nueva red de abastecimiento de agua potable, en la parte sur, abastecerá la nueva dársena. Aparecerá un nuevo ramal que abastecerá el nuevo edificio de la escuela de vela.

Las canalizaciones deberán enterrarse un mínimo de 0,8 metros. Conviene que las canalizaciones de distribución de agua vayan por distinta zanja que las de alcantarillado, y en el caso de que vayan por la misma, que esta última sea más profunda. Las zanjas serán de anchura 0,5 metros más el diámetro exterior.



3.1. Red anti-incendio

Para la red anti-incendio se seguirá la *Ley de Puertos Deportivos*, en su artículo 5.3 hace referencia a la necesidad de colocar en todo el puerto extintores de polvo de 5 kg cada 20 m en aquellos lugares que no haya una disposición de hidrantes de incendio, como es el caso de los edificios. La red diseñada y puesta en servicio cuenta con extintores de 12 kg de polvo polivalente cada 60 m, con la excepción de que encontramos uno para cada pantalán cada 35 m y otro en la mitad de éstos. Además, actualmente, Pobleja Marina cuenta con un sistema anti-incendio portátil comprendido por un sistema de bombeo.

En caso de incendio, se utilizará la red de agua potable, ya que no se considera necesaria la construcción de una red alternativa para cubrir un hecho eventual. Si se da el caso, se utilizarán las bocas de incendio y las demás tomas se mantendrán con un consumo mínimo.

Las bocas de incendio, hidrantes, disponen de una válvula o mecanismo de cierre, así como de un sistema de enlazadura rápida con la manguera. Sin embargo, los requisitos de seguridad que se les exige a los hidrantes para que no fallen cuando se les necesiten impone una construcción muy sólida y segura de los mismos, así como un diseño que los haga incongelables.

Los diámetros utilizados en las bocas de incendio serán diámetros normalizados de 45 mm, contando con un sistema de acople rápido de manguera del tipo denominado TB que cuenta con tres dientes de sujeción y enlaza con un simple giro de 60°. Se cumplirá el diámetro mínimo de 100 mm para los hidrantes de tipo 80 mm, con un caudal de 8,33 l/s.

Los hidrantes deben estar situados en lugares fácilmente accesibles, debidamente señalizados y distribuidos de tal manera que la distancia entre ellos media no sea mayor que 200 m. Por lo que los ya dispuestos cumplen con estas exigencias. En la dársena nueva habilitaremos un hidrante más para que abastezca a esta zona.

Se puede ver su disposición en el “*Plano 21. Red de abastecimiento de agua*”.



4. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

La afección de la ampliación a la red de abastecimiento de agua potable supone unas necesidades en cuanto a abastecimiento de agua para los servicios sanitarios que sean necesarios en los edificios de nueva construcción.

Se pretende abastecer también de manera correcta a las nuevas embarcaciones que existen en el puerto tras la ampliación. Se verá el diseño con el programa EPANET en forma de red ramificada.

4.1. Método de cálculo

Se diseñarán, a partir de los caudales de cálculo, las diferentes tuberías.

Para el cálculo de la red, deberá conocerse el caudal que circula por cada tramo de la misma. Tras obtener el caudal de servicio, será necesario saber el caudal que circula por las conducciones en tránsito para dimensionar la red. Una vez determinados estos valores junto a las características geométricas de la red a calcular, se seguirá el siguiente proceso de cálculo:

1. Para cada tramo se determinarán las pérdidas por metro lineal por medio de la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- **h_f**: pérdida de carga en el tramo, m
- **L**: longitud del tramo de tubería, m
- **g**: aceleración de la gravedad, m/s²
- **D**: diámetro interior de la tubería, m
- **v**: velocidad del agua en la tubería, m/s
- **f**: coeficiente de fricción, para valores del número de Reynolds comprendidos entre 2400 y 10⁸, puede calcularse mediante la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

- **Re**: es el número de Reynolds:

$$Re = \frac{v * D}{\mu}$$



- ε : rugosidad absoluta de la pared de la tubería, m
- t: temperatura, °C
- μ : viscosidad cinemática del fluido,
 $\mu = 1,148 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (a } 15^\circ\text{C)}$

La rugosidad absoluta de la pared de la tubería depende del material de ésta, pero a los efectos de cálculo, conviene considerar para todos los materiales una rugosidad de 0,1 mm. Así, tener en cuenta: las juntas, el envejecimiento del material y la posible deposición de carbonatos en la superficie interna de la tubería.

Para esta red se utilizarán conducciones de polietileno, por lo que atenderemos a sus características. Su utilización se está extendiendo ampliamente, está especialmente indicado para tramos difíciles, de gran tortuosidad, sobre terrenos de poca resistencia, o a poca profundidad y con diámetros pequeños o medios. Frente a cargas permanentes sufre un proceso de fluencia, que provoca un descenso de la carga de rotura con el tiempo que soporta la tracción. Se fabrica mediante la polimerización del etileno bajo presiones y temperaturas distintas.

2. La presión mínima en cada tramo se obtendrá aplicando Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 * g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 * g} + h_2 + \Delta H$$

Se deberán cumplir una serie de condiciones:

- La presión mínima en todos los tramos de la red debe ser superior a 25 m.c.a, pues así se garantiza el correcto funcionamiento de la red, y sobre todo el de los utensilios que precisan al menos 8 m.c.a.
- En las bocas de riego o de incendios, la presión deberá ser un poco mayor (10 m.c.a.) para permitir el abastecimiento de vehículos o embarcaciones con autobomba, o bien conectar directamente a ellos la manguera.
- La presión a la entrada viene impuesta y tiene un valor de 25 m.c.a.
- Las velocidades deben estar comprendidas entre 0,5 y 2,5 m/s aproximadamente, ya que velocidades menores favorecerían la sedimentación en algunas zonas de la red y si fuera mayor habría problemas de resistencia mecánica.



4.2. Caudal de cálculo

Se deberá cumplir, por lo tanto, la legislación vigente tanto en caudales como en velocidades y presiones a lo largo de las conducciones, garantizando unos caudales mínimos para el abastecimiento.

Para el cálculo de la red ramificada, se obtendrá el caudal de servicio teniendo en cuenta, en primer lugar las embarcaciones, después consumo de usuarios, consumo de edificios y considerando las siguientes hipótesis:

- Se colocará una torreta de abastecimiento (*Ilustración 1*) para cada 4 embarcaciones, distribuidas cada 25 metros en zigzag para cumplir las mínimas distancias que establece la normativa. La *Ley 55/1989* sobre puertos deportivos establece un mínimo de 20 l/min por toma, por lo que el caudal total se establece de la siguiente manera:

ZONA	AMARRES	Nº TORRETAS	Nº TOMAS	Q (l/min)	Q(l/s)
Pantalán 11 norte	15	4	16	320	5,33
Pantalán 11 sur	15	4	16	320	5,33
TOTAL Q₁				10,67	

Tabla 1. Caudal de abastecimiento de embarcaciones



Ilustración 1. Torreta de abastecimiento

- Se considerará el consumo de los usuarios de las embarcaciones como, 1 persona en embarcación <12 m de eslora con una dotación de 200 l/hab/día y 2 personas por embarcación >12 m de eslora. Por tanto, como el nuevo pantalán da amarre a embarcaciones de 24 m, se considerará que hay 2 personas por amarre, es decir, 60 personas:

$$Q_2 = (60 * 200) = 12.000 \frac{l}{día} = 0.14 \frac{l}{s}$$



También se considerará el caudal utilizado por las nuevas instalaciones de la ampliación, en este caso solo está la nueva escuela de vela que será ubicada en el paseo de la nueva dársena:

$$Q_3 = 4 \frac{l}{s}$$

- Considerando que la red anti-incendios está funcionando y el hidrante consume 8,33 l/s, según la normativa *UNE23-500*:

$$Q_4 = 8.33 \frac{l}{s}$$

El caudal total para el que se dimensionará la nueva dársena será la suma de los caudales parciales. Se harán dos hipótesis:

- Hipótesis 1: No incendio

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 10.67 + 0.14 + 4 + 0 = 14.81 \frac{l}{s}$$

- Hipótesis 2: Incendio

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 10.67 + 0.14 + 4 + 8.33 = 23.14 \frac{l}{s}$$

4.3. Cálculo de la red

Para hacer el cálculo de la red, se emplea el programa Epanet 2.0, que es específico para el cálculo de redes de abastecimiento de agua. A partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos, se obtiene la presión y los caudales en nodos y tuberías mediante análisis hidráulicos que permite hacer el programa.

En las siguientes ilustraciones se observa la red ramificada para el abastecimiento de agua potable e hidrantes de incendio con los principales datos pertinentes. Estos resultados se darán de forma gráfica, mediante un esquema de la red donde se codificarán con colores las presiones en los nudos y las velocidades en cada tramo.

Como se ha anunciado antes, se harán dos hipótesis, la de no incendio y la de incendio. Siempre teniendo en cuenta que las velocidades estén comprendidas entre $0,5 < v < 2,5$ m/s y las presiones no sean inferiores a 25 m.c.a.

Los diámetros que se supondrán serán los mínimos establecidos por las normas. Éstos son en el caso de las arterias e hidrantes de 100 mm. Pero se recurre a la fórmula de Mougny ya que es más restrictiva que la normativa y se suponen los diámetros que aparecen en las ilustraciones siguientes.

A continuación se adjuntan las ilustraciones con los datos a tener en cuenta.



- HIPOTÉISIS NO INCENDIO

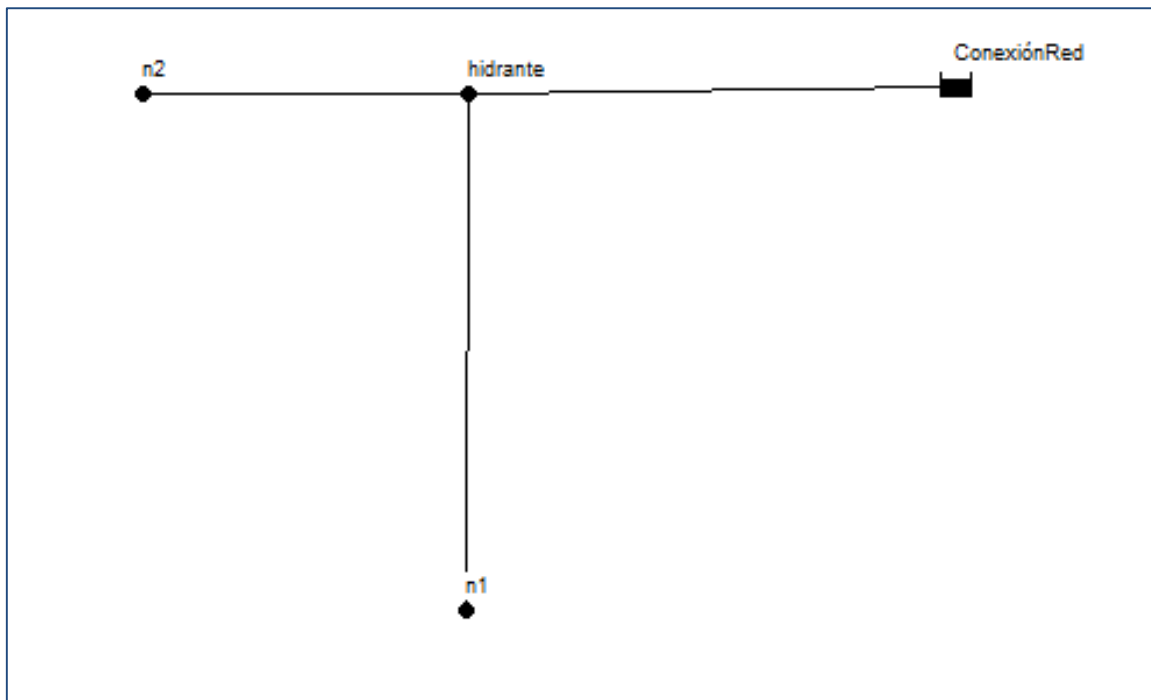


Ilustración 2. Identificación de nudos, hipótesis NI

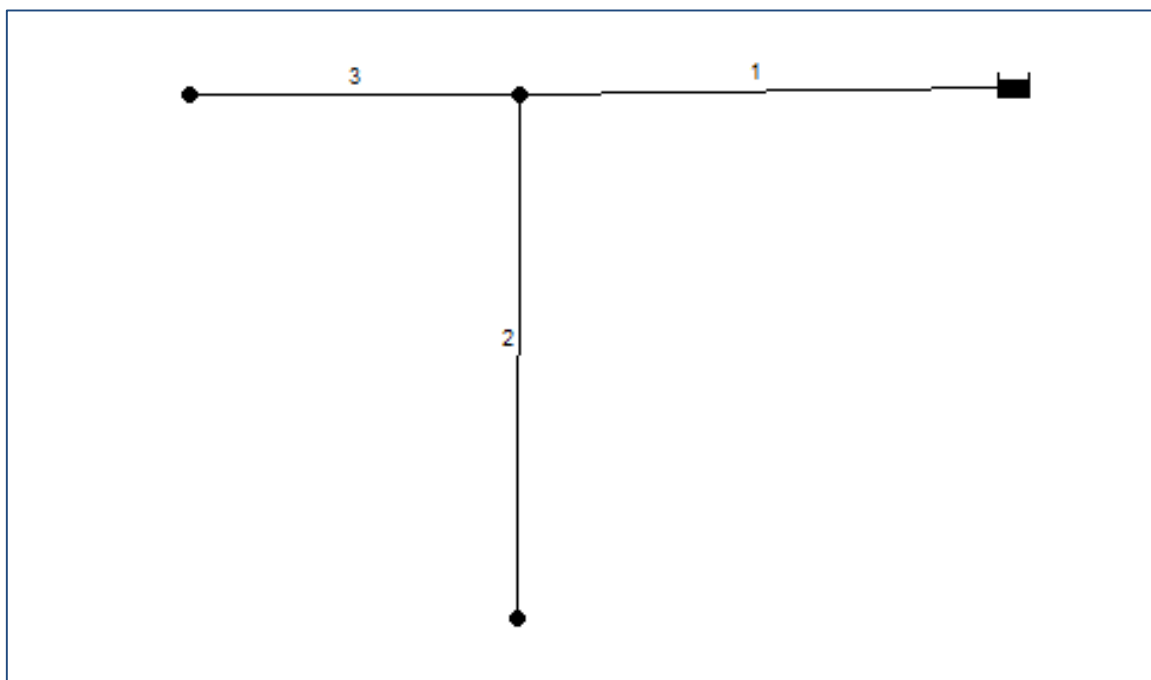


Ilustración 3. Identificación de tuberías, hipótesis NI

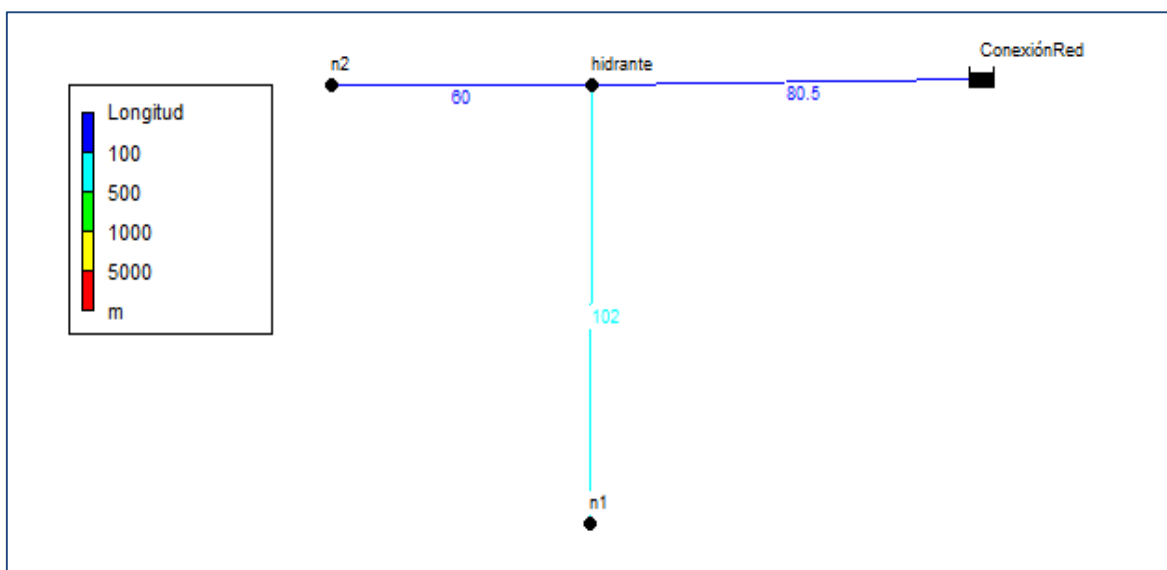


Ilustración 4. Longitudes de tuberías, hipótesis NI

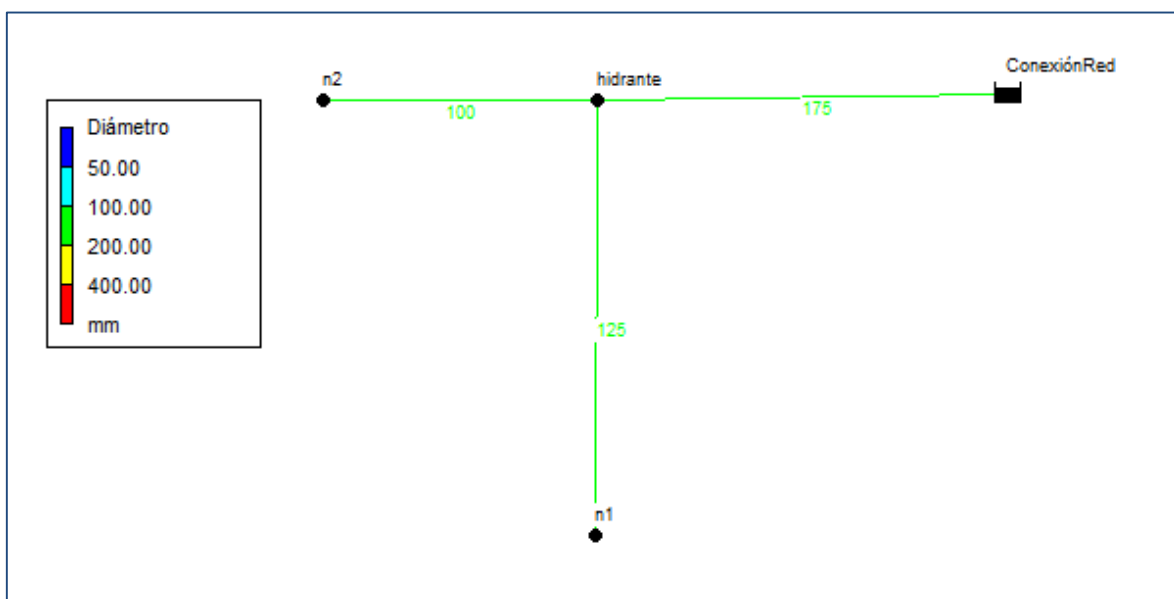


Ilustración 5. Diámetros de tuberías, hipótesis NI

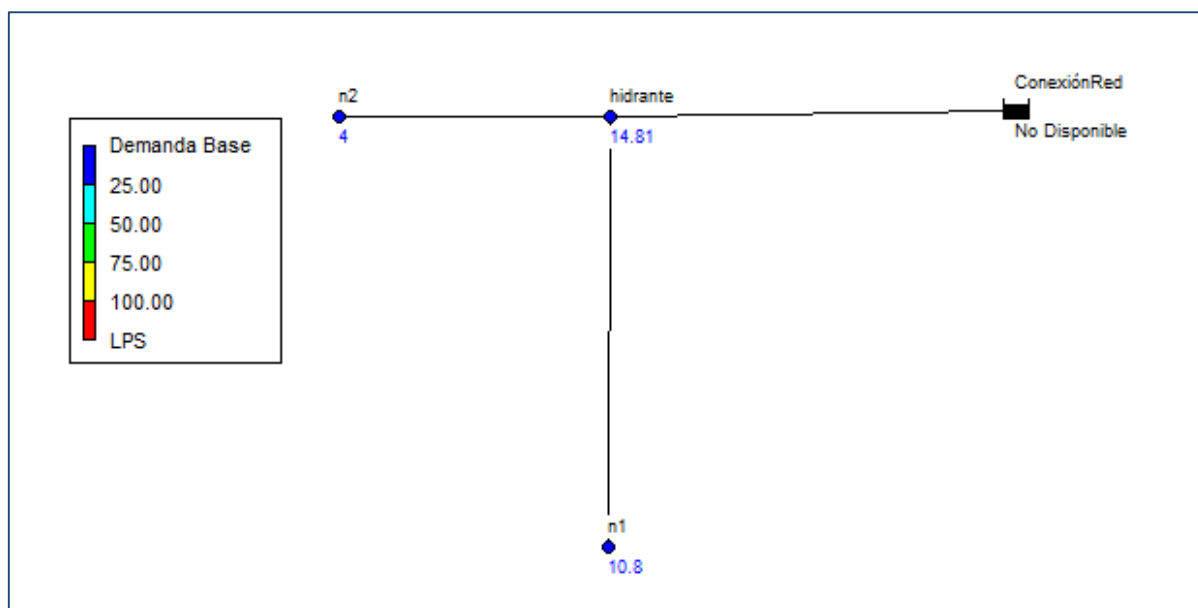


Ilustración 6. Demanda base en nudos, hipótesis NI

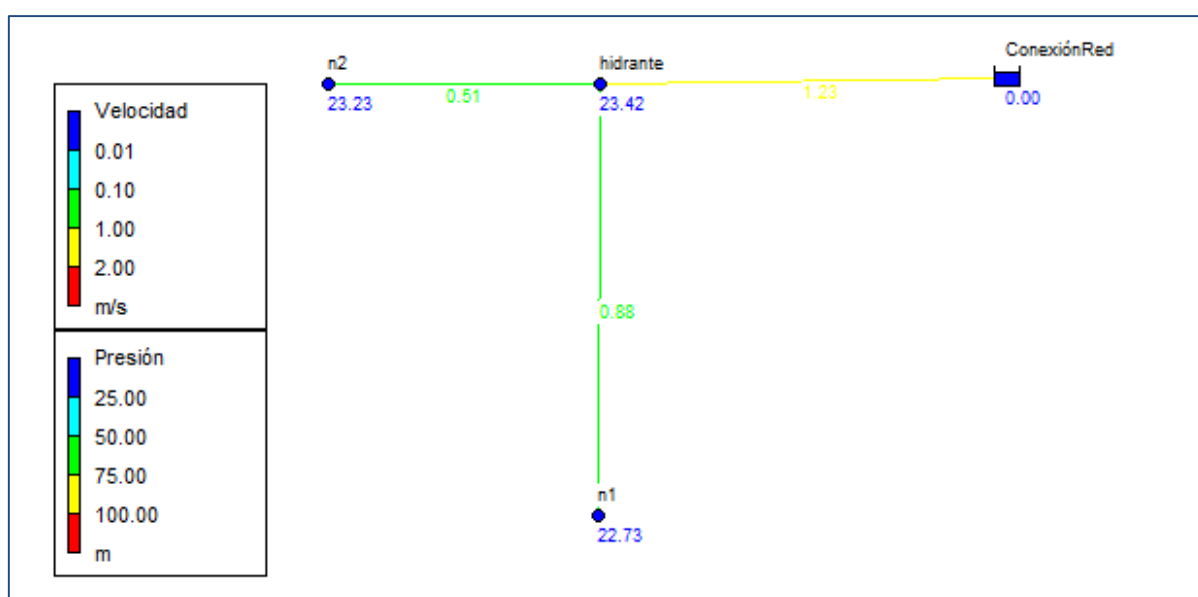


Ilustración 7. Velocidad en líneas y presión en nudos, hipótesis NI



A continuación se recoge una tabla con los datos que se han obtenido bajo la condición de hipótesis de no incendio.

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería 1	29.60	1.23	8.47	0.019	Abierto
Tubería 2	10.80	0.88	6.77	0.021	Abierto
Tubería 3	4.00	0.51	3.20	0.024	Abierto

Tabla 2. Datos obtenidos bajo la hipótesis NI



- HIPOTÉSIS INCENDIO

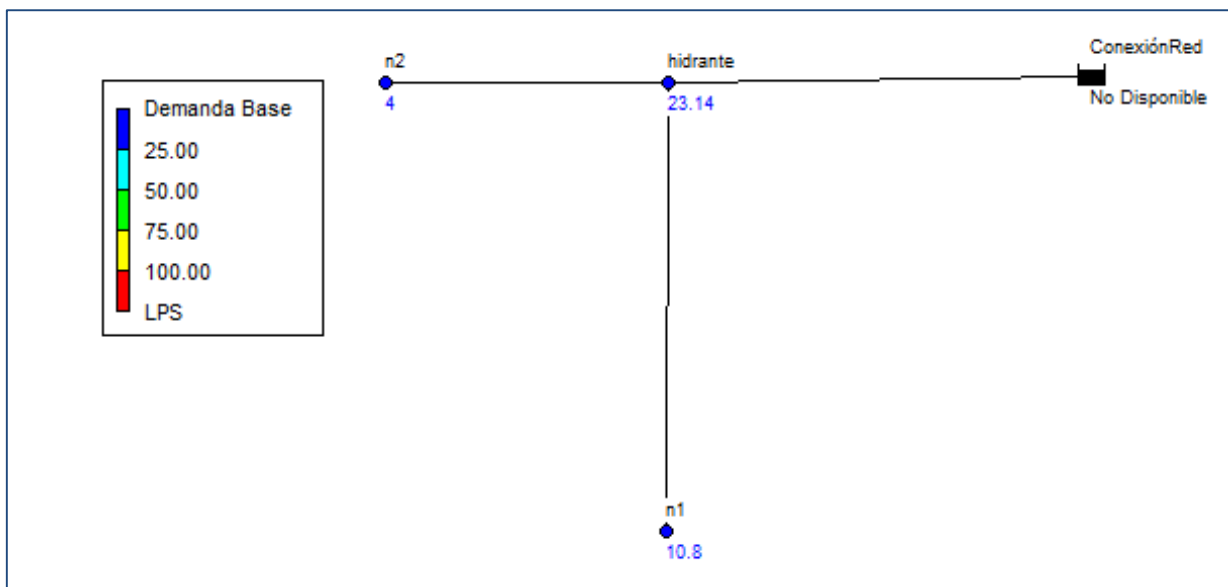


Ilustración 8. Demanda base en nudos, hipótesis I

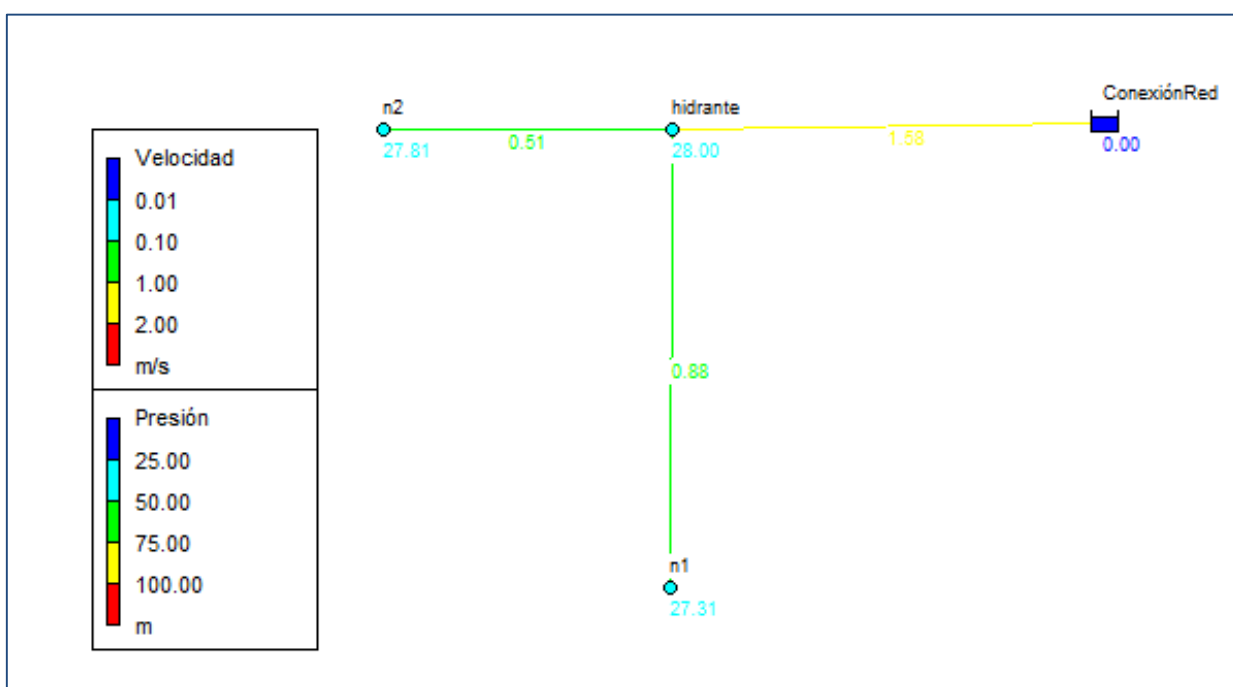


Ilustración 9. Velocidad en líneas y presión en nudos, hipótesis I



Para la hipótesis de incendio también se recoge en una tabla todos los datos obtenidos por el programa:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Estado
Tubería 1	37.94	1.58	13.66	0.019	Abierto
Tubería 2	10.80	0.88	6.77	0.021	Abierto
Tubería 3	4.00	0.51	3.20	0.024	Abierto

Tabla 3. Datos obtenidos bajo la hipótesis I

