

Anejo 4

Red de Abastecimiento

Sumario

1.Memoria.....3

1.1.Antecedentes.....3

1.2.Situación Actual.....3

1.3.Objeto.....3

1.4.Estudio de Demandas.....3

1.5.Justificación de la Solución Adoptada.....4

1.6.Descripción de las Obras.....5

1.7.Seguridad y Salud durante la Ejecución de las Obras.....7

2.Dimensionamiento de la Red.....8

2.1.Introducción.....8

2.2.Red de Distribución.....8

2.3.Conducción de Impulsión y Estación de Elevación.....18

1. Memoria

1.1. Antecedentes

La promotora Garsiva S.L. pretende ejecutar la urbanización Residencial Llíber situada en el término municipal de Llíber (Alicante) y colindante con la Carretera de Jalón CV-750.

Dicha urbanización estará compuesta por parcelas destinadas a viviendas unifamiliares, viviendas adosadas, zonas de servicios, zonas hoteleras y zonas verdes.

La promotora Garsiva S.L. encarga a la mercantil HIDRAQUA S.A. la redacción de la memoria valorada correspondiente al diseño de la red de agua potable del Residencial Llíber.

1.2. Situación Actual

Los terrenos que se pretenden urbanizar no cuentan en la actualidad con infraestructuras de agua potable desde las que poder abastecerse.

Por otro lado, por debajo de las futuras viviendas a construir en el residencial discurre una conducción de fibrocemento DN 300 mm que abastece al municipio de Benitatxell.

1.3. Objeto

Este documento tiene por objeto definir, justificar técnicamente y valorar, con el nivel de detalle correspondiente a una memoria valorada, la red de agua potable del Residencial Llíber. Se definirá la conducción de abastecimiento a dicha urbanización, la red interna de distribución y la sustitución de un tramo de la conducción existente de abastecimiento a Benitatxell.

1.4. Estudio de Demandas

En el Residencial Llíber se pretenden ejecutar las siguientes unidades:

488 viviendas

1 zona hotelera de 9.056 m²

Se van a considerar las siguientes dotaciones:

VIVIENDA	1000 l/día
----------	------------

ZONA HOTELERA	160 viv equi
---------------	--------------

El consumo en horas punta se obtiene aplicando un coeficiente de punta horaria $Ch = 2,5$.

La determinación de consumos totales, aplicando las dotaciones anteriores se resume en el siguiente cuadro:

	MEDICIÓN	CONSUMO (l/día)	CONSUMO (l/s)	CONSUMO PUNTA (l/s)
VIVIENDA	488 ud.	488.000	5,65	14,12
ZONA HOTELERA	9.056 m2	80.000	0,93	2,31
		568.000	6,57	16,44

1.5. Justificación de la Solución Adoptada

a) Tipología de la Red

La red es de tipo mixto: mallada y ramificada. Siempre que es posible, se intenta mallar al máximo la red de agua potable con el objetivo de evitar los "fondos de saco", aumentar las velocidades, mejorar los niveles de cloro residual y, en general, mejorar el comportamiento de la red.

El abastecimiento se producirá por gravedad desde un depósito de 2.500 m3 situado a la cota 390 m. Las parcelas, que por su situación, no disponen de suficiente diferencia de cota con el depósito para abastecerse por gravedad, se presurizarán a través de un bombeo regulado por un calderín.

b) Trazado

La conducción de abastecimiento a la urbanización discurrirá paralela a la carretera provincial CV-750. La conducción se instalará en la zona de servidumbre de dicha carretera (franja comprendida entre los 3 y los 11 metros desde el talud de explanación de la vía). Por lo tanto, será necesario realizar los trámites preceptivos para la servidumbre de paso.

Las conducciones dentro de la urbanización discurrirán por viales públicos facilitando de este modo la ejecución de las obras, minimizando el impacto sobre el entorno y facilitando las tareas de reparación y mantenimiento.

c) Materiales

Se adopta como material de la conducción la fundición nodular o dúctil con revestimiento interior de mortero de cemento y exterior de cinc metálico recubierto por una capa de pintura bituminosa según UNE-EN 545, debido a que para el diámetro seleccionado es el material que ofrece mejores garantías de servicio y durabilidad.

En algunos ramales que abastecen a pocas parcelas se sustituye la conducción de fundición por tubería de polietileno según UNE 53965.

d) Dimensionamiento

La conducción de abastecimiento del residencial será de fundición DN 200 mm. La conducción de impulsión para el llenado del depósito así como la conducción de salida será de fundición DN 250 mm. El diámetro de estas conducciones es muy superior al que se necesitaría para abastecer únicamente al

residencial. Se ha optado por sobredimensionar estas conducciones ya que está previsto que en un futuro se abastezca desde el depósito situado en la urbanización a otras zonas del municipio de Llíber.

La red de distribución interna de la urbanización está proyectada en su mayoría con conducciones de fundición de diámetro 100 mm. Para los ramales ramificados de la red en los que la tubería de diámetro 100 mm se presenta excesiva se sustituye por conducciones de polietileno de DN 90.

En el Anejo de Cálculo se justifica y resume el dimensionamiento de la red de distribución de agua potable de, así como el de todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

1.6. Descripción de las Obras

La obra consistirá fundamentalmente en el suministro e instalación de tuberías, equipos electromecánicos, valvulería, accesorios y tapas de registro, corriendo la obra civil por parte de la promotora.

CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO A LA URBANIZACIÓN

Se ejecutará una conducción de fundición de diámetro 200 mm según norma UNE-EN 545, que discurrirá por la franja de servidumbre de la carretera a Jalón CV-750. Esta conducción entroncará con la tubería de fibrocemento existente de 175 mm en dicha carretera y finalizará en la estación de elevación. La longitud de la conducción será de 647 m.

GRUPO DE ELEVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN

Dado que la altura piezométrica del agua en el punto de entronque no permite que el agua llegue por gravedad hasta el depósito de la urbanización será necesario ejecutar una estación intermedia de elevación. Dicha estación se ubicará en la parcela del residencial destinada a servicios.

El grupo de elevación estará compuesto por 3 bombas de 125 CV (2 +1 de reserva) modelo TKI 125 250 A M 300 VV de la marca Ercole Marelli o modelo equivalente. El punto de funcionamiento de estas bombas será 70 l/s a 149 mca. La valvulería y calderería estará realizada en PN 25. El cuadro eléctrico para el grupo de bombas estará equipado con arrancadores estáticos.

El grupo de bombeo se ubicará en una arqueta a ejecutar por el promotor. El llenado de la arqueta estará regulado por una válvula de flotador DN 200 mm.

La conducción de impulsión será de fundición DN 250 mm según norma UNE-EN 545 y tendrá una longitud de 827 m.

CONDUCCIÓN DE SALIDA DEL DEPÓSITO

La conducción de salida del depósito será de fundición DN 250 mm y terminará en una brida ciega en la confluencia del vial de acceso al residencial con la Carretera CV-750. La longitud de esta conducción será de 1.142 m.

GRUPO DE PRESIÓN

Para suministrar agua a las parcelas que no pueden abastecerse directamente por gravedad desde el depósito se instalará un grupo de presión compuesto por dos bombas verticales de 3 CV de potencia SI 2AT 68/7 M 300 de la marca Ercole Marelli o modelo equivalente. El punto de funcionamiento de estas bombas será 2 l/s a 57 mca. El funcionamiento de la bomba se regulará mediante un calderín de 300 litros.

El grupo de bombeo, el cuadro de baja tensión y el calderín estarán instalados dentro de una caseta en la parcela del depósito. Dicha caseta será ejecutada por el promotor. El suministro eléctrico al grupo de bombeo se realizará a través de una acometida de baja tensión. En las valoraciones se incluyen partidas alzadas en conceptos de acometida eléctrica, legalización de la misma, cuadro general de protección y redacción de proyecto eléctrico de baja tensión.

La conducción de impulsión de las bombas será PE 100 16 atm DN 90.

RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución de la urbanización estará ejecutada en su mayoría con conducciones de fundición dúctil DN 100 según norma UNE-EN 545. Para algunos ramales ramificados de la red, donde la tubería de fundición DN 100 mm se presenta excesiva, se instala tubo de polietileno de alta densidad PN 16 DN 90 mm de diámetro según norma UNE 53965.

Con el fin de mantener las presiones de servicio del agua en un rango óptimo, se instalarán, en los puntos indicados en los planos, 2 válvulas reductoras de presión. Una de ellas será de diámetro 80 mm y la otra será un sistema dual (válvula grande-válvula pequeña) de diámetros 150 y 80 mm respectivamente. Las válvulas reductoras de presión serán tipo Redar de la casa Ramus, o equivalente, incluyendo filtro, válvulas de compuerta, piezas de enlace y registro con semitapas articuladas de dimensiones 0,8 x 0,7 m modelo TI4S 080.070 D-400 y 1,3 x 0,8 m modelo TI4S 130.080 D-400 o equivalente.

Para poder aislar la red en caso de avería o labores de mantenimiento se instalarán válvulas de seccionamiento. Las válvulas para las tuberías de fundición serán de compuerta del tipo EURO 20/23 o equivalente, incluyendo enlaces B-E y tapa de fundición BRIO DN 60 cm o equivalente.

Para la extinción de posibles incendios se instalarán sobre tubería de 250 mm de diámetro hidrantes aéreos DN 80 mm con una boca de 75 mm y dos bocas de 45 mm, incluyendo válvula de compuerta y piezas de enlace, y sobre tubería de 80 mm bocas de incendio enterradas DN 40 mm con rácor Barcelona DN 45 mm. La ubicación de los hidrantes y bocas de incendio queda definida en los planos.

Se colocarán curvas de fundición enchufe-enchufe de 22º, 45º y 90º, debidamente ancladas con macizos de hormigón en masa en los cambios de alineación cuando las juntas de la tubería no permitan adecuarse al trazado en planta.

Las acometidas domiciliarias de agua potable se irán construyendo conforme lo vayan haciendo las viviendas, quedando por tanto fuera de las valoraciones de la presente memoria valorada.

A continuación se realiza una descripción de las principales actuaciones a ejecutar:

- Instalación de 4.637 m de tubería de fundición dúctil DN 100 mm de diámetro conforme a la NTE/IFA-11.
- Instalación de 465 m de tubería de polietileno de alta densidad DN 90 conforme a la norma UNE 53965.
- Instalación de 1 válvula reductora de presión DN 80 mm sobre conducción DN 100 mm.
- Instalación de 2 sistemas dual de válvulas reductoras 150-80 sobre conducción DN 250 mm.
- Instalación de 3 hidrantes DN 80 con bocas 70-45-45 sobre tubería DN 250 mm.
- Instalación de 1 boca de incendio enterrada DN 40 mm con rácor Barcelona DN 45 mm.
- Instalación de 20 válvulas de compuerta DN 100 mm.
- Instalación de piezas especiales: TE's, codos, uniones universales, etc según norma UNE 545

SUSTITUCIÓN DE LA CONDUCCIÓN EXISTENTE FC DN 300

Se desviará un tramo de 299 m de longitud de la conducción existente de fibrocemento DN 300 mm llevándola por viales públicos. La sustitución se realizará con conducción de fundición DN 300 según norma según norma UNE-EN 545.

RED DE RIEGO

Se ejecutará una red de riego para los alcorques y jardineras proyectadas en la urbanización.

La red de riego se ejecutará con tubería de polietileno de 32 mm de diámetro bajo tubo protector de PVC DN 90. El control del riego se realizará desde armarios de dimensiones 50 x 84 x 26 mm equipados con válvulas reductoras, contadores, temporizadores y los elementos accesorios. En los alcorques se instalarán goteros autocompensantes de 4 l/h.

1.7. Seguridad y Salud durante la Ejecución de las Obras

Las obras a realizar deberán cumplir las medidas establecidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

2. Dimensionamiento de la Red

2.1. Introducción

En el presente Anejo se justifica y resume el diseño y dimensionamiento de la red de distribución de agua potable interna al Residencial Llíber (Llíber, Alicante)

2.2. Red de Distribución

a) Criterios de Diseño

En el diseño y dimensionamiento de la red de agua potable se tendrán que cumplir los siguientes requisitos:

- Canalizaciones de fundición dúctil revestidas interiormente con mortero de cemento.
- Tuberías de 100 mm de diámetro mínimo con objeto de garantizar condiciones adecuadas para la extinción de incendios.
- Tuberías de 90 de polietileno para los ramales ramificados de la red en los que la tubería de diámetro 100 mm se presenta excesiva.
- Velocidades óptimas de circulación comprendidas entre 0,80 y 1,20 m/s en condiciones de consumo punta sin incendios.
- Presiones en la red comprendidas entre 30 y 80 m.c.a. en condiciones de consumo punta sin incendios.
- Instalación de hidrantes de forma que aseguren unas condiciones adecuadas para la extinción de incendios. En esta situación no se exige el cumplimiento estricto de las dos condiciones anteriores citadas, relativas a velocidades y presiones de circulación.
- El trazado de la red de agua potable intentará aproximarse, en la medida de lo posible, al trazado de la red eléctrica, con el fin de conducir ambos servicios por la misma zanja, reduciendo así costes.
- Se intentará mallar al máximo la red de agua potable con el objetivo de evitar los "fondos de saco", aumentar las velocidades, mejorar los niveles de cloro residual y, en general, mejorar el comportamiento de la red.

b) Método de Cálculo

Los cálculos hidráulicos de la red de agua potable se han realizado con el programa informático EPANET, versión 2.0.

EPANET es un software desarrollado por la asociación norteamericana EPA (Environmental Protection Agency) que realiza simulaciones en período extendido (o cuasiestático) del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías presurizadas.

Para llevar a cabo estas simulaciones, EPANET dispone de los siguientes módulos:

- Un módulo de análisis hidráulico que permite simular el comportamiento dinámico de la red bajo determinadas leyes de operación. Admite tuberías (tres opciones para el cálculo de las pérdidas: Hazen-Williams, Darcy-Weisbach y Chezy-Manning), bombas de velocidad fija y variable, válvulas reguladoras de presión, sostenedoras, controladoras de caudal, rotura de carga, depósitos de nivel fijo y variable, leyes de control temporales o por consignas de presión o nivel, curvas de modulación, etc.
- Un módulo para el seguimiento de la calidad del agua a través de la red. Admite contaminantes reactivos y no reactivos, cálculo de concentraciones, procedencias y tiempos de permanencia. Las soluciones a las ecuaciones involucradas en el módulo de calidad del agua están basadas en los principios de conservación de masa y reacciones cinéticas.

Una red puede estar constituida por tuberías, nodos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET permite seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nodos de demanda, del nivel del agua en los depósitos y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación. Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de la alimentación.

Un sistema de distribución, con cualquier nivel de complejidad, puede ser representado esquemáticamente, a efectos de análisis hidráulico, por un conjunto de nodos y líneas:

- Nodos: son puntos de la red en los cuales se unen dos o más líneas, o puntos en los cuales se efectúan entradas (nodos de aportación) o salidas (nodos de consumo) de caudales al sistema. Cualquier consumo o suministro de los nodos debe ser conocido a lo largo del período de simulación.
- Líneas: conjunto de elementos de la red conectados entre dos puntos, a los cuales se le puede asociar una ecuación constitutiva que permita caracterizar, con la mayor fidelidad posible, el comportamiento global de esos elementos, o sea, la relación entre el caudal circulante y la diferencia de alturas piezométricas entre los citados puntos.

Dependiendo del grado de abstracción que hagamos de la red real y del rigor pretendido para el cálculo, tendremos más o menos líneas en el modelo.

Para trabajos de diseño de redes, como es el caso, la simulación se limita al comportamiento hidráulico en situaciones punta. Como es usual en los métodos de cálculo de redes malladas, las demandas se asignan a los nodos del sistema. En estas condiciones, los datos de partida son los siguientes:

- En nodos de unión de tuberías: Identificación del nodo (numeración), cota geométrica y demanda asignada a cada uno.
- En depósitos de nivel constante: Identificación del nodo y cota geométrica de la lámina de agua en él.
- En tuberías: Identificación del tubo, nodos origen y final del tubo; longitud, diámetro y coeficiente de rugosidad.
- A efectos de presentación gráfica: coordenadas X, Y de los nodos según un sistema de referencia arbitrario.

La determinación de las pérdidas de carga se ha realizado mediante la ecuación de Darcy-Weisbach y Colebrook-White, con un coeficiente de rugosidad absoluta $k = 0,1$ mm.

Se ha considerado una red formada por 52 nodos unidos por 50 tubos, definida según el esquema adjunto.

A continuación se adjuntan esquemas de la red modelizada con la numeración de nodos y tubos.

c) Hipótesis de Funcionamiento

Se han considerado las siguientes hipótesis de funcionamiento:

- Hipótesis 1. FUNCIONAMIENTO NORMAL. Se consideran las demandas en hora punta.
- Hipótesis 2. INCENDIO. Se simula el funcionamiento de los hidrantes como un consumo adicional superpuesto con la demanda en hora punta.

La hipótesis de incendio se realiza con el objeto de comprobar si existen unas condiciones de caudal y presión mínimas, que garanticen la capacidad de los hidrantes en la extinción de un posible incendio. La comprobación se realiza en los puntos más desfavorables por presión o por distancia. El hecho de suponer concentrados los caudales en el punto más alejado añade un margen de seguridad a los cálculos.

En esta situación no se exige el cumplimiento estricto de las dos condiciones relativas a velocidades y presiones de circulación en los restantes nodos de la red.

d) Asignación de Consumos

Los pasos a seguir para asignar los caudales a los nodos de la red son los siguientes:

- Una vez definido el trazado de la red, se asigna a cada tramo de tubería los consumos que se abastecen desde él.
- A continuación, se calcula el consumo total correspondiente a cada tramo y se distribuye, por partes iguales, entre el nodo inicial y el nodo final del tramo.
- Por último, totalizando los caudales por nodo, se obtienen los consumos a aplicar.
- La conducción general desde la que se abastece la urbanización, también abastecerá a zonas de futuro desarrollo, por lo tanto habrá que tener en cuenta este consumo en el modelo de la red. Se va a suponer un consumo máximo horario de 50 l/s=20x2,5 (que corresponde con el caudal de diseño óptimo para la conducción considerada).

Este caudal pudiera parecer elevado pero, ante la imposibilidad de tener algún dato más fiable, dejará los cálculos del lado de la seguridad. A nivel de cálculo este consumo se supone concentrado en el nodo 36 de la red modelizada.

	CONSUMO (l/s)
Residencial Llíber	6,57
Otras zonas	20,00

Los consumos asignados corresponden a la demanda media diaria. Para calcular el consumo punta se les aplicará un coeficiente punta 2,5.

e) Resultados

A continuación se presentan los resultados más significativos de las simulaciones efectuadas.

HIPÓTESIS 1: FUNCIONAMIENTO NORMAL

Parcelas abastecidas desde bombeo

Las parcelas que están a una cota superior a la 355 no pueden abastecerse por gravedad desde el depósito situado a la cota 390 ya que no alcanzarían la presión residual mínima necesaria, 30 mca, para realizar el suministro por gravedad.

Para abastecer a estas parcelas se sitúa un grupo de presión regulado por un calderín a la salida del depósito. Este bombeo estará regulado para proporcionar en el punto más desfavorable una presión superior a 30 mca y un caudal unitario de cada bomba de 2 l/s.

Por lo tanto, las parcelas que se abastecen desde el bombeo (indicadas en los planos) siempre estarán a una presión superior a 30 mca.

Parcelas abastecidas por gravedad desde el depósito

Para las parcelas que se abastecen por gravedad desde el depósito las principales conclusiones de su funcionamiento son las siguientes:

- Con los consumos propuestos, la conducción de salida del depósito presenta velocidades comprendidas entre 1,3-1 m/s, que se consideran óptimas. Estas velocidades dependerán de los consumos exteriores al residencial que se conecten a dicha tubería, por lo que a plazo corto se esperan velocidades menores.
- Muchos tubos con diámetro mínimo de 100 mm presentan velocidades de circulación bajas. Aun siendo velocidades bajas, se opta por un diámetro de 80 mm, para que la red funcione correctamente ante situaciones de incendio, HIPÓTESIS 2, en la que resulta incluso escaso. La mayor velocidad en la red de distribución se produce en el tubo DN 250, con una velocidad de 1,32 m/s. Se considera que el comportamiento general de la red en cuanto a velocidades es correcto
- La orografía del terreno, con desniveles geométricos entre el depósito y algunos puntos de la red de aproximadamente 170 m, hace imposible el funcionamiento de la red sin válvulas reguladoras de presión, ya que se alcanzarían presiones de servicio en algunos puntos superiores a 160 m.c.a. Se ha simulado el funcionamiento de la red con válvulas reductoras de presión con consigna de 30 m.c.a, obteniéndose unas presiones de trabajo en la mayoría de los puntos de entre 30 – 80 m.c.a. En los puntos más desfavorables, se alcanzan presiones de 80 m.c.a. A la vista del funcionamiento del conjunto de la red, se considera admisible el comportamiento en cuanto a presiones. Por otro lado, en este tipo de urbanizaciones hay una gran variación entre los caudales máximo y mínimos que circulan por las conducciones debido a la estacionalidad. Es por esto que para las válvulas reductoras se ha propuesto un sistema dual (válvula grande – válvula pequeña) de forma que cuando el caudal sea bajo mantenga la consigna de presión la válvula pequeña y cuando sea alto la mantenga la válvula grande.
- Al ser los caudales circulantes, relativamente bajos para el diámetro de conducción propuesto, las pérdidas de carga no varían demasiado de las horas de máximo a las horas de mínimo consumo, manteniéndose las presiones bastante constantes a lo largo del día.

En conclusión, se puede afirmar que con el diseño de red propuesto, se obtiene un funcionamiento que, a pesar de que en algunos puntos existen valores de presión o velocidades fuera del rango óptimo, se pueden considerar globalmente correcto.

HIPÓTESIS 2: INCENDIO

- Los hidrantes se han situado sobre la tubería de 250 mm. Se ha simulado el comportamiento de la red colocando un consumo en nodos de esta tubería de 32 l/s (que equivale al funcionamiento de 2 hidrantes con un consumo de 1.000 l/min como indica la normativa) comprobándose que se pueden mantener la condiciones de presión y caudal exigidas.
- El diámetro de tubería DN 100 mm se presenta escaso para la instalación de hidrantes, aunque sí que es posible instalar bocas de incendio DN 40 con rácor de 45 mm que proporcionen un caudal menor.

Se experimenta un descenso generalizado en las presiones y de forma más acusada en los puntos situados en las cercanías del nodo.

El aumento de caudal necesario para alimentar a los hidrantes se traduce en un incremento de las velocidades en los tubos, llegando en algunos casos los 2 m/s.

En general, se puede afirmar que con tubos de 100 mm y la distribución de hidrantes propuesta existen unas condiciones suficientes para la extinción de incendios.

f) Listado de Resultados

A continuación se muestran los listados de resultados obtenidos mediante EPANET 2 para cada una de las hipótesis:

HIPÓTESIS 1: FUNCIONAMIENTO NORMAL

En la siguiente tabla aparecen las presiones en los nodos para caudal punta.

ID Nudo	Presión (mca)	ID Nudo	Presión (mca)
Nudo 10	44.66	Nudo 36	73.81
Nudo 11	37.65	Nudo 37	49.84
Nudo 13	45.80	Nudo 38	70.63
Nudo 14	49.92	Nudo 39	64.47
Nudo 15	67.44	Nudo 40	37.45
Nudo 17	20.00	Nudo 42	81.15
Nudo 18	42.61	Nudo 9b	19.62
Nudo 19	69.78	Nudo 44	81.77
Nudo 20	39.92	Nudo 45	30.00
Nudo 21	46.86	Nudo 9	56.69
Nudo 22	64.83	Nudo 46	60.45
Nudo 2	49.94	Nudo 47	63.45
Nudo 3	49.78	Nudo 48	34.63
Nudo 4	36.67	Nudo 49	54.42
Nudo 6	40.47	Nudo 50	49.42
Nudo 7	55.40	Nudo 51	64.38
Nudo 24	48.21	Nudo 52	77.37
Nudo 26	30.00	Nudo 53	46.22
Nudo 27	58.89	Nudo 54	61.28
Nudo 28	45.45	Nudo 55	46.58
Nudo 30	5.60	Nudo 56	71.38
Nudo 31	11.60	Nudo 5	56.22
Nudo 32	37.64	Nudo 8	73.34
Nudo 33	70.48	Nudo 12	63.39
Nudo 34	70.46	Nudo 16	31.99
Nudo 35	3.68	Nudo 23	70.37

A continuación se muestran las velocidades en las tuberías para caudal punta:

Tubería	Velocidad (m/s)	Tubería	Velocidad (m/s)
Tubería 12	0.37	Tubería 55	0.04
Tubería 16	0.25	Tubería 56	0.13
Tubería 18	0.17	Tubería 57	0.09
Tubería 19	0.12	Tubería 58	0.29
Tubería 2	1.32	Tubería 59	0.21
Tubería 6	0.08	Tubería 60	0.04
Tubería 7	0.04	Tubería 62	0.04
Tubería 14	0.46	Tubería 63	0.04
Tubería 24	0.33	Tubería 65	1.02
Tubería 25	0.28	Tubería 67	1.05
Tubería 35	0.04	Tubería 68	1.05
Tubería 37	0.17	Tubería 69	0.04
Tubería 39	0.17	Tubería 17	0.08
Tubería 42	0.99	Tubería 23	1.08
Tubería 8	0.08	Tubería 26	0.00
Tubería 20	0.04	Tubería 27	1.07
Tubería 45	1.11	Tubería 28	0.08
Tubería 47	1.08	Tubería 29	0.12
Tubería 50	0.12	Tubería 30	0.04
Tubería 52	1.10	Tubería 31	0.12
Tubería 53	1.09	Tubería 32	0.04
Tubería 9	0.74	Tubería 36	1.16
Tubería 13	0.70	Tubería 38	1.31
Tubería 48	0.12	Tubería 40	0.04
Tubería 54	0.04	Tubería 41	1.20

HIPÓTESIS 2: INCENDIO

En las siguientes tablas aparecen las presiones en los nodos y las velocidades en las tuberías en la hora de máximo consumo y suponiéndole funcionamiento de dos hidrantes situados en la conducción DN 250.

ID Nudo	Presión (mca)	ID Nudo	Presión (mca)
Nudo 10	43.25	Nudo 36	73.81
Nudo 11	36.24	Nudo 37	49.84
Nudo 13	44.39	Nudo 38	69.22
Nudo 14	48.51	Nudo 39	63.06
Nudo 15	65.91	Nudo 40	37.08
Nudo 17	20.00	Nudo 42	80.79
Nudo 18	42.61	Nudo 9b	18.21
Nudo 19	68.36	Nudo 44	79.81
Nudo 20	39.92	Nudo 45	30.00
Nudo 21	46.86	Nudo 9	55.27
Nudo 22	64.83	Nudo 46	60.45
Nudo 2	48.70	Nudo 47	63.45
Nudo 3	48.37	Nudo 48	34.63
Nudo 4	36.67	Nudo 49	54.42
Nudo 6	40.47	Nudo 50	49.42
Nudo 7	55.40	Nudo 51	64.38
Nudo 24	48.21	Nudo 52	77.37
Nudo 26	30.00	Nudo 53	46.22
Nudo 27	58.53	Nudo 54	61.28
Nudo 28	45.45	Nudo 55	46.58
Nudo 30	4.19	Nudo 56	71.38
Nudo 31	10.19	Nudo 5	56.22
Nudo 32	36.23	Nudo 8	72.98
Nudo 33	70.48	Nudo 12	63.39
Nudo 34	70.46	Nudo 16	31.99
Nudo 35	3.68	Nudo 23	68.96

Tubería	Velocidad (m/s)	Tubería	Velocidad (m/s)
Tubería 12	0.37	Tubería 55	0.04
Tubería 16	0.25	Tubería 56	0.13
Tubería 18	0.17	Tubería 57	0.09
Tubería 19	0.12	Tubería 58	0.29
Tubería 2	1.97	Tubería 59	0.21
Tubería 6	0.08	Tubería 60	0.04
Tubería 7	0.04	Tubería 62	0.04
Tubería 14	0.46	Tubería 63	0.04
Tubería 24	0.33	Tubería 65	1.02
Tubería 25	0.28	Tubería 67	1.05
Tubería 35	0.04	Tubería 68	1.05
Tubería 37	0.17	Tubería 69	0.04
Tubería 39	0.17	Tubería 17	0.08
Tubería 42	0.99	Tubería 23	1.08
Tubería 8	0.08	Tubería 26	0.00
Tubería 20	0.04	Tubería 27	1.07
Tubería 45	1.44	Tubería 28	0.08
Tubería 47	1.08	Tubería 29	0.12
Tubería 50	0.12	Tubería 30	0.04
Tubería 52	1.43	Tubería 31	0.12
Tubería 53	1.42	Tubería 32	0.04
Tubería 9	0.74	Tubería 36	1.16
Tubería 13	0.70	Tubería 38	1.64
Tubería 48	0.12	Tubería 40	0.04
Tubería 54	0.04	Tubería 41	1.20

2.3. Conducción de Impulsión y Estación de Elevación

La conducción de impulsión y la estación de elevación se van a dimensionar teniendo en cuenta que la capacidad del depósito es de 2.500 m³ y considerando un tiempo de reserva de 1 día.

Por lo tanto, la estación de elevación tiene que estar preparada para elevar en el día más desfavorable 2.500 m³.

Se estima que el bombeo funcionará durante 10 horas, coincidiendo con los períodos de tarificación eléctrica valle y llano.

$$Q = 2.500 / (10 \times 60 \times 60) = 69,5 \text{ l/s}$$

Para transportar este caudal se selecciona una conducción de fundición DN 250 mm. La velocidad y las pérdidas de carga en la impulsión quedan reflejadas en la siguiente tabla:

PERDIDAS DE CARGA POR PRANDTL-COLEBROOK

Rugosidad 0,100 mm

Visc. 1,31E-06 m²/s

L (m)	Q (l/s)	D (mm)	Area(mm ²)	V (m/s)	Rug.Rel.	Re	f	j (m/km)	h (m)	Manning
866,00	69,50	250,0	49087	1,416	4,00E-04	2,70E+05	0,01777	7,2699	6,296	0,0095

La altura manométrica que tendrá que proporcionar la bomba será:

$$H_m = h_g + h_f = (390 - 250) + 6,2 \approx 150 \text{ mca.}$$

Se selecciona un grupo de elevación compuesto por 3 bombas de 125 CV (2 +1 de reserva) modelo TKI 125 250 A M 300 VV de la marca Ercole Marelli o modelo equivalente. El punto de funcionamiento de estas bombas es 70 l/s a 149 mca.