

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE**  
**“MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL ALTO BIERZO:**  
**BEMBIBRE Y CASTROPODAME”**

**ACN 6/08.P2**

**ANEJO Nº 8. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**



**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE**  
**"MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA AL ALTO BIERZO:**  
**BEMBIBRE Y CASTROPODAME"**

**ACN 6/08.P2**

**ANEJO Nº 8. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

**ÍNDICE**

<b>1. METODOLOGÍA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA.....</b>	<b>2</b>
2.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE.....	2
2.1.1. IMPULSIÓN INICIAL.....	3
2.1.1.1. Optimización de la impulsión .....	3
2.1.1.2. Comprobación en régimen permanente .....	6
2.1.1.3. Cálculo en régimen transitorio .....	9
2.1.2. CONDUCCIÓN DESDE EL DEPÓSITO DE LAS MELENDRERAS A LA ETAP DE BEMBIBRE.....	14
2.1.2.1. Optimización de la impulsión de Bembibre.....	14
2.1.2.2. Comprobación en régimen permanente .....	19
2.1.2.3. Cálculo del régimen transitorio .....	23
2.2. ABASTECIMIENTO A CASTROPODAME.....	28

2.2.1.	ABASTECIMIENTO A MATACHANA .....	28
2.2.2.	ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE LOS CESTOS .....	30
2.2.3.	ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS .....	31

#### **APÉNDICE Nº 1. OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL**

#### **APÉNDICE Nº 2. DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL ESTUDIO DEL TRANSITORIO DE LA IMPULSIÓN INICIAL**

#### **APÉNDICE Nº 3. OPTIMIZACIÓN IMPULSIÓN DESDE BEMBIBRE**

#### **APÉNDICE Nº 4. DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL ESTUDIO DEL TRANSITORIO DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL A BEMBIBRE**

## 1. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización de los cálculos hidráulicos se basa en el empleo de la fórmula de Darcy, fórmula universal, cuya expresión viene dada por:

$$\Delta h = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

En la que:

$\Delta h$ , la pérdida de carga, en metros.

V la velocidad del flujo, m/s.

D, el diámetro interior del tubo, en metros.

L, longitud del tubo, en metros.

g, aceleración de la gravedad, 9,81 m/s<sup>2</sup>

$\lambda$ , es un parámetro de pérdida de carga que depende, a su vez, del número de Reynolds y de la rugosidad relativa.

En 1938, C. Colebrook ideó una fórmula semiempírica para la transición entre flujo liso y de completa turbulencia en tuberías comerciales, como:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -0.86 * \text{Ln} \left( \frac{\varepsilon}{3.71 * D} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{\lambda}} \right) = -2 * \text{Log} \left( \frac{\varepsilon}{3.71 * D} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{\lambda}} \right)$$

En dicha formulación, se incluye el denominado número de Reynolds, cuya expresión es:

$$\text{Re} = \frac{V * D}{\nu}$$

Siendo:

V la velocidad del flujo, m/s.

D, el diámetro interior del tubo, en metros.

$\nu$ , la viscosidad cinemática del fluido, función, a su vez, de la temperatura.

A su vez, la rugosidad relativa es:

$$r = \frac{\varepsilon}{D}$$

En cuanto a la rugosidad absoluta,  $\varepsilon$ , debe señalarse que depende del material de la conducción y de su revestimiento (caso de disponer de él) y estado de conservación, tomándose para los cálculos del presente anejo, el valor de 0,003 mm para las conducciones de polietileno y de 0,3 mm para las de fundición dúctil con revestimiento interior de mortero de cemento, que ya contemplan las posibles pérdidas de carga en las juntas de unión de los tubos entre sí, si bien no las localizadas producidas por codos, válvulas o piezas especiales. Para estas pérdidas localizadas se estima que son del 10% de las continuas.

Para la realización de los cálculos se ha empleado una hoja de cálculo en la que efectúan las comprobaciones y dimensionamiento oportunos.

En cuanto al estudio de transitorios, únicamente se analiza para el abastecimiento a la localidad de Bembibre. Para ello, se ha empleado el programa DYAGATS (Diseño y Análisis de Golpe de Ariete en Tuberías). Este programa es capaz de combinar diversos elementos (bombas, válvulas, elementos de protección), variando su ubicación y características con sistemas con numerosos elementos. Todo ello respaldado por la larga experiencia en el campo de los transitorios hidráulicos del Grupo Mecánica de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia (hoy extinto como tal).

## 2. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA

A continuación se incluyen las comprobaciones hidráulicas de las conducciones comprendidas en el presente proyecto.

### 2.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE

El dimensionamiento del sistema de abastecimiento a Bembibre desde el embalse de Bárcena se estructura en tres tramos. Un primer tramo correspondiente a la parte de la impulsión desde el embalse de Bárcena al depósito de rotura de carga de "Las Melendreras", un segundo tramo correspondiente a la conducción que desde el

depósito llega a la estación de bombeo de Bembibre (tramo de aspiración del bombeo) y un tercer tramo correspondiente a la impulsión desde la estación de bombeo de Bembibre hasta la estación de tratamiento de agua.

Además, se señala como en el caso de las impulsiones, el análisis se realiza en dos fases. Una primera fase en la se efectúa una determinación del diámetro óptimo de la conducción, en base a criterios económicos, y una segunda en la que, determinado el diámetro óptimo de la conducción, se comprueba el dimensionamiento.

Finalmente, también se analiza la necesidad de disponer elementos de protección en la conducción de abastecimiento frente a fenómenos transitorios, para lo cual se emplea el programa DYAGATS, desarrollado por el Grupo de Mecánica de Fluidos (hoy extinto como tal) de la Universidad Politécnica de Valencia.

### 2.1.1. IMPULSIÓN INICIAL

#### 2.1.1.1. Optimización de la impulsión

Como ya se comentado, primeramente se procede a la determinación del diámetro óptimo de la conducción. Para ello, se emplea una hoja de cálculo, que con escalones discretos de cuatro horas, permite determinar el coste actualizado, considerando costes de energía, instalación y vida útil de la obra, para cada uno de los diámetros de una serie determinada. Posteriormente, por comparación entre estos costes, se selecciona el diámetro idónea.

Los cálculos de pérdida de carga continua se efectúan empleando la expresión de Swamme-Jane aplicada a la formulación de Darcy-Weisbach, cuya aproximación con la fórmula general de Colebrook, es muy ajustada. Para las pérdidas localizadas se acepta que ésta es un 10 % de la continua.

Como ya se ha comentado, el análisis se realiza por escalones de bombeo de 8, 12, 16, 20 y 24 horas de bombeo, asumiendo un rendimiento de las bombas de 72 %. Los precios de la energía se establecen de acuerdo con lo especificado en la ORDEN ITC/1857/2008, de 26 de junio, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2008, para el supuesto de TARIFA 3.0.2. General y considerando el día dividido en 4 horas de punta, 12 de llano y 8 de valle con una tarifa media (llano) de 0,101941 €/kW que en horas de valle se reduce a 0,05403 €/kW y en punta se eleva a 0,173300 €/kW, con un término de potencia de 1,988549 €/kW-mes.

Los costes energéticos son capitalizados al 3% anual. La obra civil y equipos se aceptan amortizados en 25 años.

El material empleado para la impulsión inicial es el polietileno PE100, de acuerdo con las conclusiones obtenidas en el Anejo nº 5. "Estudio de alternativas".

Para los precios de las conducciones diámetros de PE100, se han empleado valores obtenidos de proyectos similares, habiéndose fijado los siguientes:

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Precio (€)
110	96,8	110,00
160	141	136,50
180	158,6	149,81
200	176,2	164,66
250	220,4	208,45
315	277,6	279,38
355	312,8	330,71
400	352,6	395,26
500	440,6	563,45
630	555,2	829,18
710	625,8	1016,22
800	705,2	1245,01
900	793,4	1518,07
1000	881,4	1806,01

Debe señalarse que el diámetro interior seleccionado se corresponde con el de una conducción de presión nominal de 10 atmósferas y coeficiente de seguridad de 1,25, es decir SDR 26, y los precios incluyen el movimiento de tierras y relleno posterior en una sección tipo determinada y conceptualmente idéntica para todos los diámetros.

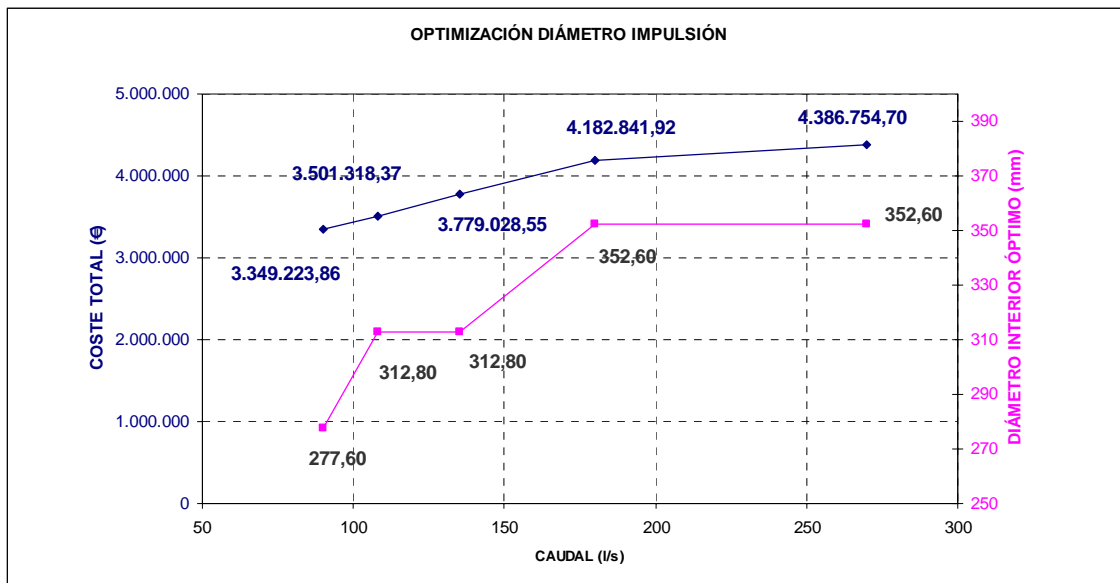
Por otro lado, también se ha incorporado al estudio de la optimización la necesidad de un depósito de regulación, cuyo volumen mínimo será el correspondiente a cuatro horas de funcionamiento más el volumen resultante para la regulación, en función del número de horas de bombeo. El precio del depósito se estima en 275 €/m<sup>2</sup>, para una altura fija de 4 metros, por analogía a otros proyectos.

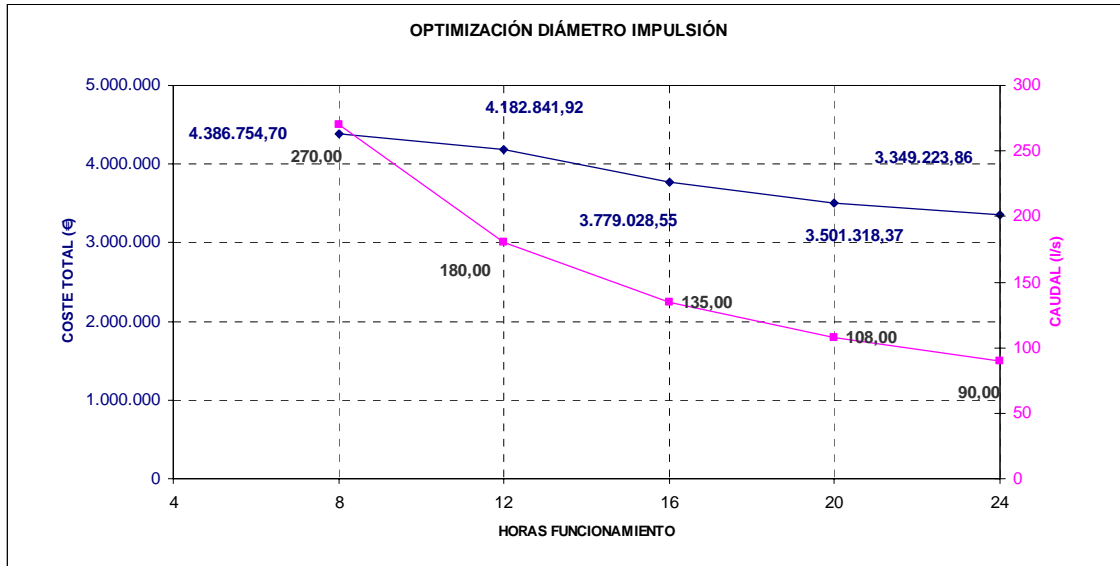
Como caudal medio diario se ha empleado el valor de 90 l/s, que se corresponde con un volumen diario de 7.776 m<sup>3</sup>/día.

Se considera para la optimización que la altura geométrica a salvar es la diferencia entre el valor medio del huso de explotación del embalse de Bárcena (600 msnm) y la cota de llegada al depósito de Las Melendreras (710,45 msnm), es decir, la diferencia entre

Los cálculos completos de la optimización se recogen en el Apéndice nº 1. Se comprueba, que el diámetro óptimo de la conducción de impulsión es de 315 mm según gama normalizada de diámetros, con un funcionamiento durante 24 horas. El volumen de depósito requerido es de 1.500 m<sup>3</sup>.

La salida gráfica de los resultados es:





### 2.1.1.2. Comprobación en régimen permanente

Para la comprobación hidráulica de la impulsión inicial y dimensionamiento de la estación de bombeo correspondiente, se consideran los siguientes datos:

- Longitud: 2.361 metros (incluido el tramo de captación hasta la caseta de mantenimiento; se acepta que este tramo de 180,4 metros tiene las mismas características que la conducción que sale de la caseta)
- Material y rugosidad: Polietileno PE100; rugosidad absoluta 0,003 mm
- Cota mínima de impulsión: 580 msnm
- Cota máxima de llegada a depósito: 710,45 msnm
- Caudal circulante: 90 l/s

Según las presiones nominales, los diámetros interiores de la conducción de polietileno PE100 de diámetro nominal 315 mm son:

- Para una PN16: 257,80 mm
- Para un PN10: 277,60 mm
- Para un PN6: 291,20 mm

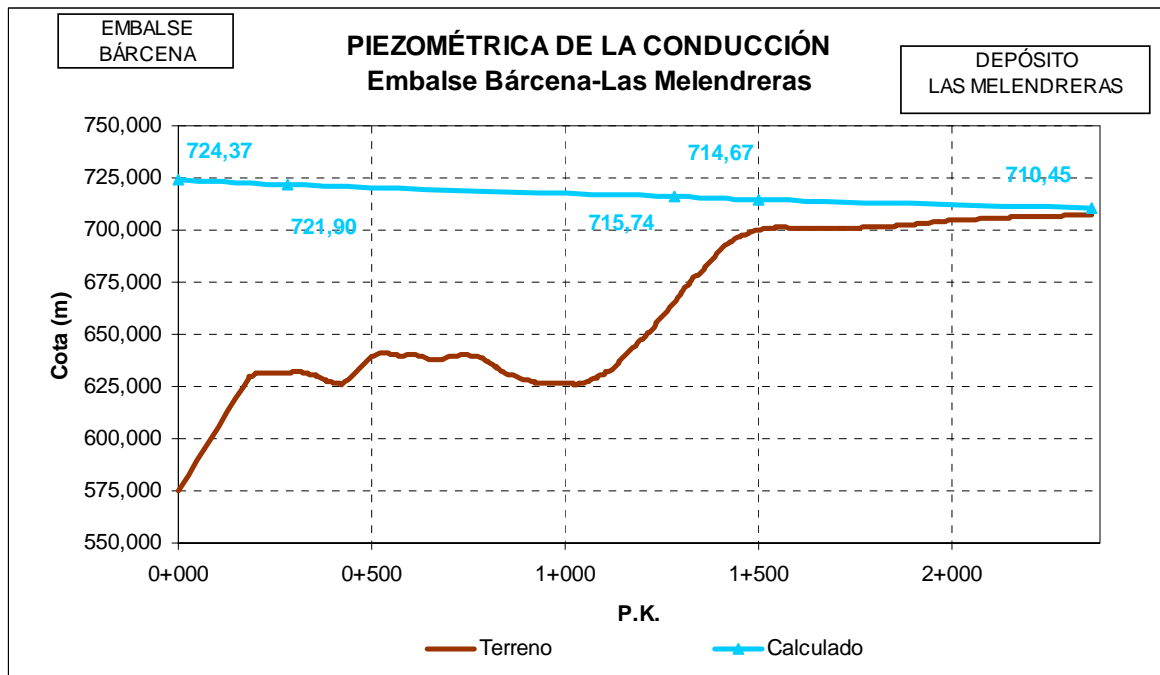
La tramificación de presiones de la conducción es (a comprobar tras el análisis del fenómeno transitorio):

PRESIÓN NOMINAL (atm)	P.K. INICIAL	P.K. FINAL
16	0+000	0+100
10	0+100	1+100
6	1+100	2+181

NOTA: el tramo de impulsión entre el embalse de Bárcena y la caseta de mantenimiento debe ir en PN16.

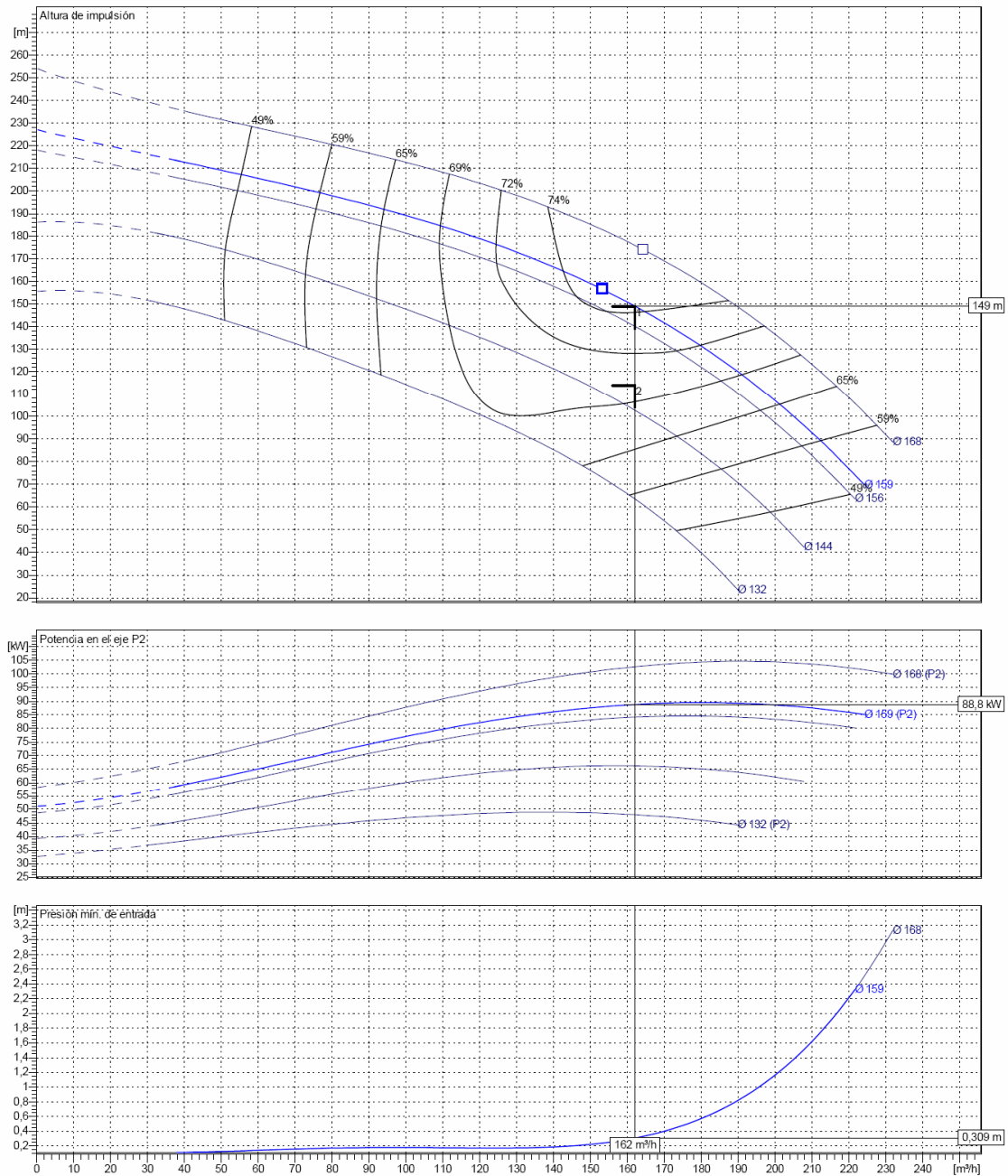
Así, efectuados los cálculos pertinentes, el resultado es, de manera tabulada y gráfica:

Tramo	Velocidad (m/s)	Coficiente Colebrook	Pérdida carga (m)	Pérdida unit (m/km)	Piezométrica (mca)	Cota mínima (m)	Cota referencia (m)	Presión (mca)
EMBALSE DE BÁRCENA	---	---	-144,37	---	724,37	---	580,00	144,37
TRAMO 01 (PN16)	1,72	0,013622	2,47	8,81	721,90	631,57	631,57	90,33
TRAMO 02 (PN10)	1,49	0,013789	6,16	6,16	715,74	665,05	665,05	50,69
TRAMO 03 (PN6)	1,35	0,013900	1,07	4,89	714,67	700,42	700,42	14,25
TRAMO 04 (PN6)	1,35	0,013900	5,28	4,89	710,45	710,45	706,85	0,00



De acuerdo con estos resultados, se requiere de una estación de bombeo capaz de elevar 90 l/s, a una altura manométrica total de 144,37 mca, que para un rendimiento tipo del 70%, supone una potencia total de 182,09 kW. Desde el punto de vista de la explotación, se aconseja la multiplicidad de equipos de bombeo, dentro de un orden, de manera que se pueda hacer frente a distintos caudales bombeados o incluso averías. Por ello, se diseña una estación de bombeo, que en consonancia con la tipología de captación, dispondrá de bombas tipo lápiz, en número de 2+1 (dos más una en semi-reserva), capaces de elevar un caudal unitario de 45 l/s a una altura manométrica de 144,37 mca. Debe señalarse que el diseño se realiza para la máxima potencia necesaria en el bombeo, de manera que para una posición media de la lámina del embalse (600 msnm), las bombas únicamente requieren de una elevación de altura geométrica de unos 110,45 mca con una manométrica de 124,37 mca, de modo que el caudal obtenido.

De acuerdo con la disponibilidad de equipos, se incluye en a continuación, la curva característica de la bomba seleccionada con posibilidad de funcionar con variación de la frecuencia, mostrándose el caso en el que se requiere de la máxima potencia, esto es, con la lámina del embalse a su cota mínima. La potencia de la bomba es de 110 kW.



### 2.1.1.3. Cálculo en régimen transitorio

Para la determinación del fenómeno transitorio provocado por la parada brusca del bombeo inicial de captación en el embalse de Bárcena, se ha empleado el programa DYAGATS (Diseño y Análisis de Golpe de Ariete en Tubería Simple) diseñado por el Grupo de Mecánica de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia.

El programa permite modelizar una tubería simple analizando el fenómeno transitorio mediante el método de las características. Así mismo, permite incluir en el modelo

diversos elementos tales como bombas, válvulas de control, ventosas, tanques, calderines, etc, haciendo que el modelo se aproxime a la conducción diseñada.

#### 2.1.1.3.1 Datos de entrada

Para el correcto funcionamiento del programa se precisan como datos de entrada:

- Perfil longitudinal
- Elementos singulares (depósitos, válvulas, ventosas, etc)
- Características de las tuberías (diámetros interiores, rugosidades, longitudes, celeridad de la onda)

El programa calcula las pérdidas continuas mediante la expresión de Colebrook, permitiendo la introducción de pérdidas localizadas.

El perfil empleado consta de 9 puntos y se incluye en el Apéndice nº 2, junto a las cotas del mismo.

Para el cálculo se ha empleado un sistema formado por 9 nodos y 8 tramos, coincidentes con los puntos del perfil empleado:

	Longitud (m)	Diámetro interior (m)	Rugosidad (mm)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Celeridad onda (m/s)
<b>TRAMO 1</b>	280,4	0,2578	0,003	575,00	631,57	318,02
<b>TRAMO 2</b>	140,75	0,2776	0,003	631,57	626,00	249,79
<b>TRAMO 3</b>	199,25	0,2776	0,003	626,00	639,80	249,79
<b>TRAMO 4</b>	401,62	0,2776	0,003	639,80	626,01	249,79
<b>TRAMO 5</b>	352,08	0,2912	0,003	626,01	682,50	197,63
<b>TRAMO 6</b>	129,1	0,2912	0,003	682,50	700,00	197,63
<b>TRAMO 7</b>	437,54	0,2912	0,003	700,00	706,32	197,63
<b>TRAMO 8</b>	420,26	0,2912	0,003	706,32	707,39	197,63

Los nudos representados son los correspondientes a los cambio de diámetro, ventosas significativas, bombeo y calderines y depósitos. Así el nodo 1, se corresponde con el bombeo, los nodos 2 y 3 con un cambio de diámetro, el nodo 7 y 8 con sendas ventosas y el nodo 9 con el depósito de rotura de carga. El resto se corresponden con puntos característicos del perfil y adicionales de cálculo.

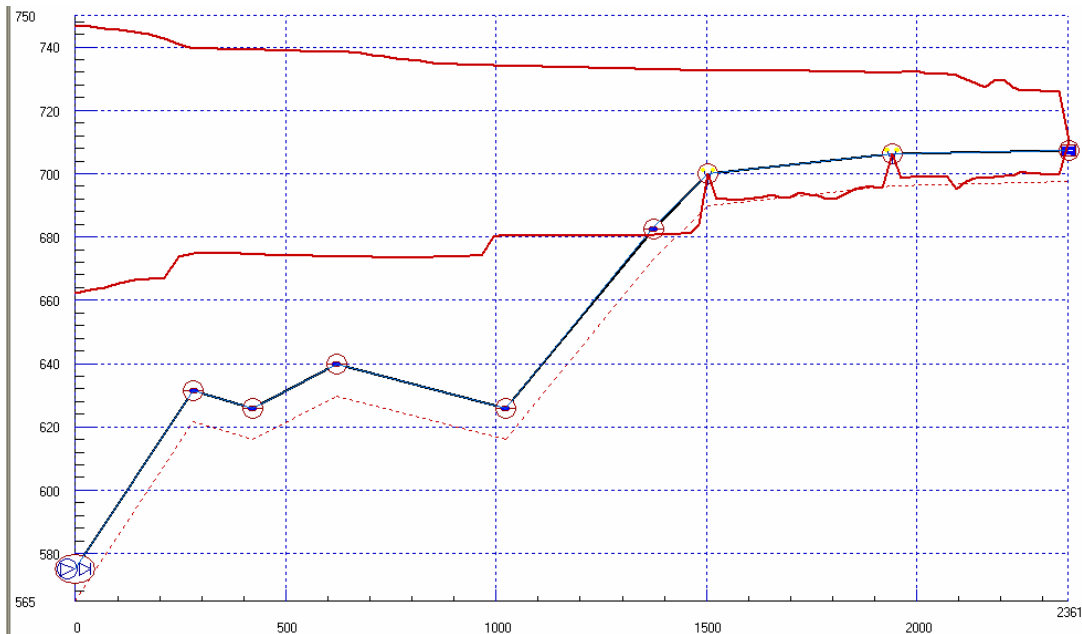
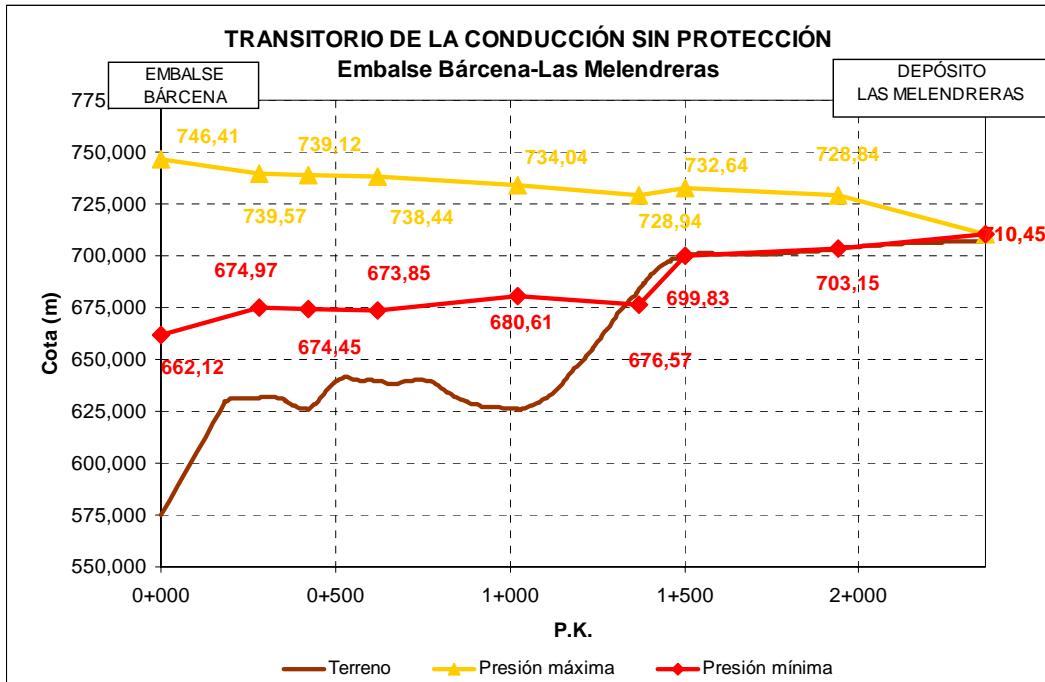
Para la estación de bombeo se han fijado las siguientes características:

<b>Coeficiente A (curva característica)</b>	179,23
<b>Coeficiente B (curva característica)</b>	0
<b>Coeficiente C (curva característica)</b>	4425,3
<b>Coeficiente D (curva de rendimientos)</b>	17,778
<b>Coeficiente E (curva de rendimientos)</b>	-98,765
<b>Caudal de régimen (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,09
<b>Altura de aspiración (m)</b>	5
<b>Diferencia Descarga-Aspiración (m)</b>	131
<b>Momento de Inercia (kg.m<sup>2</sup>)</b>	1,3772
<b>Nº Bombas</b>	2
<b>Tiempo de arranque (s)</b>	10
<b>Tiempo de desconexión (s)</b>	125
<b>Velocidad de giro (rpm)</b>	2900

Como características de las ventosas, se ha seleccionado una con un caudal de admisión de aire de 60 m<sup>3</sup>/(min-bar) y de 10 m<sup>3</sup>/(min-bar) de expulsión.

#### 2.1.1.3.2 Resultados del cálculo

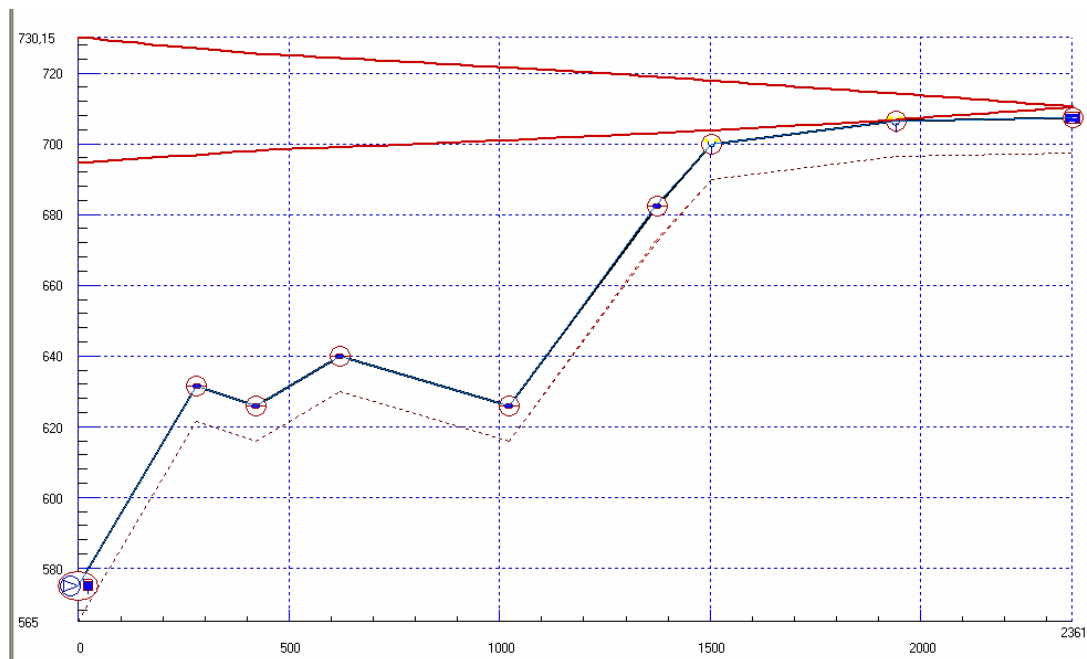
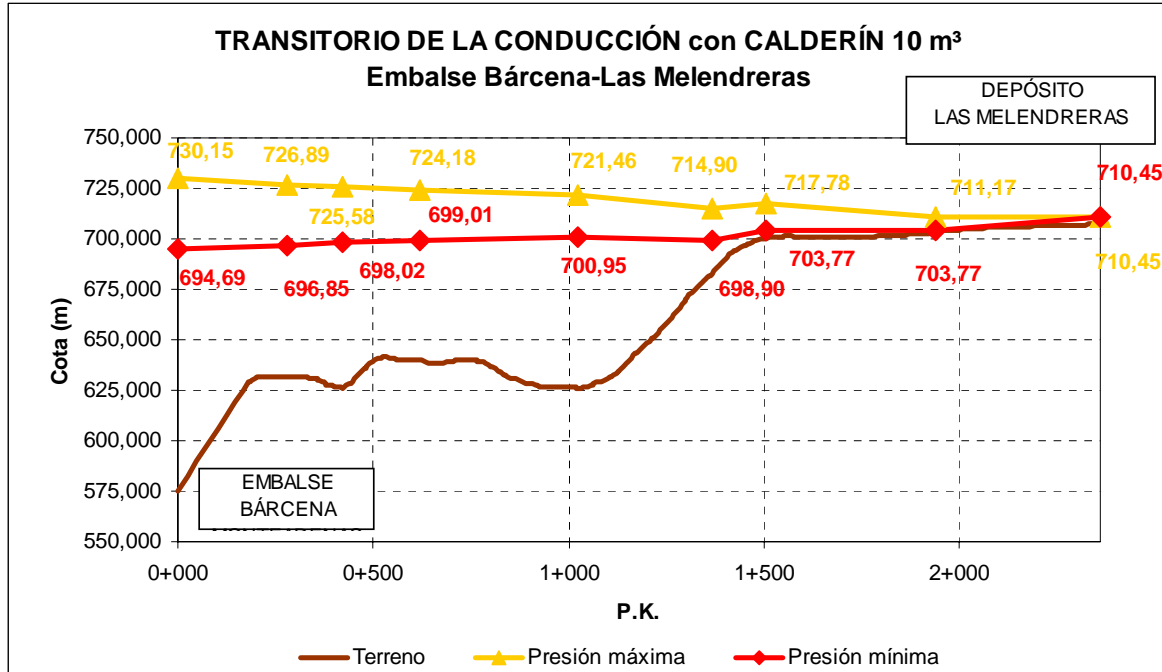
Efectuado el cálculo empleando el ya comentado programa, los resultados del mismo indican la necesidad de disponer de un sistema de protección para proteger a la conducción de los fenómenos transitorios derivados de una parada repentina de las bombas. Como puede observarse en los gráficos adjuntos (el primero con valores únicamente en los nodos característicos; el segundo con los nodos de cálculo del programa-96 nodos-), la línea de piezométrica correspondiente a la mínima presión corta a la conducción a partir del P.K. 1+391 (según PP.KK. acumulados con el tramo de captación, P.K. 1+211, según kilometraje de la impulsión desde la caseta de mantenimiento), circunstancia que debe evitarse en todo momento para el correcto funcionamiento de la misma. Además, se produce un fenómeno de inestabilidad importante derivado de la entrada en funcionamiento de las ventosas del tramo final.



Por otro lado, este funcionamiento, de por sí inadecuado, obligaría a disponer de una conducción en el tramo inicial con un valor del SDR superior, dado que se supera el valor de presión soportado por una conducción con SDR11 (equivalente a PN16 para un coeficiente de seguridad de 1,25).

A la vista de este resultado, se han tanteado diferentes calderines para la protección de la impulsión. Tras varios tanteos, se ha comprobado que disponiendo de un calderín de 10 m<sup>3</sup>, con un llenado inicial del 20,0 %, con unos coeficientes de pérdidas

de 70 m(m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup> para la entrada y de 40 m(m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup>, para la salida, se obtiene un resultado adecuado en el funcionamiento del sistema, como se puede comprobar de manera detallada en el Apéndice nº 2, y sintéticamente en el gráfico siguiente:



Las características concretas del calderín, predimensionado por una casa especializada, se incluye en el Apéndice nº 2, comprobándose que coincide con gran aproximación, con los resultados obtenidos.

Del análisis realizado se desprende que la sobrepresión se produce en el arranque de la bomba, que con la presencia del calderín permite la reducción de los timbrajes de las conducciones, sobre todo el tramo inicial, sin necesidad de superar una presión nominal de 16 atmósferas. Es en la parada de las bombas cuando se produce la mayor onda de presión negativa, que con la presencia del calderín, no llega a alcanzar depresiones en la conducción, en particular en el tramo final, donde esta circunstancia se presentaba más problemática.

## 2.1.2. CONDUCCIÓN DESDE EL DEPÓSITO DE LAS MELENDRERAS A LA ETAP DE BEMBIBRE

### 2.1.2.1. Optimización de la impulsión de Bembibre

Como paso previo para el dimensionamiento hidráulico del conjunto de la conducción, se procede a la optimización de la impulsión final desde la estación de bombeo de Bembibre. La localización de ésta se debe a criterios de accesibilidad y disponibilidad de terreno, eligiendo una ubicación a 1.299 metros del depósito de agua bruta de la ETAP (P.K. 12+250 la conducción).

Como en el caso de la impulsión inicial, los cálculos de pérdida de carga continua se efectúan empleando la expresión de Swamme-Jane aplicada a la formulación de Darcy-Weisbach. Para las pérdidas localizadas se acepta que ésta es un 10 % de la continua. El análisis se realiza únicamente para un funcionamiento de 24 horas por motivos de continuidad hidráulica que permita eliminar la necesidad de un nuevo depósito que admitiese la diferencia de horas de funcionamiento de ambas impulsiones. No obstante, se dispondrá de un depósito mínimo para hacer frente a posibles eventualidades, permitiendo así la carga de agua directa desde esta posición.

Se asume un rendimiento de las bombas de 72 %. Los precios de la energía se establecen de acuerdo con lo especificado en la ORDEN ITC/1857/2008, de 26 de junio, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2008, para el supuesto de TARIFA 3.0.2. General y considerando el día dividido en 4 horas de punta, 12 de llano y 8 de valle con una tarifa media (llano) de 0,101941 €/kW que en horas de valle se reduce a 0,05403 €/kW y en punta se eleva a 0,173300 €/kW, con un término de potencia de 1,988549 €/kW-mes.

Los costes energéticos son capitalizados al 3% anual. La obra civil y equipos se aceptan amortizados en 25 años.

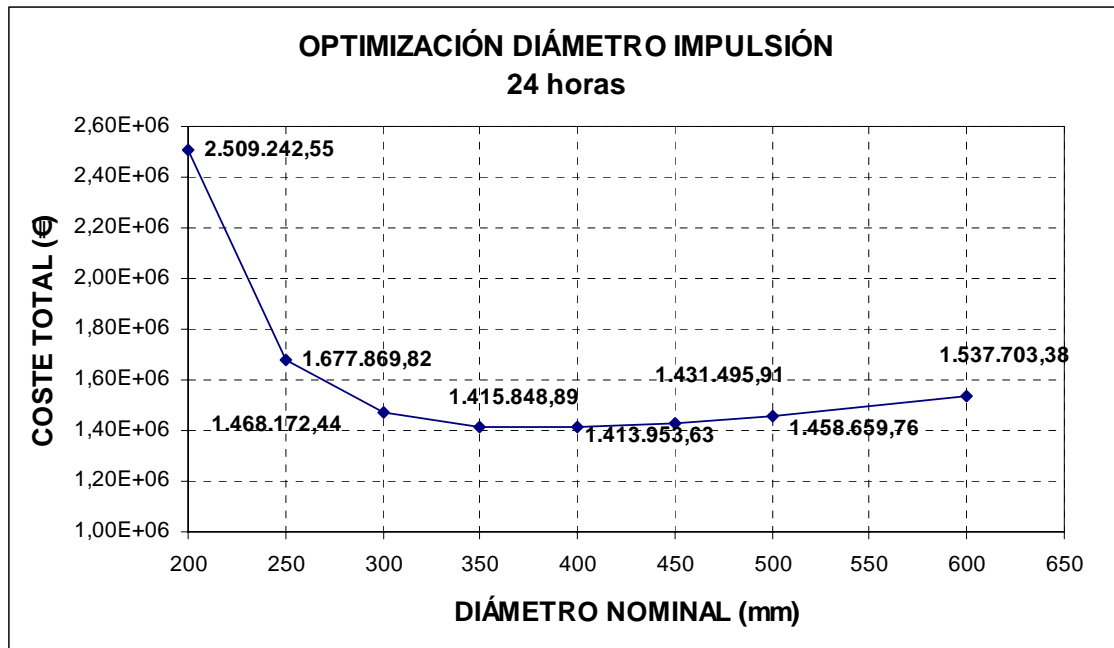
El material empleado para la impulsión final es la fundición dúctil K9, de acuerdo con las conclusiones obtenidas en el Anejo nº 5. "Estudio de alternativas".

Para los precios de las conducciones, se han empleado valores obtenidos de proyectos tipo, habiendo fijado los siguientes:

Diámetro Nominal (mm)	Precio (€)
100	130,79
150	143,57
200	160,45
250	180,56
300	202,96
350	226,83
400	251,57
450	277,11
500	304,07
600	370,06
700	480,25
800	697,90
900	1132,24
1000	1954,05

En este caso, no se considera el coste de depósito alguno, dado que no se requiere de regulación adicional, al tratarse de un bombeo directo desde el depósito de Las Melendreras.

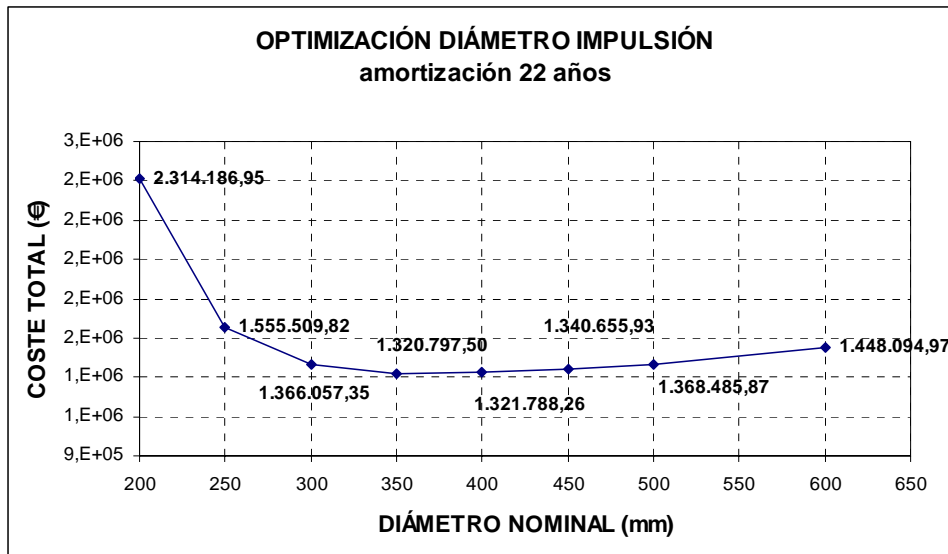
Así, desde este punto la altura mínima estática a salvar es de 56 metros (aceptando que como mínimo, se garantizan 20 mca de presión en la aspiración), que junto con los condicionantes y parámetros de optimización comentados para el caso de la impulsión inicial, y conociendo que la longitud de la impulsión es de 1.299 metros, resulta un diámetro óptimo de 400 mm, como puede comprobarse en el Apéndice nº 2.



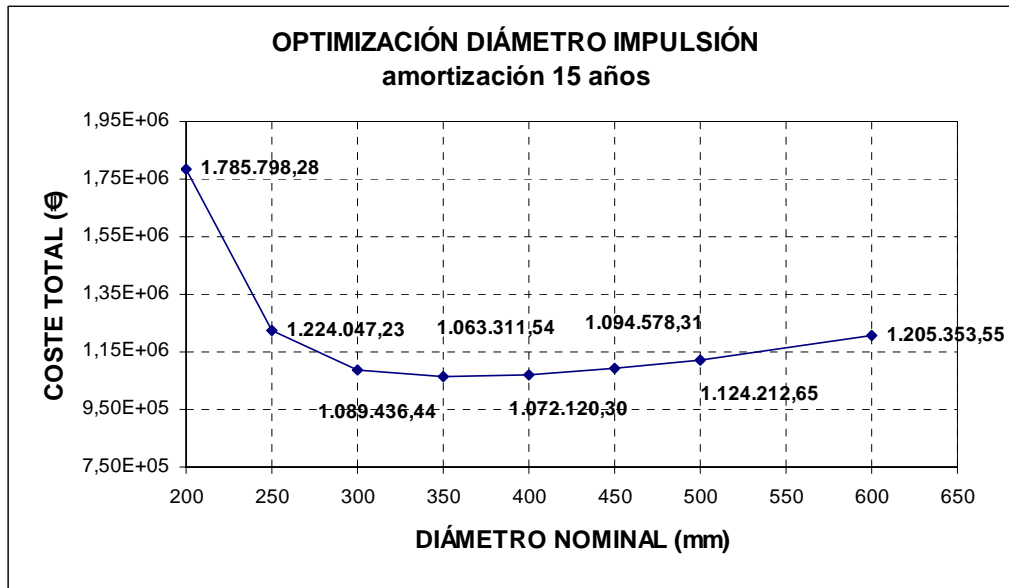
Diámetro interior (mm)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)
200	436.956,22	1.149.884,78	651.601,38	62.370,92	2.238.442,38	208.429,25	2.509.242,55
250	274.106,26	721.332,26	408.754,95	39.125,80	1.404.193,48	234.550,55	1.677.869,82
300	228.754,38	601.985,22	341.124,96	32.652,29	1.171.864,57	263.655,58	1.468.172,44
350	212.930,55	560.343,55	317.528,01	30.393,60	1.090.802,10	294.653,18	1.415.848,89
400	206.465,38	543.329,95	307.886,97	29.470,77	1.057.682,31	326.800,55	1.413.953,63
450	203.496,31	535.516,61	303.459,41	29.046,97	1.042.472,33	359.976,62	1.431.495,91
500	202.004,15	531.589,86	301.234,25	28.833,98	1.034.828,26	394.997,52	1.458.659,76
600	200.737,40	528.256,33	299.345,25	28.653,16	1.028.338,98	480.711,24	1.537.703,38

Debe señalarse, como se observa, que el cálculo estricto con estos datos arroja como resultado un valor óptimo del diámetro para 24 horas de funcionamiento de 400 mm. No obstante, se ha comprobado que la diferencia con un el diámetro de 350 mm es mínima además, de resultar la optimización, en este caso particular, muy sensible al período de amortización. Así, tan solo resulta óptimo el diámetro de 400 mm para períodos de amortización mayores de 22 años, siendo el resultado el diámetro de

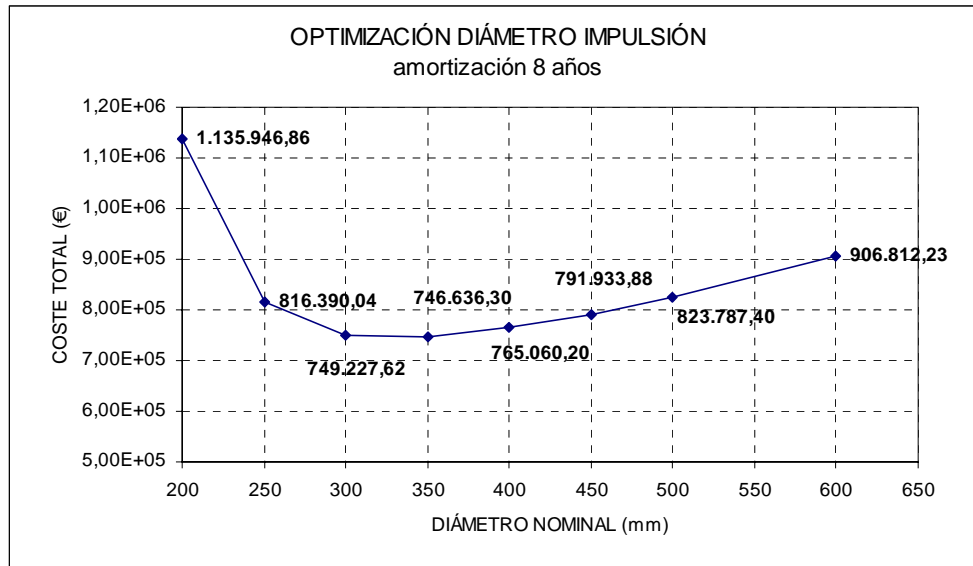
350 mm el óptimo para períodos comprendidos ente 8 y 22 años, por lo que resulta más interesante, adoptar este valor como diámetro de la impulsión.



OPTIMIZACIÓN PARA UN PERÍODO DE AMORTIZACIÓN DE 22 AÑOS							
Diámetro interior (mm)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)
200	399.912,47	1.052.401,22	596.360,69	57.083,31	2.048.674,38	208.429,25	2.314.186,95
250	250.868,41	660.180,02	374.102,01	35.808,84	1.285.150,44	234.550,55	1.555.509,82
300	209.361,32	550.950,84	312.205,48	29.884,13	1.072.517,63	263.655,58	1.366.057,35
350	194.878,98	512.839,41	290.609,00	27.816,93	998.327,38	294.653,18	1.320.797,50
400	188.961,91	497.268,18	281.785,30	26.972,33	968.015,38	326.800,55	1.321.788,26
450	186.244,54	490.117,22	277.733,09	26.584,46	954.094,85	359.976,62	1.340.655,93
500	184.878,88	486.523,37	275.696,58	26.389,52	947.098,83	394.997,52	1.368.485,87
600	183.719,53	483.472,44	273.967,72	26.224,04	941.159,69	480.711,24	1.448.094,97



OPTIMIZACIÓN PARA UN PERÍODO DE AMORTIZACIÓN DE 15 AÑOS							
Diámetro interior (mm)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)
200	299.564,16	788.326,74	446.718,48	42.759,65	1.534.609,38	208.429,25	1.785.798,28
250	187.919,08	494.523,90	280.230,21	26.823,48	962.673,20	234.550,55	1.224.047,23
300	156.827,19	412.703,13	233.865,11	22.385,44	803.395,42	263.655,58	1.089.436,44
350	145.978,84	384.154,83	217.687,74	20.836,95	747.821,41	294.653,18	1.063.311,54
400	141.546,51	372.490,82	211.078,13	20.204,28	725.115,47	326.800,55	1.072.120,30
450	139.511,01	367.134,22	208.042,73	19.913,73	714.687,96	359.976,62	1.094.578,31
500	138.488,02	364.442,17	206.517,23	19.767,71	709.447,41	394.997,52	1.124.212,65
600	137.619,58	362.156,79	205.222,18	19.643,75	704.998,56	480.711,24	1.205.353,55



OPTIMIZACIÓN PARA UN PERÍODO DE AMORTIZACIÓN DE 8 AÑOS							
Diámetro interior (mm)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)
200	176.148,40	463.548,43	262.677,44	25.143,34	902.374,27	208.429,25	1.135.946,86
250	110.499,35	290.787,77	164.779,74	15.772,63	566.066,87	234.550,55	816.390,04
300	92.216,84	242.675,88	137.516,33	13.162,99	472.409,05	263.655,58	749.227,62
350	85.837,84	225.889,04	128.003,79	12.252,45	439.730,66	294.653,18	746.636,30
400	83.231,56	219.030,42	124.117,24	11.880,43	426.379,22	326.800,55	765.060,20
450	82.034,65	215.880,66	122.332,37	11.709,59	420.247,68	359.976,62	791.933,88
500	81.433,12	214.297,68	121.435,35	11.623,72	417.166,15	394.997,52	823.787,40
600	80.922,46	212.953,85	120.673,85	11.550,83	414.550,16	480.711,24	906.812,23

### 2.1.2.2. Comprobación en régimen permanente

Esta conducción es en realidad la tubería de aspiración del bombeo de Bembibre, si bien, se trata de una aspiración singular con una longitud en absoluto despreciable.

Para la comprobación hidráulica de la conducción, se consideran los siguientes datos:

- Longitud: 13.549 metros (1.299 metros en impulsión)
- Material y rugosidad: fundición dúctil K9; rugosidad absoluta 0,3 mm
- Cota depósito inicial: 706,15 msnm (mínima)

- Cota máxima de llegada a depósito: 718 msnm (nivel máximo estimado en depósito de agua bruta)
- Caudal circulante: 90 l/s
- Horas de funcionamiento: 24 horas (para garantizar el equilibrio del sistema con el funcionamiento de la impulsión inicial)

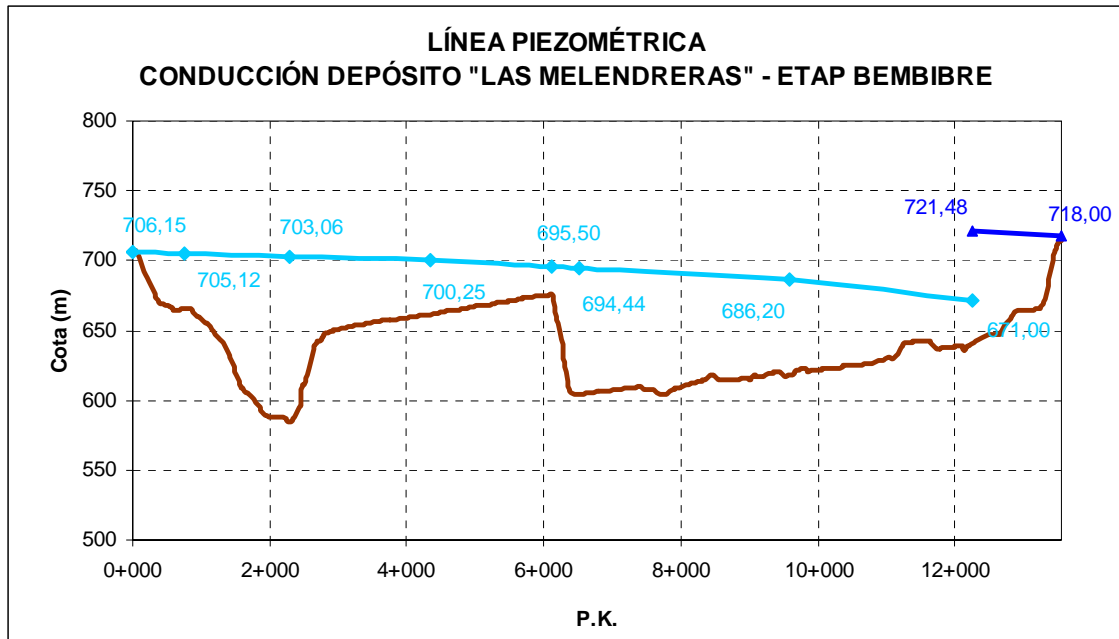
Se fijan como condiciones de contorno, que en ningún punto de la traza, la presión sea inferior a 20 mca, para garantizar el correcto funcionamiento de la conducción.

Dado que el material empleado es fundición, los diámetros interiores correspondientes a los diámetros nominales, aceptando que interiormente los tubos están recubiertos de un revestimiento de mortero, son:

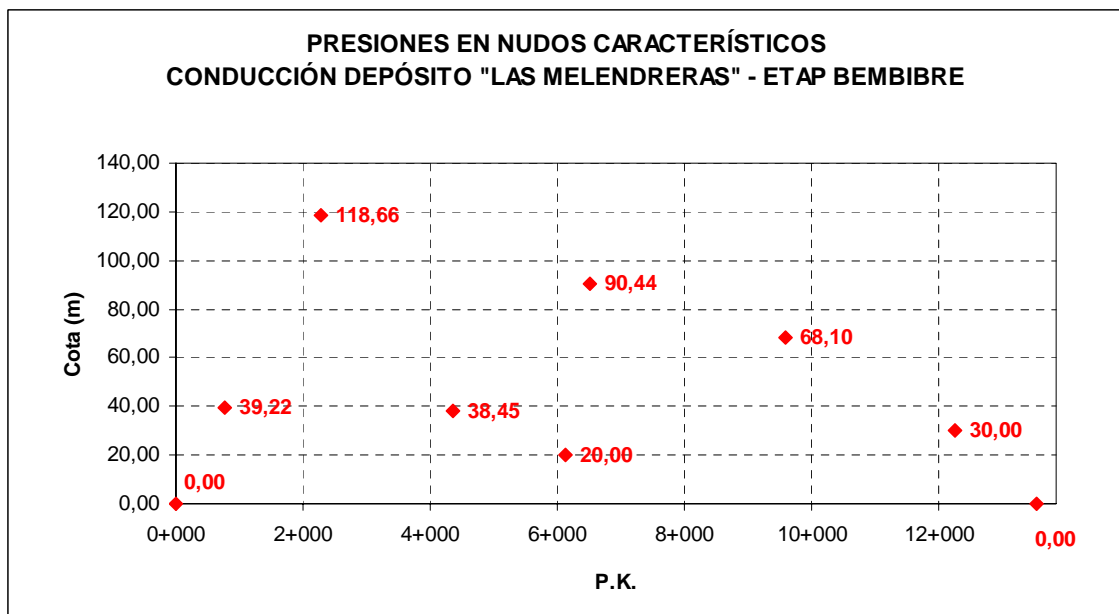
- Diámetro nominal 400 mm: 402,8 mm
- Diámetro nominal 350 mm: 352,7 mm
- Diámetro nominal 300 mm: 304,6 mm

Así, efectuados los cálculos pertinentes, el resultado es, de manera tabulada y gráfica:

Tramo	Diámetro Nominal (mm)	Veloc. (m/s)	Coefic Colebrook	Pérd. carga (m)	Pérdida unit (m/km)	Piezom. (mca)	Cota Mínima (m)	Cota refer. (m)	Presión (mca)
DEPÓSITO		---	---	---	---		---	706,15	
TRAMO 01	400	0,71	0,019533	1,03	1,36	705,12	665,90	665,90	39,22
TRAMO 02	400	0,71	0,019533	2,06	1,36	703,06	584,40	584,40	118,66
TRAMO 03	400	0,71	0,019533	2,81	1,36	700,25	661,80	661,80	38,45
TRAMO 04	350	0,92	0,019885	4,74	2,68	695,50	675,50	675,50	20,00
TRAMO 05	350	0,92	0,019885	1,06	2,68	694,44	604,00	604,00	90,44
TRAMO 06	350	0,92	0,019885	8,25	2,68	686,20	618,10	618,10	68,10
TRAMO 07	300	1,24	0,020352	15,19	5,71	671,00	641,00	641,00	30,00
BOMBEO	---	---	---	---	-50,48	721,48	---	641,00	30,00
TRAMO 08	350	0,92	0,019885	3,48	2,68	718,00	718,00	714,60	0,00



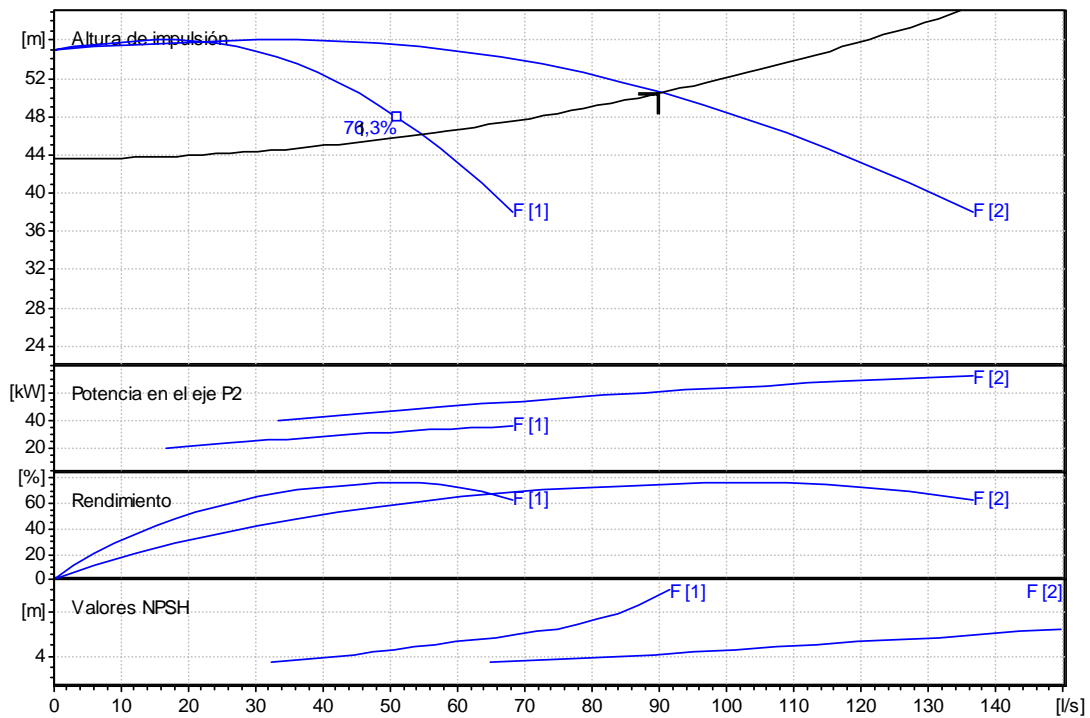
Las presiones residuales en los puntos característicos de la conducción son:



Con el dimensionamiento propuesto la distribución de diámetros resultante es:

Diámetro nominal (mm)	P.K. Inicio	P.K. Final
400	0+000	4+352
350	4+352	9+591
	12+250	13+549
300	9+591	12+250

Además, se debe disponer una estación de bombeo capaz de elevar un caudal de 90 l/s a una altura manométrica de 50,48 mca. Esta estación se configura mediante 2+1 bombas y por tanto, cada una tendrá que elevar un caudal de 45 l/s a una altura de 50,48 mca, disponiendo de una potencia de 37 kW. Las curvas características de cada una de estas bombas y del conjunto son:



### MEC-A 3/100F

#### Datos proyectados

Caudal	90 l/s
Altura de impulsión	50,5 m
Fluido	Agua potable
Tipo inst.	Bombas simples en paralelo
Nº de bombas	3

#### Datos de trabajo de la bomba

Caudal	45,2 l/s
Altura de impulsión	50,5 m
Potencia absorbida	30,3 kW
Rendimiento	75,3%
Altura H(Q=0)	55 m
Boca impulsión	100 mm

#### Datos del motor

Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Velocidad nominal	2950 1/min
Nº de polos	2
Pot. nominal P2	37 kW
Corriente nominal	- A
Tipo de motor	3~
Clase de aislamiento	F
Tipo de protección	IP 55

#### Límites operativos

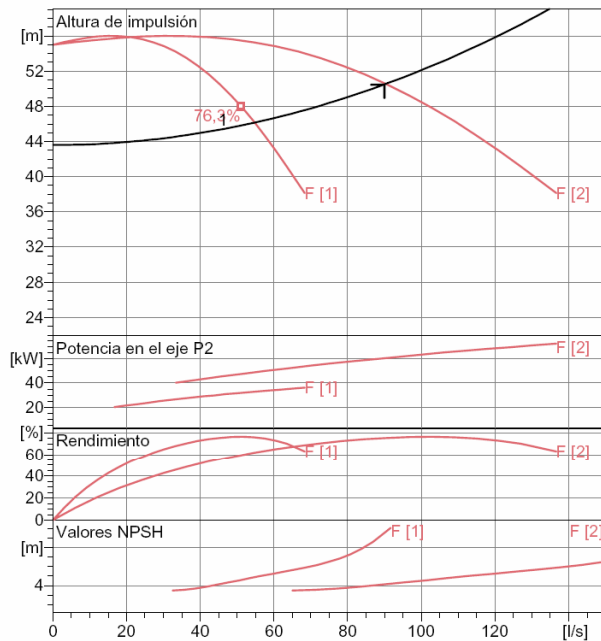
Arranques / h max.	5
Temperatura máxima líquido bombeado	363 K
Contenido máximo de sustancias sólidas	40 g/m³
Densidad max.	998 kg/m³
Max. viscosidad	1 mm²/s

#### Datos generales

Peso	399 kg
------	--------

#### Materiales

Cuerpo de impulsión	Fundición
Cuerpo aspiración	Fundición
SopORTE	Fundición
Rodete	Fundición
Eje	Acero
Casquillo eje	Acero cromado
Cojinete	Acero
Prensa-estopa	Fundición
Baderna	Trenza grafitada

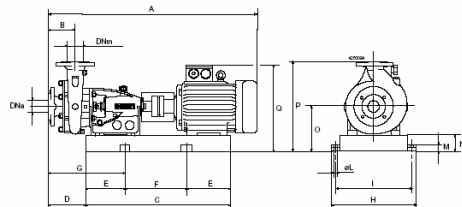


#### Características de funcionamiento

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

#### DIMENSIONES mm

A = 1403
B = 150
C = 1049
D = 222
DNa = 125/PN16
DNm = 100/PN16
E = 175
F = 699
G = 397
H = 530
I = 480
L = 20
M = 42
N = 100
O = 300
P = 600
Q = 665



### 2.1.2.3. Cálculo del régimen transitorio

En el caso del estudio del fenómeno transitorio en el bombeo de Bembibre, toma especial relevancia, ya no la parada de las bombas por fallo eléctrico, sino el arranque de las mismas, puesto que la conducción de aspiración tiene una longitud en absoluto despreciable, en la que existe el riesgo de que se produzcan depresiones que puedan

dañar la conducción. Ello deriva de la circunstancia de una cierta inercia del sistema, desde el momento en que la estación de bombeo arranca y el depósito de cabecera de la aspiración advierte la existencia de una demanda de caudal. Durante este tiempo, se produce una onda negativa de presión, que se debe analizar detenidamente para evitar un mal funcionamiento de la misma. Por otro lado, también debe estudiarse el fenómeno provocado por la parada del bombeo, como se ha realizado para el caso de la impulsión inicial.

Para este estudio se ha empleado el mismo programa y metodología que para el caso de la impulsión inicial.

#### 2.1.2.3.1 Datos de entrada

Los datos de entrada del modelo son:

- Perfil longitudinal
- Elementos singulares (depósitos, válvulas, ventosas, etc)
- Características de las tuberías (diámetros interiores, rugosidades, longitudes, celeridad de la onda)

En este caso, el perfil empleado es una simplificación del real, con un total de consta de 13 puntos y se incluye en el Apéndice nº 4, junto a las cotas del mismo.

Para el cálculo se ha empleado un sistema formado por 6 nodos y 5 tramos, cuyas características son.

	Longitud (m)	Diámetro interior (m)	Rugosidad (mm)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Celeridad onda (m/s)
<b>TRAMO 1</b>	4.352	0,4028	0,3	708	661,80	1.224,866
<b>TRAMO 2</b>	1.769	0,3526	0,3	661,80	675,60	1.241,647
<b>TRAMO 3</b>	3.470	0,3526	0,3	675,60	618,10	1.241,647
<b>TRAMO 4</b>	2.659	0,3046	0,3	618,10	642,43	1.237,63
<b>TRAMO 5</b>	1.299	0,3526	0,3	642,43	718	1.241,647

Los nudos representados son los correspondientes a los cambio de diámetro, puntos significativos del perfil, bombeo y depósitos. Así el nodo 1, se corresponde con el depósito de Las Melendreras, los nodos 2 y 4 con un cambio de diámetro, el nodo 3

con un punto significativo del terreno (salida de la meseta), el nodo 5 con el bombeo de Bembibre y el nodo 6, con el depósito de la ETAP de Bembibre.

Para la estación de bombeo se han fijado las siguientes características:

<b>Coefficiente A (curva característica)</b>	53,067
<b>Coefficiente B (curva característica)</b>	0
<b>Coefficiente C (curva característica)</b>	1240,4
<b>Coefficiente D (curva de rendimientos)</b>	17,297
<b>Coefficiente E (curva de rendimientos)</b>	-93,499
<b>Caudal de régimen (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,09
<b>Altura de aspiración (m)</b>	0,00
<b>Diferencia Descarga-Aspiración (m)</b>	10,0
<b>Momento de Inercia (kg.m<sup>2</sup>)</b>	1,0918
<b>Nº Bombas</b>	2
<b>Tiempo de arranque (s)</b>	0
<b>Tiempo de desconexión (s)</b>	200
<b>Velocidad de giro (rpm)</b>	1.450

Esta estación de bombeo se considera efectúa el arranque contra una válvula de mariposa motorizada de las siguientes características:

<b>Apertura final (%)</b>	100
<b>Apertura inicial (%)</b>	0
<b>Apertura intermedia (%)</b>	90
<b>Diámetro (m)</b>	0,3
<b>Tiempo final (s)</b>	60
<b>Tiempo inicial (s)</b>	2
<b>Tiempo intermedio (s)</b>	5
<b>Kvo</b>	1.700

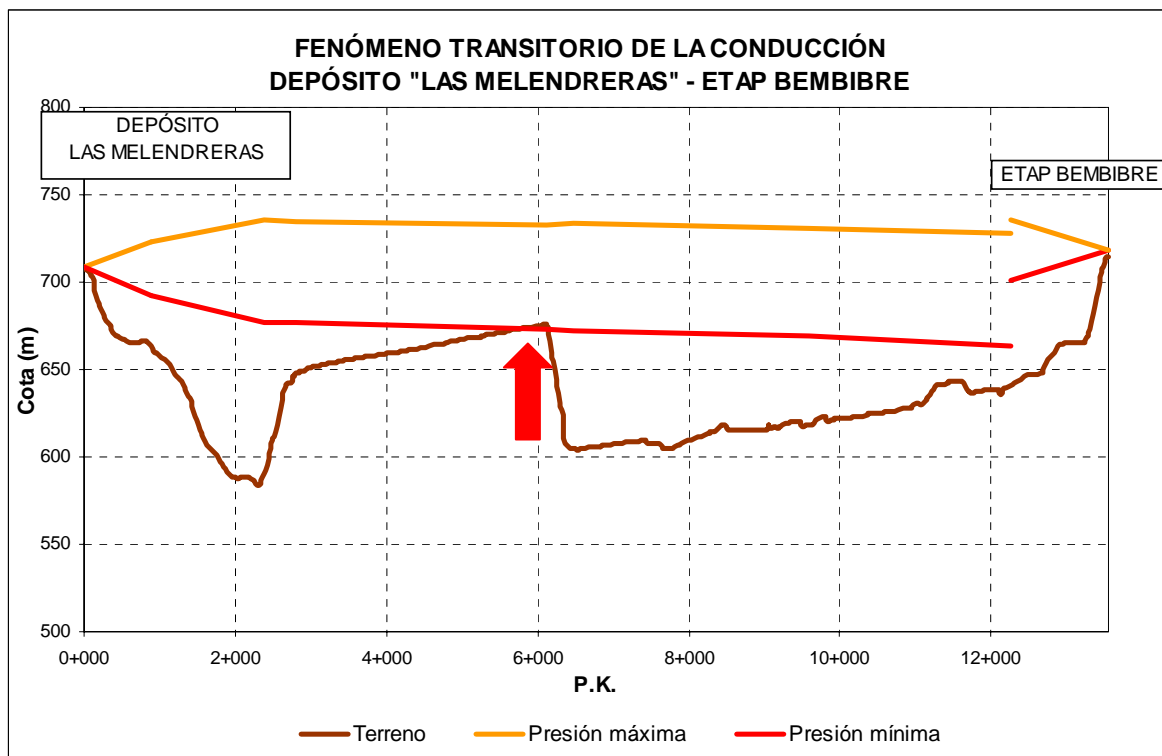
En consecuencia se observa como las bombas arrancan contra la válvula cerrada y simultáneamente, circunstancia que no se realiza de este modo en la realidad, en la que primero se arranca un equipo y posteriormente, el segundo (en este caso hay dos bombas en funcionamiento). No obstante es una hipótesis conservadora, por cuanto el

caudal movilizado es prácticamente el doble que en caso de realizarse el arranque en dos fases.

### 2.1.2.3.2 Resultados del cálculo

Efectuado el cálculo empleando el ya comentado programa, se observa como el punto crítico se encuentra en la salida de la conducción de la meseta. En este punto y durante el arranque de la bomba, la onda negativa de depresión llega a cortar este punto. En el momento de desconexión de la estación de bombeo, el transitorio generado no produce problemas en el sistema.

En la siguiente gráfica, envolvente de presiones máximas y mínimas durante el fenómeno transitorio tanto durante el arranque como parada de las dos bombas, se comprueba lo explicado:



No obstante, el perfil empleado para el cálculo del transitorio es el perfil del terreno natural, por lo que la diferencia de cota se puede equilibrar con el propio perfil longitudinal de la conducción. Además, en realidad el punto donde se produce el problema dispone de una ventosa de alta prestación que evitaría la depresión, eliminando el problema, al introducir aire en la conducción. En todo caso, se insiste en las circunstancias de la hipótesis empleada para el cálculo, de arranque simultáneo de

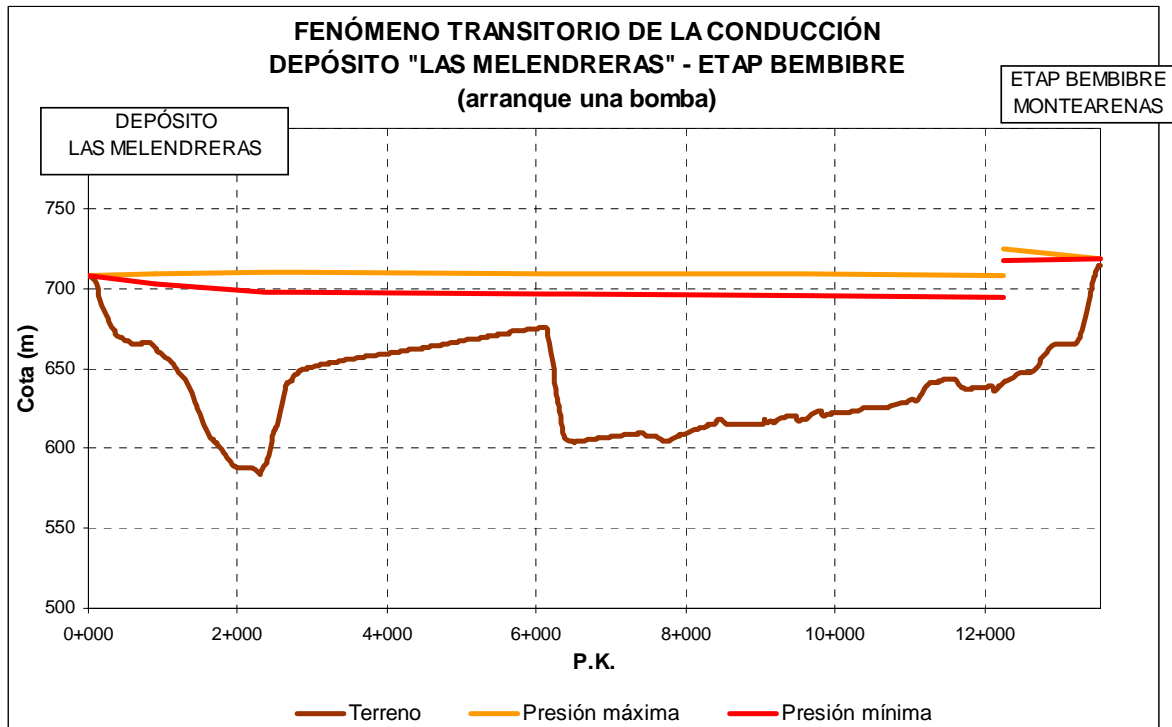
ambas bombas, que supone una situación claramente conservadora y de operación deficiente, que dada la existencia de un sistema de telecontrol, es de difícil ocurrencia.

A modo indicativo, se incluye a continuación la salida gráfica de la hipótesis de arranque de una única bomba que eleva un caudal de 45 l/s, con la misma conducción y características del sistema. En el Apéndice nº 4 se incluye la salida del cálculo.

En este caso, las características de la bomba empleada son:

<b>Coeficiente A (curva característica)</b>	24,386
<b>Coeficiente B (curva característica)</b>	0
<b>Coeficiente C (curva característica)</b>	2073,4
<b>Coeficiente D (curva de rendimientos)</b>	32,99
<b>Coeficiente E (curva de rendimientos)</b>	-340,1
<b>Caudal de régimen (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,045
<b>Altura de aspiración (m)</b>	0
<b>Diferencia Descarga-Aspiración (m)</b>	10
<b>Momento de Inercia (kg.m<sup>2</sup>)</b>	0,2282
<b>Nº Bombas</b>	1
<b>Tiempo de arranque (s)</b>	0
<b>Tiempo de desconexión (s)</b>	200
<b>Velocidad de giro (rpm)</b>	1.450

Las características de la válvula son análogas a la indicada anteriormente. La simulación se ha efectuado para un tiempo inferior al tiempo de desconexión, dado que lo que se pretende valorar es el transitorio generado por el arranque de una única bomba. En el momento de finalización de la simulación se había alcanzado prácticamente el régimen permanente en la conducción para una bomba en funcionamiento:



Se puede comprobar como en este caso, el resultado es muy diferente, como se preveía, afirmando que no se producirán problemas con los fenómenos transitorios en arranque, donde resulta más problemática para el tramo en aspiración por problemas de onda negativa, y parada de bombas, para el tramo en impulsión.

## 2.2. ABASTECIMIENTO A CASTROPODAME

En este municipio son tres las conducciones a dimensionar:

- Ramal desde la ETAP de Bembibre al depósito de Matachana
- Impulsión desde el sondeo de Villaverde de los Cestos al depósito local
- Conducción de abastecimiento a Calamocos desde la captación en el río Paradasolana, en Onamio.

### 2.2.1. ABASTECIMIENTO A MATACHANA

El ramal de abastecimiento a Matachana, proviene de la ETAP de Bembibre (cota 715 msnm, estimada del nivel mínimo en depósito de agua tratada) y finaliza en el depósito de Matachana, con una cota máxima estimada de 699 msnm y una longitud de conducción de 4.617 metros. Se exige como condición de partida el suministro de agua por gravedad, eliminando toda posibilidad de requerir bombeos.

Analizado el perfil longitudinal de la conducción, se observa como es posible realizar esta conexión sin necesidad de bombeos. Únicamente resta definir el caudal a transportar y con ello determinar el diámetro mínimo a disponer para cumplir con la condición. La tubería a instalar es de polietileno PE100 en presiones nominales de 6 y 10 atmósferas.

Del estudio de demandas realizado, se concluye que la demanda media diaria de Matachana es de 3,09 l/s para el año horizonte. Para trasegar este caudal con las condiciones de mínimo desnivel entre la ETAP de Bembibre (depósito a su menor cota de lámina de agua) y el depósito local de Matachana (a su máximo nivel), se requiere de un diámetro mínimo de 84,93 mm, que supone un diámetro comercial nominal de 110 mm, para las presiones de trabajo indicadas anteriormente.

Según las presiones nominales, los diámetros interiores de la conducción de polietileno PE100 de diámetro nominal 110 mm son:

- Para un PN10: 96,8 mm
- Para un PN6: 101,6 mm

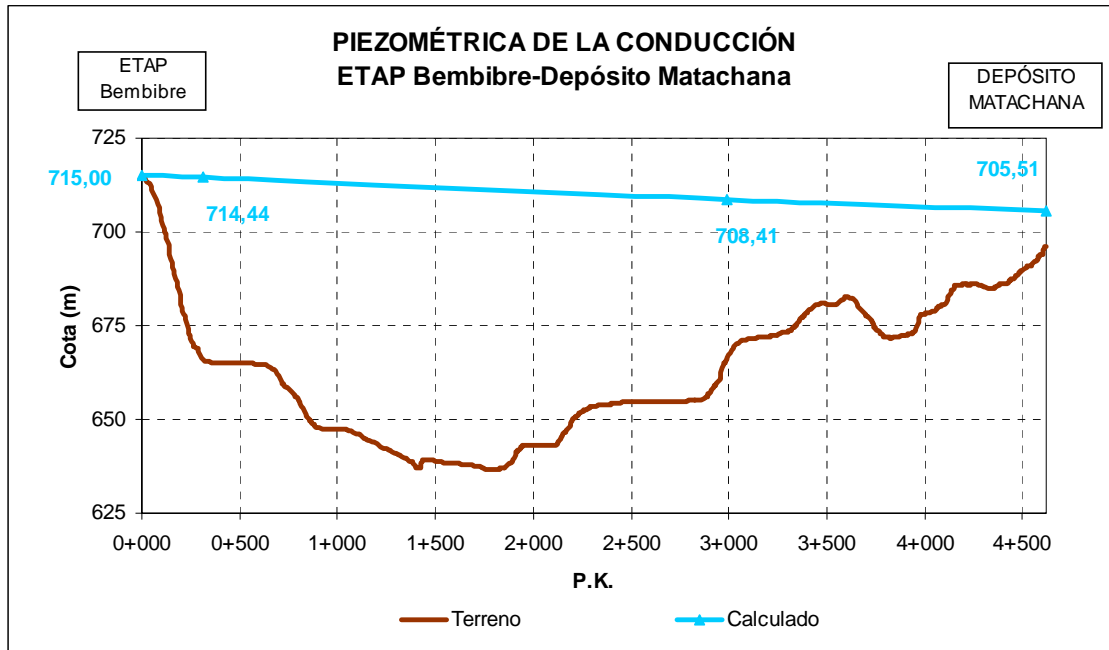
La tramificación de presiones de la conducción es:

PRESIÓN NOMINAL (atm)	P.K. INICIAL	P.K. FINAL
10	0+312	2+992
6	0+000	0+312
	2+992	4+617

Así, la línea piezométrica resultante es:

Tramo	Velocidad (m/s)	Coeficiente Colebrook	Pérdida carga (m)	Pérdida unit (m/km)	Piezométrica (mca)	Cota mínima (m)	Cota referencia (m)	Presión (mca)
ETAP Bembibre	---	---	---	---	715	---	715	---
TRAMO 01 (PN6)	0,38	0,022276	0,56	1,79	714,44	666,06	666,06	48,38
TRAMO 02 (PN10)	0,42	0,022039	6,03	2,25	708,41	666,48	666,48	41,93

Tramo	Velocidad (m/s)	Coefficiente Colebrook	Pérdida carga (m)	Pérdida unit (m/km)	Piezométrica (mca)	Cota mínima (m)	Cota referencia (m)	Presión (mca)
TRAMO 03 (PN6)	0,38	0,022276	2,90	1,79	705,51	699,00	699,00	6,51



En realidad, el caudal circulante será el que para la distribución de diámetro indicada agota la diferencia de presión existente entre los depósitos. Así, para las condiciones indicadas (depósito de la ETAP de Bembibre -cota 715- y máxima en el depósito de Matachana -cota 699-), el caudal que circulará, será de 4,15 l/s. El máximo, se dará cuando el depósito de la ETAP se encuentre en su nivel máximo (718 msnm) y el de Matachana en el mínimo (696 msnm). Para estas condiciones el caudal a circular, que será el máximo admisible, es de 4,96 l/s.

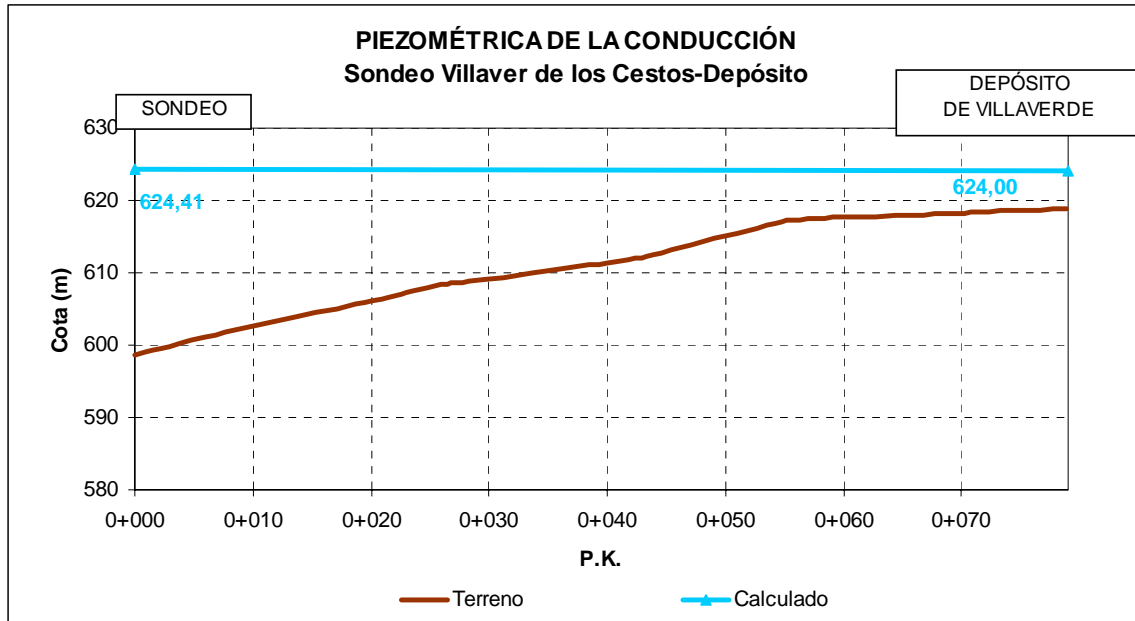
## 2.2.2. ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE LOS CESTOS

El abastecimiento a Villaverde de los Cestos requiere de la realización de un nuevo sondeo en el suroeste de la localidad, sirviendo como refuerzo al sistema actual en períodos de escasez.

Con esta perspectiva y de acuerdo con los estudios de demanda, el caudal necesario es de 0,96 l/s, para el año horizonte, que se acepta es capaz de obtenerse en el sondeo a realizar. Aplicando un coeficiente de punta de 2 unidades, se dimensiona la bomba para un caudal de 2 l/s.

La lámina de agua en el pozo se sitúa a unos 5 metros de profundidad (593 msnm), alcanzado el sondeo la profundidad de 15 metros. La longitud de la conducción es de 79 metros.

La línea piezométrica y los valores de los parámetros hidráulicos, empleando una tubería de 75 mm de diámetro nominal en polietileno PE100 y presión nominal 6 atmósferas, son:



Tramo	Velocidad (m/s)	Coefficiente Colebrook	Pérdida carga (m)	Pérdida unit (m/km)	Piezométrica (mca)	Cota mínima (m)	Cota referencia (m)	Presión (mca)
SONDEO EN VILLAVERDE	---	---	---	---	624,41	---	593,00	31,41
TRAMO 01	0,53	0,022576	0,41	5,17	624,00	624,00	619,00	0,00

A la vista de los resultados debe disponerse de una bomba en el sondeo capaz de elevar un caudal de 2 l/s a una altura manométrica de 31,41 mca, disponiendo para ello, de una potencia motor de 1 kW.

### 2.2.3. ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS

Las obras contempladas para la población de Calamocos, suponen la instalación de una conducción desde la zona del Molino existente en el arroyo Paradasolana y del bombeo correspondiente.

La longitud de la conducción es de 1.482 metros, debiendo salvarse un desnivel geométrico de 140,22 metros.

La solución adoptada para por aprovechar la existencia de un pequeño azud que da servicio al molino próximo (sin afectarlo), para instalar una obra de toma y bombeo, que permitan, junto con la conducción, llevar el agua hasta una arqueta de la actual red de abastecimiento, desde donde el agua circulará por gravedad por la conducción actualmente en servicio.

El caudal de diseño de la impulsión y estación de bombeo es de 3,85 l/s. Por su parte se determina disponer una conducción de 90 mm de diámetro nominal en polietileno PE100, con una tramificación por SDR (equivalente a presiones nominales con coeficiente de seguridad de 1,25) como sigue:

<b>PRESIÓN NOMINAL (atm)</b>	<b>P.K. INICIAL</b>	<b>P.K. FINAL</b>
16	0+000	0+800
10	0+800	1+180
6	1+180	1+482

La selección de este diámetro responde a una cuestión de explotación, para garantizar que pequeñas partículas no obturan la conducción.

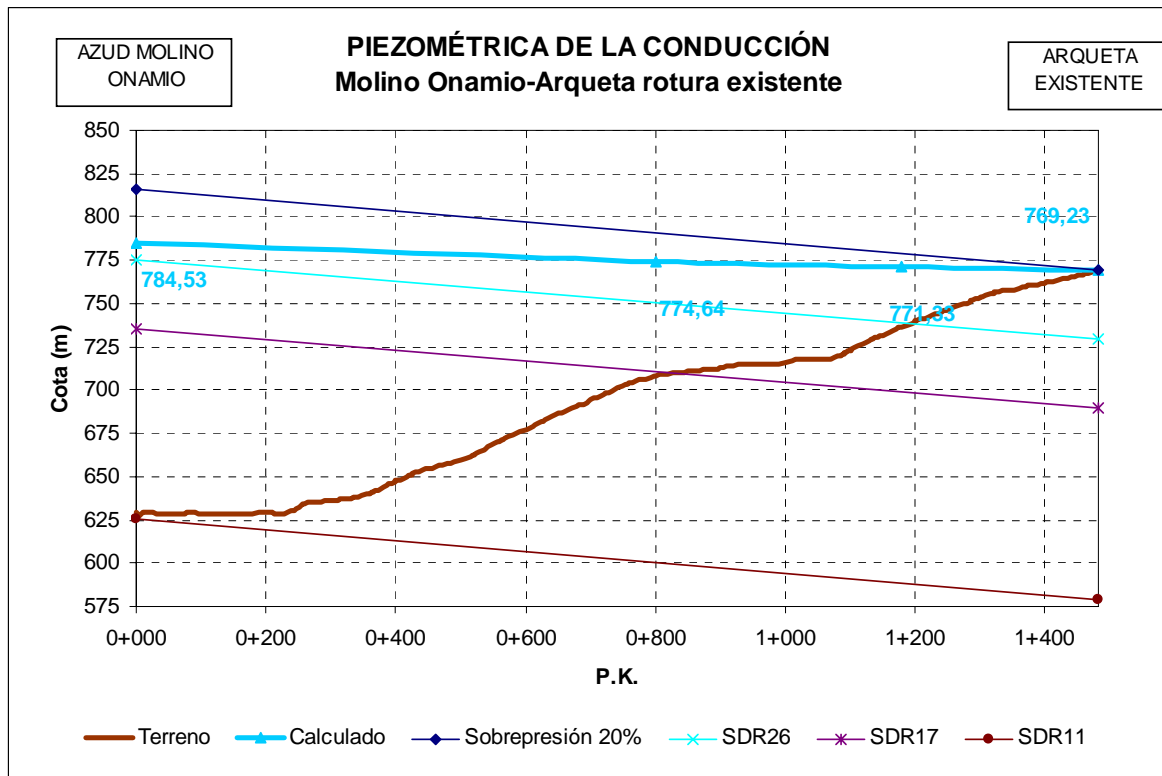
Para estas presiones nominales, los diámetros interiores correspondientes al diámetro nominal de 90 mm, son:

<b>DIÁMETRO NOMINAL (mm)</b>	<b>DIÁMETRO INTERIOR (mm)</b>			
	<b>PN 6</b>	<b>PN 10</b>	<b>PN 16</b>	<b>PN 25</b>
90	83,0	79,2	73,6	65,4

Así, efectuados los cálculos pertinentes, el resultado es, de manera tabulada y gráfica:

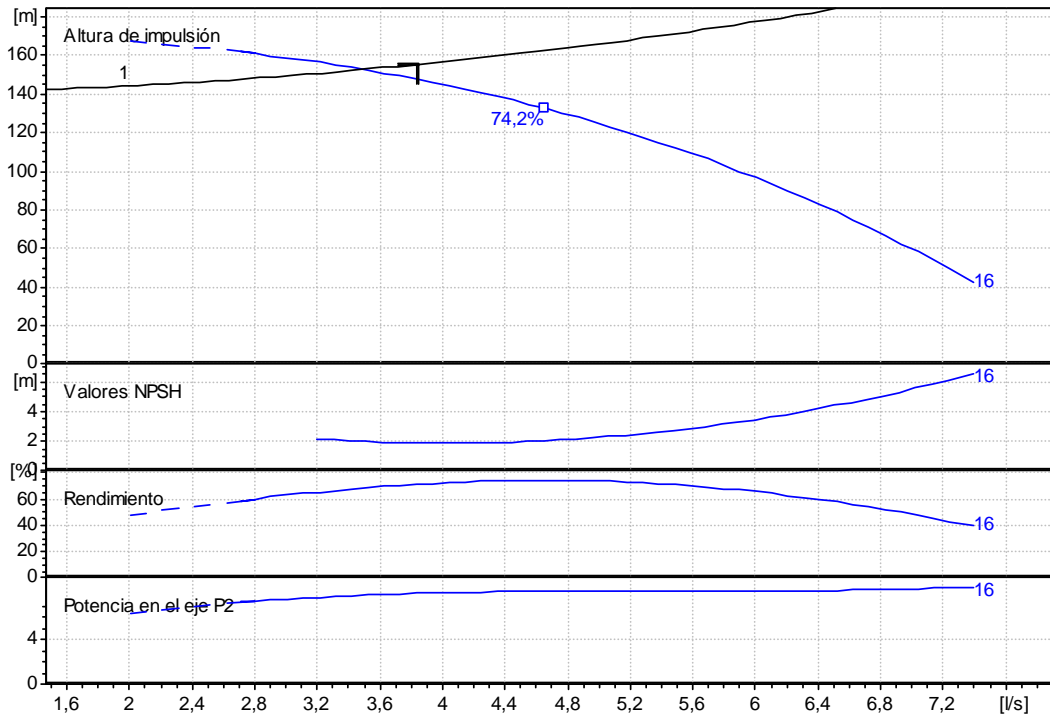
<b>Tramo</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Coefficiente Colebrook</b>	<b>Pérdida carga (m)</b>	<b>Pérdida unit (m/km)</b>	<b>Piezométrica (mca)</b>	<b>Cota mínima (m)</b>	<b>Cota referencia (m)</b>	<b>Presión (mca)</b>
AZUD MOLINO ONAMIO	---	---	---	-155,52	784,53	---	629,01	---
TRAMO 01 (PN16)	0,90	0,019828	9,89	12,37	774,64	665,00	665,00	109,50
TRAMO 02 (PN10)	0,78	0,020126	3,31	8,70	771,33	710,00	710,00	61,19

Tramo	Velocidad (m/s)	Coefficiente Colebrook	Pérdida carga (m)	Pérdida unit (m/km)	Piezométrica (mca)	Cota mínima (m)	Cota referencia (m)	Presión (mca)
TRAMO 03 (PN6)	0,71	0,020322	2,10	6,95	769,23	769,23	769,23	0,00



A la vista de los resultados, se requiere de una bomba capaz de elevar un caudal de 3,85 l/s a una altura manométrica total de 155,52 mca.

La bomba seleccionada es una bomba sumergible tipo lápiz, con una potencia motor de 9,2 kW, que en el punto de funcionamiento da un caudal y altura algo menores (3,49 l/s y 153 mca). La curva característica es:



La estación de bombeo se configura sin bomba de reserva, dado que se trata de un bombeo de refuerzo, para determinados períodos del año, por lo que deberá tener un mantenimiento adecuado. Las características de la bomba seleccionada son:

### E6X40-6/16 + MC612

#### Datos proyectados

Caudal	3,85 l/s
Altura de impulsión	156 m
Fluido	Agua potable
Tipo inst.	Bomba simple
Nº de bombas	1

#### Datos de trabajo de la bomba

Caudal	3,49 l/s
Altura de impulsión	153 m
Potencia absorbida	7,95 kW
Rendimiento	68,3%
Altura H(Q=0)	174 m
Boca impulsión	65 mm

#### Datos del motor

Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 V
Velocidad nominal	2900 1/min
Nº de polos	2
Pot. nominal P2	9,2 kW
Corriente nominal	21 A
Tipo de motor	3~
Clase de aislamiento	Y
Tipo de protección	IP 68

#### Límites operativos

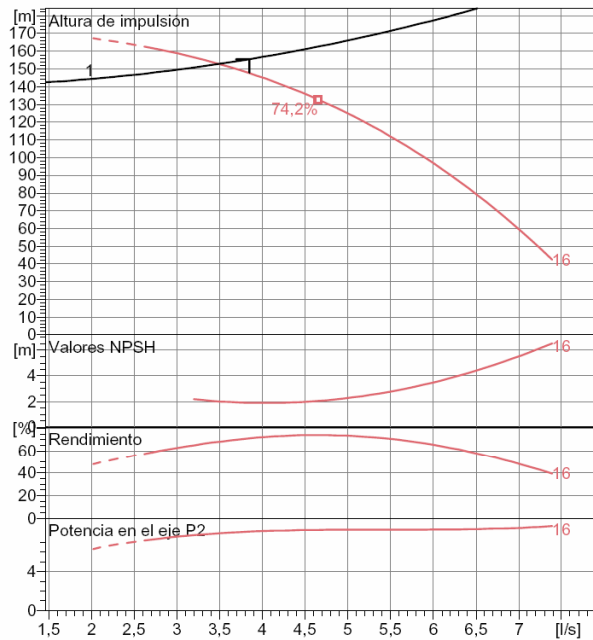
Arranques / h max.	15
Temperatura máxima líquido bombeado	
Contenido máximo de sustancias sólidas	40 g/m³
Densidad max.	998 kg/m³
Max. viscosidad	1 mm²/s

#### Datos generales

Peso	75 kg
------	-------

#### Materiales

<b>CONSTRUCCION BOMBA</b>	
Cuerpo válvula	Fusión de acero inox
Cuerpo aspiración	Fusión de acero inox
Camisa exterior	Acero inox
Eje	Acero inox
Buje del eje	Acero inox
Rodete	Resina termoplástica
Diffusor	Resina termoplástica
Rejilla	Acero inox
Protección cables	Acero inox
Junta	Acero inox
<b>CONSTRUCCION MOTOR</b>	
Soporte superior (4")	Latón
Soporte superior (6")	Fundición
Soporte inferior (4")	Aluminio
Soporte inferior (6")	Fundición
Camisa estator	Acero inox
Eje	Acero inox
Protector arena	Goma
Cojinete de tope (4")	Acero
Cojinete de tope (6")	Tipo Michell



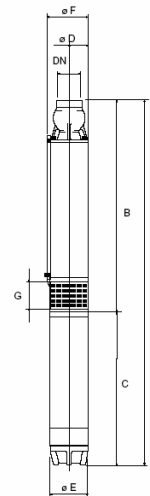
#### Características de funcionamiento

ISO 9906 grade 2

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

#### DIMENSIONES mm

A = 1754  
B = 1032  
C = 722  
D = 140  
DN = G2½"  
E = 143  
F = 145  
G = 100





## APÉNDICE Nº 1. OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL



OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL DESDE EL EMBALSE DE BÁRCENA A LAS MELENDERAS

DATOS DE ENTRADA

		Material	Nominal	Diámetro (mm)	Precio (€)	Tempo de depósito mínimo (h)				Coste depósito (€)
						Altura	Volumen (m³)	Volumen adoptado (m³)	Superficie (m²)	
Volumen diario de agua producto (m³/día)	7.776						4			
Longitud (m)	2.181,00	PE100	110	96,8	110,00	24	1.296	1.500	375	412.500,00
Altura geométrica (m)	110,45		160	141	136,50	20	2.592	3.000	750	825.000,00
Coste energía valle (€/kW.h)	0,058106		180	158,6	149,81	16	3.888	4.000	1.000	1.100.000,00
Coste energía llano (€/kW.h)	0,101941		200	176,2	164,66	12	5.184	5.500	1.375	1.512.500,00
Coste energía punta (€/kW.h)	0,173300		250	220,4	208,45	8	6.480	6.500	1.625	1.787.500,00
Actualización (%)	3,00	Término potencia	315	277,6	279,38					
Años de amortización	25,00	1,988549	355	312,8	330,71					
Coefficiente de actualización	17,413		400	352,6	395,26					
Días de funcionamiento al año	360		500	440,6	563,45					
Rendimiento bombas (%)	0,72		630	555,2	829,18					
			710	625,8	1016,22					
Coefficiente pérdida localizada (%)	10		800	705,2	1245,01					
			900	793,4	1518,07					
Rugosidad absoluta (mm)	0,003		1000	881,4	1806,01					
Viscosidad cinemática (m²/s)	0,00000101									

**OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL DESDE EL EMBALSE DE BÁRCENA A LAS MELENDERAS**

HORAS FUNCIONAMIENTO DIARIAS															
24															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)
141	90	5,76	0,012486	327,03	359,73	470,18	136,50	1.678.403,09	4.416.850,24	2.502.881,80	239.574,46	8.598.135,13	297.701,35	412.500,00	9.547.910,94
158,6	90	4,56	0,012660	184,15	202,57	313,02	149,81	1.117.366,51	2.940.438,18	1.666.248,30	159.492,36	5.724.052,99	326.733,17	412.500,00	6.622.778,52
176,2	90	3,69	0,012832	110,28	121,31	231,76	164,66	827.316,83	2.177.149,54	1.233.718,07	118.090,81	4.238.184,45	359.120,27	412.500,00	5.127.895,52
220,4	90	2,36	0,013244	37,17	40,89	151,34	208,45	540.229,89	1.421.657,59	805.605,97	77.112,16	2.767.493,45	454.630,39	412.500,00	3.711.736,00
277,6	90	1,49	0,013729	12,16	13,37	123,82	279,38	442.004,78	1.163.170,48	659.129,94	63.091,55	2.264.305,21	609.327,10	412.500,00	3.349.223,86
312,8	90	1,17	0,014002	6,83	7,51	117,96	330,71	421.072,58	1.108.085,73	627.915,24	60.103,70	2.157.073,55	721.279,78	412.500,00	3.350.957,02
352,6	90	0,92	0,014292	3,83	4,21	114,66	395,26	409.301,17	1.077.108,33	610.361,39	58.423,45	2.096.770,89	862.068,46	412.500,00	3.429.762,80
440,6	90	0,59	0,014868	1,31	1,44	111,89	563,45	399.403,61	1.051.062,14	595.601,88	57.010,68	2.046.067,63	1.228.877,90	412.500,00	3.744.456,21
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>	<b>277,6</b>	<b>1,49</b>	<b>0,013729</b>	<b>12,16</b>	<b>13,37</b>	<b>123,82</b>	<b>279,38</b>	<b>442.004,78</b>	<b>1.163.170,48</b>	<b>659.129,94</b>	<b>63.091,55</b>	<b>2.264.305,21</b>	<b>609.327,10</b>	<b>412.500,00</b>	<b>3.349.223,86</b>

HORAS FUNCIONAMIENTO DIARIAS															
20															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)
141	108	6,92	0,012167	458,90	504,80	615,25	136,50	2.635.477,35	6.935.466,72	0,00	376.186,78	9.570.944,08	297.701,35	825.000,00	11.069.832,20
158,6	108	5,47	0,012322	258,11	283,92	394,37	149,81	1.689.332,44	4.445.611,68	0,00	241.134,51	6.134.944,12	326.733,17	825.000,00	7.527.811,79
176,2	108	4,43	0,012478	154,43	169,87	280,32	164,66	1.200.795,64	3.159.988,53	0,00	171.401,00	4.360.784,18	359.120,27	825.000,00	5.716.305,44
220,4	108	2,83	0,012856	51,96	57,16	167,61	208,45	717.958,84	1.889.365,38	0,00	102.481,10	2.607.324,22	454.630,39	825.000,00	3.989.435,72
277,6	108	1,78	0,013307	16,97	18,66	129,11	279,38	553.074,58	1.455.459,42	0,00	78.945,60	2.008.533,99	609.327,10	825.000,00	3.521.806,70
312,8	108	1,41	0,013563	9,52	10,47	120,92	330,71	517.984,53	1.363.117,19	0,00	73.936,87	1.881.101,73	721.279,78	825.000,00	3.501.318,37
352,6	108	1,11	0,013834	5,34	5,87	116,32	395,26	498.266,02	1.311.226,38	0,00	71.122,25	1.809.492,40	862.068,46	825.000,00	3.567.683,12
440,6	108	0,71	0,014376	1,82	2,00	112,45	563,45	481.701,08	1.267.634,43	0,00	68.757,78	1.749.335,51	1.228.877,90	825.000,00	3.871.971,19
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>	<b>312,8</b>	<b>1,41</b>	<b>0,013563</b>	<b>9,52</b>	<b>10,47</b>	<b>120,92</b>	<b>330,71</b>	<b>517.984,53</b>	<b>1.363.117,19</b>	<b>0,00</b>	<b>73.936,87</b>	<b>1.881.101,73</b>	<b>721.279,78</b>	<b>825.000,00</b>	<b>3.501.318,37</b>

OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL DESDE EL EMBALSE DE BÁRCENA A LAS MELENDERAS

HORAS FUNCIONAMIENTO DIARIAS															
16															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)
141	135	8,65	0,011807	695,78	765,36	875,81	136,50	4.689.543,18	8.227.268,74	0,00	669.383,16	12.916.811,92	297.701,35	1.100.000,00	14.983.896,42
158,6	135	6,83	0,011939	390,74	429,82	540,27	149,81	2.892.883,63	5.075.234,44	0,00	412.928,83	7.968.118,07	326.733,17	1.100.000,00	9.807.780,07
176,2	135	5,54	0,012074	233,50	256,85	367,30	164,66	1.966.695,29	3.450.342,61	0,00	280.725,15	5.417.037,89	359.120,27	1.100.000,00	7.156.883,31
220,4	135	3,54	0,012412	78,38	86,22	196,67	208,45	1.053.076,26	1.847.502,22	0,00	150.315,60	2.900.578,48	454.630,39	1.100.000,00	4.605.524,48
277,6	135	2,23	0,012822	25,55	28,10	138,55	279,38	741.868,14	1.301.523,05	0,00	105.893,90	2.043.391,19	609.327,10	1.100.000,00	3.858.612,20
312,8	135	1,76	0,013057	14,32	15,75	126,20	330,71	675.755,60	1.185.536,14	0,00	96.457,03	1.861.291,74	721.279,78	1.100.000,00	3.779.028,55
352,6	135	1,38	0,013308	8,02	8,82	119,27	395,26	638.640,33	1.120.421,62	0,00	91.159,22	1.759.061,95	862.068,46	1.100.000,00	3.812.289,63
440,6	135	0,89	0,013810	2,73	3,00	113,45	563,45	607.496,42	1.065.783,20	0,00	86.713,75	1.673.279,62	1.228.877,90	1.100.000,00	4.088.871,28
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>															
312,8	135	1,76	0,013057	14,32	15,75	126,20	330,71	675.755,60	1.185.536,14	0,00	96.457,03	1.861.291,74	721.279,78	1.100.000,00	3.779.028,55

HORAS FUNCIONAMIENTO DIARIAS															
12															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)
141	180	11,53	0,011387	1.193,00	1.312,30	1.422,75	136,50	10.157.518,05	8.910.103,55	0,00	1.449.879,28	19.067.621,60	297.701,35	1.512.500,00	22.327.702,23
158,6	180	9,11	0,011490	668,56	735,41	845,86	149,81	6.038.921,49	5.297.299,55	0,00	861.992,77	11.336.221,04	326.733,17	1.512.500,00	14.037.446,98
176,2	180	7,38	0,011600	398,81	438,69	549,14	164,66	3.920.526,71	3.439.058,51	0,00	559.614,11	7.359.585,22	359.120,27	1.512.500,00	9.790.819,60
220,4	180	4,72	0,011886	133,44	146,79	257,24	208,45	1.836.509,85	1.610.973,55	0,00	262.142,54	3.447.483,40	454.630,39	1.512.500,00	5.676.756,33
277,6	180	2,97	0,012245	43,37	47,71	158,16	279,38	1.129.144,40	990.477,54	0,00	161.173,53	2.119.621,95	609.327,10	1.512.500,00	4.402.622,58
312,8	180	2,34	0,012455	24,28	26,71	137,16	330,71	979.250,06	858.991,28	0,00	139.777,69	1.838.241,33	721.279,78	1.512.500,00	4.211.798,79
352,6	180	1,84	0,012679	13,58	14,94	125,39	395,26	895.214,79	785.276,13	0,00	127.782,53	1.680.490,93	862.068,46	1.512.500,00	4.182.841,92
440,6	180	1,18	0,013134	4,62	5,08	115,53	563,45	824.811,71	723.519,04	0,00	117.733,23	1.548.330,75	1.228.877,90	1.512.500,00	4.407.441,88
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>															
352,6	180	1,84	0,012679	13,58	14,94	125,39	395,26	895.214,79	785.276,13	0,00	127.782,53	1.680.490,93	862.068,46	1.512.500,00	4.182.841,92

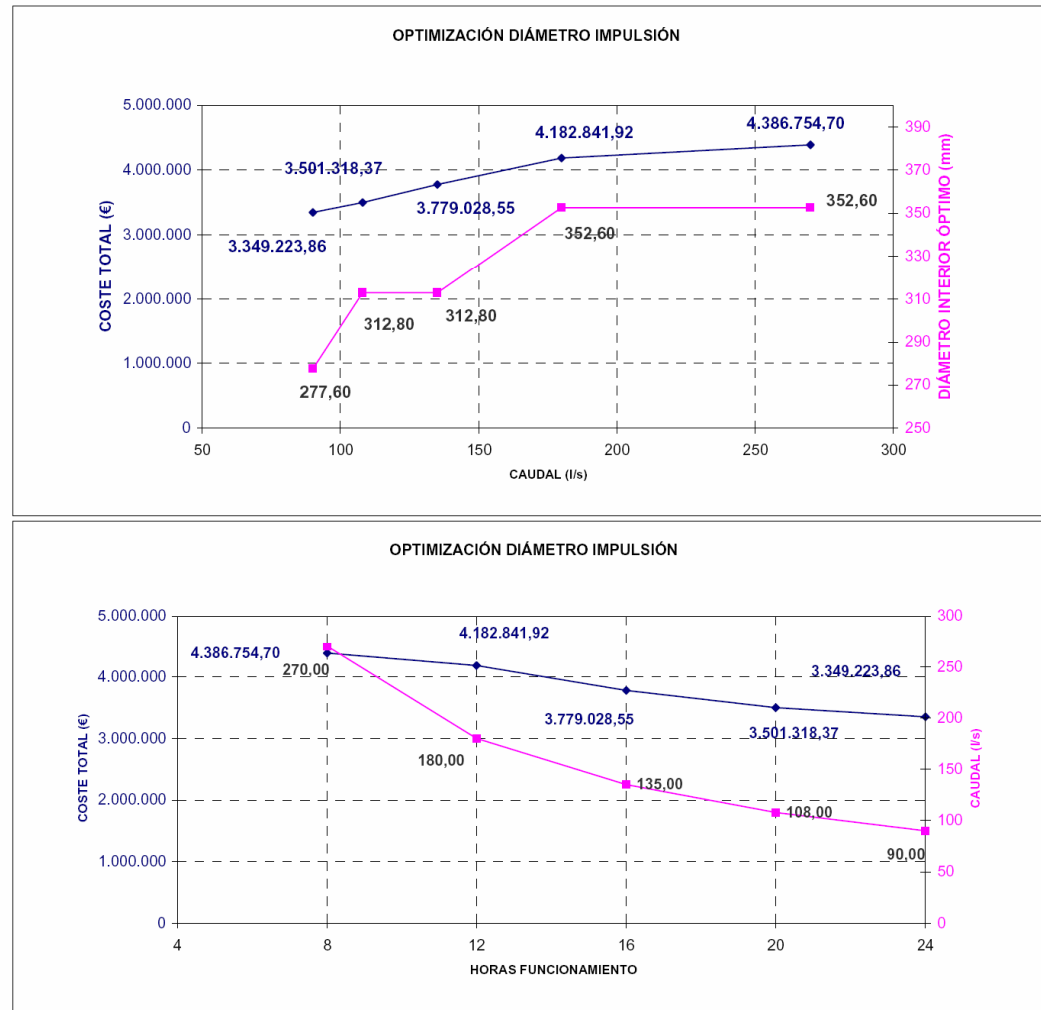
OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL DESDE EL EMBALSE DE BÁRCENA A LAS MELENDERAS

HORAS FUNCIONAMIENTO DIARIAS																
8																
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)	
141	270	17,29	0,010878	2.564,32	2.820,75	2.931,20	136,50	31.390.355,26	0,00	0,00	4.480.644,34	31.390.355,26	297.701,35	1.787.500,00	37.956.200,95	
158,6	270	13,67	0,010941	1.432,36	1.575,59	1.686,04	149,81	18.055.913,11	0,00	0,00	2.577.292,43	18.055.913,11	326.733,17	1.787.500,00	22.747.438,71	
176,2	270	11,07	0,011016	852,11	937,32	1.047,77	164,66	11.220.613,00	0,00	0,00	1.601.624,95	11.220.613,00	359.120,27	1.787.500,00	14.968.858,22	
220,4	270	7,08	0,011229	283,65	312,02	422,47	208,45	4.524.246,29	0,00	0,00	645.788,76	4.524.246,29	454.630,39	1.787.500,00	7.412.165,45	
277,6	270	4,46	0,011518	91,79	100,97	211,42	279,38	2.264.065,82	0,00	0,00	323.171,68	2.264.065,82	609.327,10	1.787.500,00	4.984.064,60	
312,8	270	3,51	0,011692	51,29	56,42	166,87	330,71	1.787.044,09	0,00	0,00	255.081,82	1.787.044,09	721.279,78	1.787.500,00	4.550.905,69	
352,6	270	2,77	0,011882	28,64	31,50	141,95	395,26	1.520.194,41	0,00	0,00	216.991,83	1.520.194,41	862.068,46	1.787.500,00	4.386.754,70	
440,6	270	1,77	0,012272	9,71	10,68	121,13	563,45	1.297.196,39	0,00	0,00	185.161,19	1.297.196,39	1.228.877,90	1.787.500,00	4.498.735,48	
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>	<b>270</b>	<b>2,77</b>	<b>0,011882</b>	<b>28,64</b>	<b>31,50</b>	<b>141,95</b>	<b>395,26</b>	<b>1.520.194,41</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>216.991,83</b>	<b>1.520.194,41</b>	<b>862.068,46</b>	<b>1.787.500,00</b>	<b>4.386.754,70</b>	

DIÁMETROS ÓPTIMOS	Horas funcionamiento	Caudal (l/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)
277,6	24	90	0,013729	1,49	12,16	13,37	123,82	442.004,78	1.163.170,48	659.129,94	63.091,55	2.264.305,21	609.327,10	412.500,00	3.349.223,86
312,8	20	108	0,013563	1,41	9,52	10,47	120,92	517.984,53	1.363.117,19	0,00	73.936,87	1.881.101,73	721.279,78	825.000,00	3.501.318,37
312,8	16	135	0,013057	1,76	14,32	15,75	126,20	675.755,60	1.185.536,14	0,00	96.457,03	1.861.291,74	721.279,78	1.100.000,00	3.779.028,55
352,6	12	180	0,012679	1,84	13,58	14,94	125,39	895.214,79	785.276,13	0,00	127.782,53	1.680.490,93	862.068,46	1.512.500,00	4.182.841,92
352,6	8	270	0,011882	2,77	28,64	31,50	141,95	1.520.194,41	0,00	0,00	216.991,83	1.520.194,41	862.068,46	1.787.500,00	4.386.754,70

SOLUCIÓN ÓPTIMA OPTIMUM	Horas funcionamiento	Caudal (l/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Velocidad (m/s)	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste depósito (€)	Coste total (€)
277,6	24	90	0,013729	1,49	12,16	13,37	123,82	442.004,78	1.163.170,48	659.129,94	63.091,55	2.264.305,21	609.327,10	412.500,00	3.349.223,86

OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN INICIAL DESDE EL EMBALSE DE BÁRCENA A LAS MELENDERAS





## ANEJO Nº 2. DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL ESTUDIO DEL TRANSITORIO DE LA IMPULSIÓN INICIAL



PERFIL LONGITUDINAL SIMPLIFICADO		
Punto	Longitud (m)	Cota (m)
Punto 1	0,00	575,00
Punto 2	280,40	631,57
Punto 3	421,15	626,00
Punto 4	620,40	639,80
Punto 5	1.022,02	626,01
Punto 6	1.369,00	678,50
Punto 7	1.503,20	700,00
Punto 8	1.941,00	703,32
Punto 9	2.361,00	707,39

PRESIONES Y PIEZOMÉTRICA MÁXIMAS Y MÍNIMAS SIN PROTECCIÓN PUNTOS DEL PERFIL LONGITUDINAL					
Punto	Cota (m)	Presión máxima (mca)	Presión mínima (mca)	Piezométrica máxima (mca)	Piezométrica mínima (mca)
Punto 1	575,00	171,41	87,12	746,41	171,41
Punto 2	631,57	108,01	43,41	739,57	108,01
Punto 3	626,00	113,12	48,45	739,12	113,12
Punto 4	639,80	98,64	34,06	738,44	98,64
Punto 5	626,01	108,03	54,60	734,04	108,03
Punto 6	678,50	50,44	-1,93	728,94	50,44
Punto 7	700,00	32,64	-0,17	732,64	32,64
Punto 8	703,32	25,52	-0,17	728,84	25,52
Punto 9	707,39	3,06	3,06	710,45	3,06

ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO. SIN PROTECCIÓN							
TRAMO 1							
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	171,412	164,299	156,81	149,333	141,43	133,574	125,198
Tiempo P.Maxima(seg)	176,797	176,91	177,023	177,023	177,136	177,362	177,136

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO. SIN PROTECCIÓN**

Presión Mínima(mca)	87,118	81,128	74,931	69,187	63,063	56,482	49,552
Tiempo P.Mínima(seg)	150,798	150,911	151,024	151,137	151,25	126,269	126,156
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9					
Presión Máxima(mca)	116,411	108,004					
Tiempo P.Maxima(seg)	177,023	14,017					
Presión Mínima(mca)	49,209	43,405					
Tiempo P.Mínima(seg)	151,363	127,738					

**TRAMO 2**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	
Presión Máxima(mca)	108,004	109,029	110,054	111,078	112,101	113,124	
Tiempo P.Maxima(seg)	14,017	13,904	13,791	13,678	13,565	13,452	
Presión Mínima(mca)	43,405	44,44	45,475	46,51	47,545	48,449	
Tiempo P.Mínima(seg)	127,738	127,852	127,965	128,078	128,191	128,304	

**TRAMO 3**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	113,124	111,06	108,992	106,923	104,853	102,782	100,71
Tiempo P.Maxima(seg)	13,452	13,339	13,226	13,113	13	12,887	12,774
Presión Mínima(mca)	48,448	46,362	44,311	42,26	40,208	38,157	36,105
Tiempo P.Mínima(seg)	128,304	128,417	128,53	128,643	128,756	128,869	128,982
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8						
Presión Máxima(mca)	98,636						
Tiempo P.Maxima(seg)	12,661						
Presión Mínima(mca)	34,054						
Tiempo P.Mínima(seg)	129,095						

**TRAMO 4**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO. SIN PROTECCIÓN**

Presión Máxima(mca)	98,636	99,518	100,252	100,656	101,103	101,587	102,098
Tiempo P.Maxima(seg)	12,661	12,548	12,548	12,661	12,774	12,887	13
Presión Mínima(mca)	34,054	34,959	35,864	36,769	37,674	38,579	39,484
Tiempo P.Mínima(seg)	129,095	129,208	129,321	129,434	129,547	129,66	129,773
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	102,633	103,186	103,757	104,511	105,393	106,273	107,154
Tiempo P.Maxima(seg)	13,113	13,226	13,339	25,321	25,208	25,095	24,982
Presión Mínima(mca)	40,598	41,721	42,871	43,985	45,1	46,214	53,033
Tiempo P.Mínima(seg)	129,66	129,547	129,434	129,321	129,208	129,095	129,208
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15						
Presión Máxima(mca)	108,034						
Tiempo P.Maxima(seg)	24,869						
Presión Mínima(mca)	54,599						
Tiempo P.Mínima(seg)	130,677						

**TRAMO 5**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	108,034	104,433	101,094	97,364	93,625	90,022	86,419
Tiempo P.Maxima(seg)	24,869	24,756	172,614	172,727	24,417	24,304	24,191
Presión Mínima(mca)	54,599	51,023	47,448	43,872	40,297	36,721	33,145
Tiempo P.Mínima(seg)	130,677	130,791	130,904	131,017	131,13	131,243	131,356
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	82,816	79,214	75,612	72,012	68,412	64,811	61,21
Tiempo P.Maxima(seg)	24,078	23,965	23,852	23,739	23,626	23,513	23,4
Presión Mínima(mca)	29,569	25,994	22,578	19,171	15,647	12,074	8,5
Tiempo P.Mínima(seg)	131,469	131,582	131,469	131,356	131,921	132,034	132,147
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15	Nodo 16	Nodo 17				

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO. SIN PROTECCIÓN**

Presión Máxima(mca)	57,612	54,015	50,422
Tiempo P.Maxima(seg)	23,287	23,173	23,06
Presión Mínima(mca)	4,926	1,51	<b>-1,898</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	132,26	132,147	132,034

**TRAMO 6**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	50,422	47,445	44,468	41,491	38,518	35,58	32,641
Tiempo P.Maxima(seg)	23,06	22,947	22,834	22,721	19,33	19,443	19,443
Presión Mínima(mca)	<b>-1,898</b>	<b>-4,673</b>	<b>-7,475</b>	<b>-10,278</b>	<b>-13,08</b>	<b>-13,115</b>	<b>-0,171</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	132,034	131,921	131,808	131,695	131,582	131,582	132,825

**TRAMO 7**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	32,641	32,302	31,962	31,623	31,284	30,943	30,603
Tiempo P.Maxima(seg)	19,443	19,556	19,669	19,782	19,895	20,008	20,121
Presión Mínima(mca)	<b>-0,171</b>	<b>-8,458</b>	<b>-8,721</b>	<b>-9,24</b>	<b>-9,443</b>	<b>-9,336</b>	<b>-9,317</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	132,825	186,97	187,083	187,309	187,422	187,535	187,648

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	30,258	29,911	29,565	29,218	28,872	28,526	28,18
Tiempo P.Maxima(seg)	20,234	20,347	20,461	20,574	20,687	20,8	20,913
Presión Mínima(mca)	<b>-9,006</b>	<b>-10,178</b>	<b>-10,091</b>	<b>-9,102</b>	<b>-10,088</b>	<b>-10,824</b>	<b>-12,247</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	187,761	200,76	200,76	200,647	181,318	181,431	181,544

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15	Nodo 16	Nodo 17	Nodo 18	Nodo 19	Nodo 20	Nodo 21
Presión Máxima(mca)	27,799	27,418	27,035	26,653	26,273	25,895	25,514
Tiempo P.Maxima(seg)	20,8	20,687	20,574	20,461	20,347	20,234	20,121
Presión Mínima(mca)	<b>-12,152</b>	<b>-11,012</b>	<b>-9,928</b>	<b>-9,517</b>	<b>-9,771</b>	<b>-10,457</b>	<b>-0,084</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	181,544	181,431	191,152	181,205	190,926	190,813	181,544

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO. SIN PROTECCIÓN**

**TRAMO 8**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	25,513	25,718	25,784	25,55	25,016	24,886	24,757
Tiempo P.Maxima(seg)	20,121	167,98	167,867	167,98	19,669	19,556	19,443
Presión Mínima(mca)	<b>-0,084</b>	<b>-7,626</b>	<b>-7,48</b>	<b>-7,474</b>	<b>-7,372</b>	<b>-7,685</b>	<b>-7,622</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	181,544	225,855	193,639	193,752	193,865	242,923	242,697

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	24,363	23,057	21,681	20,335	22,481	22,813	20,061
Tiempo P.Maxima(seg)	19,33	19,217	19,104	168,771	220,542	220,542	220,655
Presión Mínima(mca)	<b>-11,521</b>	<b>-9,394</b>	<b>-8,363</b>	<b>-8,404</b>	<b>-7,838</b>	<b>-7,788</b>	<b>-7,643</b>
Tiempo P.Mínima(seg)	189,909	190,022	190,135	190,248	261,009	242,132	242,019

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15	Nodo 16	Nodo 17	Nodo 18	Nodo 19	Nodo 20
Presión Máxima(mca)	19,2	19,154	19	18,744	18,734	3,06
Tiempo P.Maxima(seg)	169,223	169,336	169,449	169,562	169,675	0
Presión Mínima(mca)	<b>-6,348</b>	<b>-7,077</b>	<b>-7,373</b>	<b>-7,692</b>	<b>-7,713</b>	3,06
Tiempo P.Mínima(seg)	190,7	190,926	190,926	191,039	191,265	0

**PRESIONES Y PIEZOMÉTRICA MÁXIMAS Y MÍNIMAS CON UN CALDERÍN DE 10 m<sup>3</sup>  
PUNTOS DEL PERFIL LONGITUDINAL**

Punto	Cota (m)	Presión máxima (mca)	Presión mínima (mca)	Piezométrica máxima (mca)	Piezométrica mínima (mca)
<b>Punto 1</b>	575,00	155,15	119,69	730,15	694,69
<b>Punto 2</b>	631,57	95,32	65,28	726,89	696,85
<b>Punto 3</b>	626,00	99,58	72,02	725,58	698,02
<b>Punto 4</b>	639,80	84,39	59,21	724,18	699,01
<b>Punto 5</b>	626,01	95,45	74,94	721,46	700,95
<b>Punto 6</b>	678,50	36,40	20,40	714,90	698,90
<b>Punto 7</b>	700,00	17,78	3,77	717,78	703,77
<b>Punto 8</b>	703,32	7,85	0,45	711,17	703,77

PRESIONES Y PIEZOMÉTRICA MÁXIMAS Y MÍNIMAS CON UN CALDERÍN DE 10 m <sup>3</sup> PUNTOS DEL PERFIL LONGITUDINAL					
Punto	Cota (m)	Presión máxima (mca)	Presión mínima (mca)	Piezométrica máxima (mca)	Piezométrica mínima (mca)
Punto 9	707,39	3,06	3,06	710,45	710,45

ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO CON CALDERÍN DE 10 m <sup>3</sup>							
TRAMO 1							
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	155,15	147,67	140,19	132,71	125,23	117,76	110,28
Tiempo P.Maxima(seg)	37,98	37,64	37,42	36,96	36,85	36,74	36,74
Presión Mínima(mca)	119,69	112,88	106,07	99,26	92,45	85,65	78,86
Tiempo P.Mínima(seg)	153,40	153,51	153,85	153,74	153,62	153,51	153,40
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9					
Presión Máxima(mca)	102,80	95,32					
Tiempo P.Maxima(seg)	36,74	36,74					
Presión Mínima(mca)	72,07	65,28					
Tiempo P.Mínima(seg)	153,29	153,17					

TRAMO 2							
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	
Presión Máxima(mca)	95,32	96,18	97,03	97,88	98,73	99,58	
Tiempo P.Maxima(seg)	36,74	36,85	36,85	36,85	36,85	36,85	
Presión Mínima(mca)	65,28	66,62	67,97	69,32	70,67	72,02	
Tiempo P.Mínima(seg)	153,17	153,06	152,95	152,83	152,72	152,61	

TRAMO 3							
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	99,58	97,33	95,16	93,00	90,85	88,70	86,54
Tiempo P.Maxima(seg)	36,85	36,96	28,37	28,26	28,15	28,03	28,03
Presión Mínima(mca)	72,02	70,28	68,43	66,59	64,74	62,89	61,05

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO CON CALDERÍN DE 10 m<sup>3</sup>**

Tiempo P.Mínima(seg)	152,61	144,81	144,69	144,58	144,47	144,36	144,24
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8						
Presión Máxima(mca)	84,38						
Tiempo P.Maxima(seg)	27,92						
Presión Mínima(mca)	59,21						
Tiempo P.Mínima(seg)	144,13						

**TRAMO 4**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	84,38	85,18	85,98	86,77	87,56	88,36	89,15
Tiempo P.Maxima(seg)	27,92	27,81	27,70	27,58	27,47	27,36	27,24
Presión Mínima(mca)	59,21	60,32	61,44	62,56	63,68	64,80	65,93
Tiempo P.Mínima(seg)	144,13	144,02	143,90	143,79	143,68	143,56	143,45
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	89,94	90,73	91,52	92,31	93,10	93,88	94,67
Tiempo P.Maxima(seg)	27,24	27,13	27,02	26,90	26,79	26,68	26,57
Presión Mínima(mca)	67,05	68,18	69,30	70,42	71,55	72,68	73,81
Tiempo P.Mínima(seg)	143,34	143,23	143,11	143,00	142,89	142,77	142,66
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15						
Presión Máxima(mca)	95,45						
Tiempo P.Maxima(seg)	26,45						
Presión Mínima(mca)	74,94						
Tiempo P.Mínima(seg)	142,55						

**TRAMO 5**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	95,45	91,79	88,11	84,44	80,76	77,08	73,39
Tiempo P.Maxima(seg)	26,45	26,45	26,34	26,34	26,23	26,23	26,11

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO CON CALDERÍN DE 10 m<sup>3</sup>**

Presión Mínima(mca)	74,94	71,55	68,16	64,77	61,39	57,98	54,55
Tiempo P.Mínima(seg)	142,55	142,43	142,32	142,21	142,09	163,46	163,35
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	69,70	66,00	62,31	58,60	54,90	51,19	47,49
Tiempo P.Maxima(seg)	26,11	26,00	26,00	25,89	25,77	25,66	25,55
Presión Mínima(mca)	51,13	47,72	44,30	40,88	37,48	34,06	30,65
Tiempo P.Mínima(seg)	163,23	163,12	163,01	162,89	162,78	162,67	162,55
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15	Nodo 16	Nodo 17				
Presión Máxima(mca)	43,78	40,07	36,36				
Tiempo P.Maxima(seg)	25,55	25,43	25,32				
Presión Mínima(mca)	27,24	23,83	20,43				
Tiempo P.Mínima(seg)	162,44	162,33	162,22				

**TRAMO 6**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	36,36	33,27	30,17	27,07	23,98	20,88	17,78
Tiempo P.Maxima(seg)	25,32	25,21	25,10	24,98	24,87	24,87	24,76
Presión Mínima(mca)	20,43	17,65	14,88	12,13	9,34	6,55	3,77
Tiempo P.Mínima(seg)	162,22	162,10	161,99	161,88	161,76	161,65	161,54

**TRAMO 7**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	17,78	17,28	16,78	16,28	15,77	15,26	14,76
Tiempo P.Maxima(seg)	24,76	24,64	24,53	24,42	24,30	24,19	24,08
Presión Mínima(mca)	3,77	3,60	3,43	3,26	3,10	2,97	2,78
Tiempo P.Mínima(seg)	161,54	161,42	161,31	161,20	161,08	160,97	160,86
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	14,26	13,76	13,26	12,76	12,26	11,77	11,27

**ENVOLVENTE MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LOS NODOS DE CÁLCULO CON CALDERÍN DE 10 m<sup>3</sup>**

Tiempo P.Maxima(seg)	23,97	23,85	23,63	23,51	23,40	23,29	23,17
Presión Mínima(mca)	2,58	2,39	2,20	2,01	1,83	1,66	1,47
Tiempo P.Mínima(seg)	160,75	160,63	160,52	160,41	160,29	160,18	160,07
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15	Nodo 16	Nodo 17	Nodo 18	Nodo 19	Nodo 20	Nodo 21
Presión Máxima(mca)	10,79	10,31	9,82	9,33	8,84	8,35	7,86
Tiempo P.Maxima(seg)	43,97	43,86	43,86	43,75	43,75	43,63	43,63
Presión Mínima(mca)	1,31	1,16	1,01	0,86	0,72	0,58	0,45
Tiempo P.Mínima(seg)	159,95	159,84	159,73	159,62	159,50	159,39	159,28

**TRAMO 8**

Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Nodo 5	Nodo 6	Nodo 7
Presión Máxima(mca)	7,85	7,61	7,37	7,13	6,88	6,63	6,39
Tiempo P.Maxima(seg)	43,63	43,52	43,52	43,41	43,30	43,30	43,18
Presión Mínima(mca)	0,45	0,58	0,71	0,85	0,98	1,11	1,23
Tiempo P.Mínima(seg)	159,28	159,16	159,05	158,94	158,82	158,71	160,41
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 8	Nodo 9	Nodo 10	Nodo 11	Nodo 12	Nodo 13	Nodo 14
Presión Máxima(mca)	6,14	5,88	5,63	5,37	5,12	4,86	4,60
Tiempo P.Maxima(seg)	43,07	43,07	42,96	42,96	42,84	43,18	43,30
Presión Mínima(mca)	1,35	1,48	1,61	1,74	1,89	2,01	2,15
Tiempo P.Mínima(seg)	160,29	160,18	160,07	159,95	159,84	159,73	159,62
Variables(Unid.)/Nodos	Nodo 15	Nodo 16	Nodo 17	Nodo 18	Nodo 19	Nodo 20	
Presión Máxima(mca)	4,35	4,09	3,84	3,58	3,32	3,06	
Tiempo P.Maxima(seg)	43,41	43,52	43,63	43,75	42,05	0,00	
Presión Mínima(mca)	2,28	2,42	2,57	2,71	2,83	3,06	
Tiempo P.Mínima(seg)	159,50	159,39	159,28	157,35	135,76	0,00	

## PREDIMENSIONAMIENTO REALIZADO POR CASA ESPECIALIZADA

OLAER OILTECH IBERICA S.A.

Trav. Industrial nº 29

08907 L'Hospitalet Llob. (Barcelona)

FECHA : 02.06.09

Tel: (93)336 14 12 Fax: (93)335 71 86

CLIENTE: INYPSA

DIRECCION :

ASUNTO : ALTO BIERZO

SR. :

LINEA :

Tel :

TIPO DE CALCULO : IMPULSION

### CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION

Tipo de Fluido : AGUA

Peso específico 1000. kg/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad .22E+10 N/m<sup>2</sup>

Tipo de Tubería : PLIETILENO PE-100

Longitud 2361.0 m

Diámetro medio interior 281.0 mm

Espesor 25.0 mm

Módulo de elasticidad .14E+10 N/m<sup>2</sup>

Caudal 324.00 m<sup>3</sup>/h

Altura Manométrica 144.4 mcl

Altura Geométrica 135.0 mcl

### PARAMETROS PROPIOS DEL ANTIARIETE

Altura del Antiariete .0 mcl

AR 7. bar/(m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup>

AV 4. bar/(m<sup>3</sup>/s)<sup>2</sup>

Volumen Nitrógeno Inicial 7700.0 L

### RESULTADOS DE LA SIMULACION

Tiempo crítico de maniobra 13.7 s

Celer. de la onda de presión 343. m/s

Velo. del fluido 1.45 m/s

Volumen a acumular 1534.6 L

Volumen del Antiariete 10000.0 L

Presión Min 117.4 mcl

Presión Max 149.4 mcl

Presión de Hinchado 10.2 bar

En caso de no tener ningún tipo de protección

Presión max de ALLIEVI 195.2 mcl

Con el/los antiarrietes a vejiga

Referencia : ANG H 10000 16 DN250

Cantidad : 1

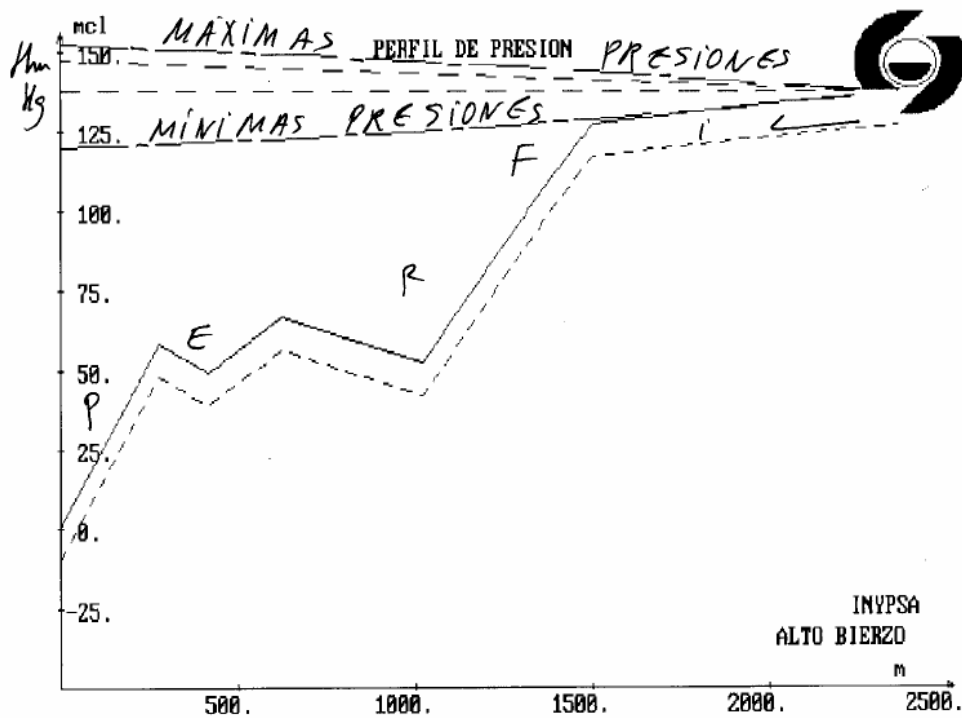
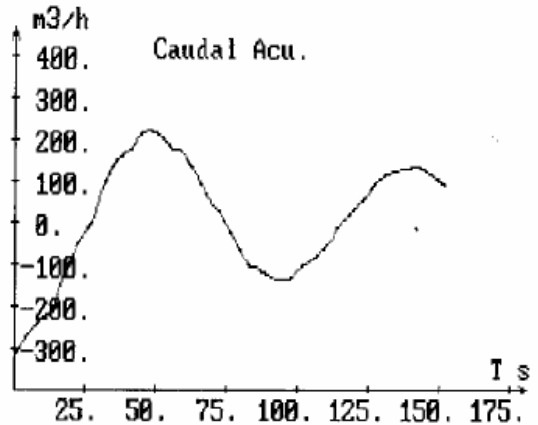
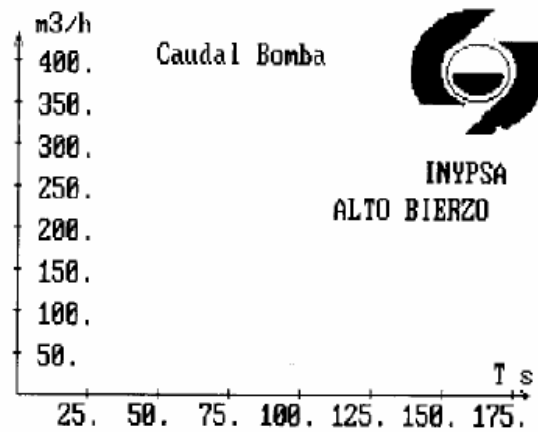
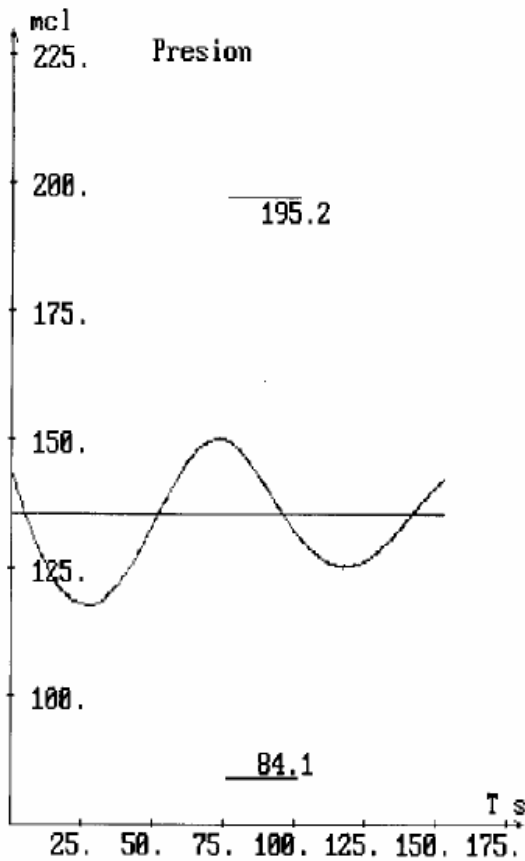
Precio Uni : 0 #

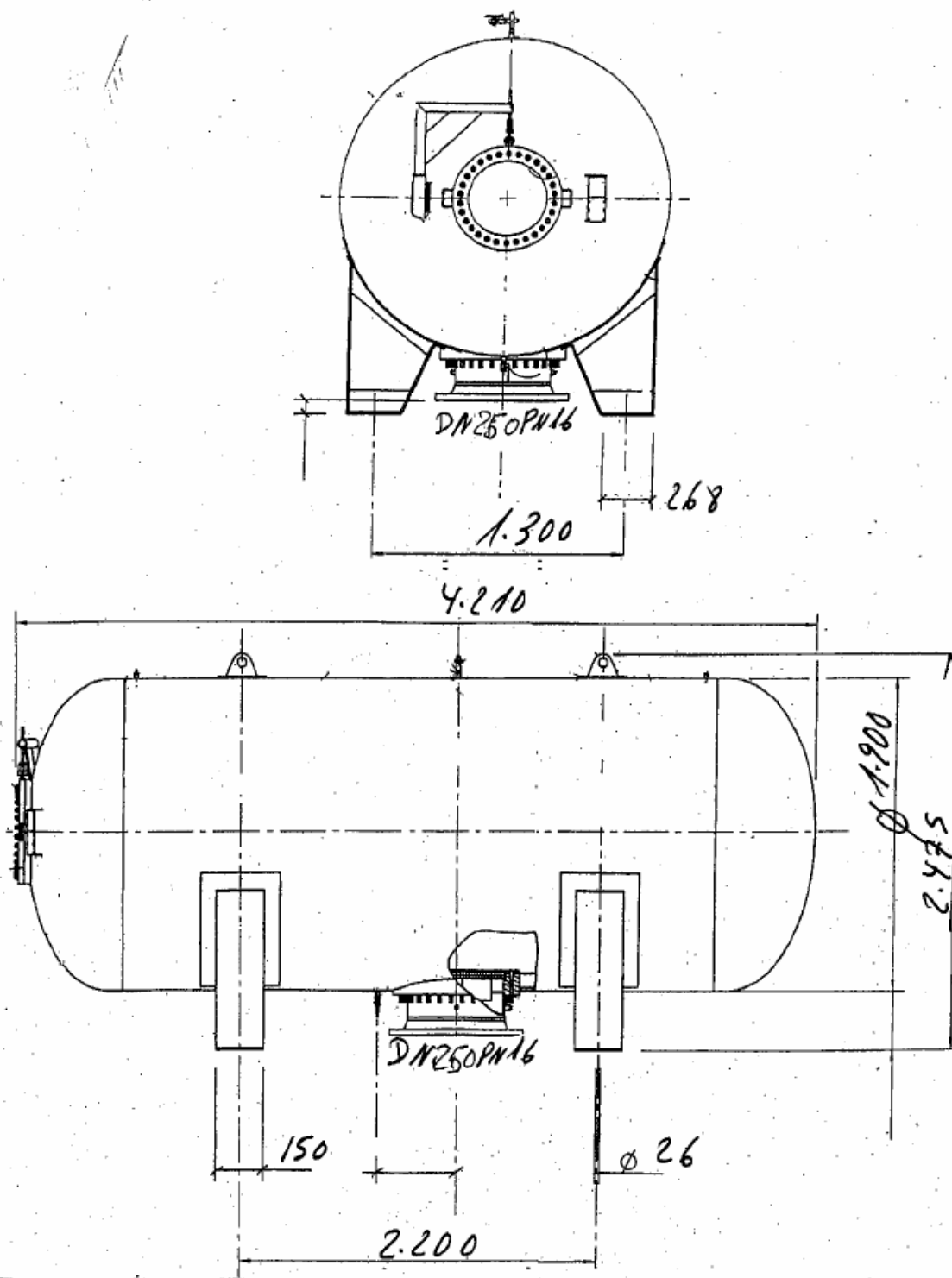
y dividiendo la instalación en el número de nudo indicados, las presiones en estos serían :

Nudo	Hmin	Hmax
1	117.4	149.4
2	117.9	148.9
3	118.3	148.4
4	118.8	148.0
5	119.2	147.7
6	119.8	147.3
7	120.3	146.8
8	120.8	146.3
9	121.4	145.8
10	122.0	145.2
11	122.7	144.6
12	123.3	144.0
13	124.0	143.3
14	124.7	142.7
15	125.5	142.0
16	126.3	141.3
17	127.1	140.6
18	128.0	139.9
19	128.8	139.2
20	129.8	138.5
21	130.7	137.8
22	131.7	137.1
23	132.8	136.4
24	133.9	135.9
25	135.0	135.0

que restadas de la cota de la conducción dan las presiones reales que soporta la tubería.

OLAER OILTECH IBERICA S.A. garantiza, que con los datos facilitados por el Cliente, y empleando el antiarriete calculado a la presión de hinchado prevista, la presión máxima en la línea no será superior a la presión máxima de servicio del antiarriete.





BSERVACIONES

PESO (VACIO): 3.600 Kg



### APÉNDICE Nº 3. OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN DESDE BEMBIBRE



## OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN DESDE BEMBIBRE

### DATOS DE ENTRADA

			Material	Diámetro	Precio (€)
Volumen diario de agua producto (m <sup>3</sup> /día)	7,776		FND	(mm)	
Longitud (m)	1.299,00			100	130,792
Altura geométrica (m)	56,00			150	143,572
Coste energía valle (€/kW.h)	0,058106	Horas diarias		200	160,454
Coste energía llano (€/kW.h)	0,101941	Horas diarias		250	180,562
Coste energía punta (€/kW.h)	0,173300	Horas diarias		300	202,968
Actualización (%)	3,00	Término potencia		350	226,831
Años de amortización	25,00			400	251,579
				450	277,118
Coeficiente de actualización	17,413			500	304,078
Días de funcionamiento al año	360			600	370,063
Rendimiento bombas (%)	0,72			700	480,254
				800	697,901
Coeficiente pérdida localizada (%)	10			900	1132,241
Incremento diámetro (mm)	50			1000	1954,050
Rugosidad absoluta (mm)	0,3				
Viscosidad cinemática (m <sup>2</sup> /s)	0,00000101				

### OPTIMIZACIÓN DE LA IMPULSIÓN DESDE BEMBIBRE

HORAS DIARIAS															
24															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)	
200	90	2,86	0,022221	60,37	66,41	122,41	160,45	436.956,22	1.149.884,78	651.601,38	62.370,92	2.238.442,38	208.429,25	2.509.242,55	
250	90	1,83	0,021227	18,90	20,79	76,79	180,56	274.106,26	721.332,26	408.754,95	39.125,80	1.404.193,48	234.550,55	1.677.869,82	
300	90	1,27	0,020537	7,35	8,08	64,08	202,97	228.754,38	601.985,22	341.124,96	32.652,29	1.171.864,57	263.655,58	1.468.172,44	
350	90	0,94	0,020044	3,32	3,65	59,65	226,83	212.930,55	560.343,55	317.528,01	30.393,60	1.090.802,10	294.653,18	1.415.848,89	
400	90	0,72	0,019687	1,67	1,84	57,84	251,58	206.465,38	543.329,95	307.886,97	29.470,77	1.057.682,31	326.800,55	1.413.953,63	
450	90	0,57	0,019427	0,92	1,01	57,01	277,12	203.496,31	535.516,61	303.459,41	29.046,97	1.042.472,33	359.976,62	1.431.495,91	
500	90	0,46	0,019241	0,54	0,59	56,59	304,08	202.004,15	531.589,86	301.234,25	28.833,98	1.034.828,26	394.997,52	1.458.659,76	
600	90	0,32	0,019024	0,21	0,23	56,23	370,06	200.737,40	528.256,33	299.345,25	28.653,16	1.028.338,98	480.711,24	1.537.703,38	
<b>DIAMETRO ÓPTIMO</b>															
<b>400</b>	<b>90</b>	<b>0,72</b>	<b>0,019687</b>	<b>1,67</b>	<b>1,84</b>	<b>57,84</b>	<b>251,58</b>	<b>206.465,38</b>	<b>543.329,95</b>	<b>307.886,97</b>	<b>29.470,77</b>	<b>1.057.682,31</b>	<b>326.800,55</b>	<b>1.413.953,63</b>	

### DATOS DE ENTRADA

<b>Volumen diario de agua producto (m³/día)</b>	7.776					
<b>Longitud (m)</b>	1.299,00					
<b>Altura geométrica (m)</b>	56,00					
<b>Coste energía valle (€/kW.h)</b>	0,058106	<b>Horas diarias</b>				
<b>Coste energía llano (€/kW.h)</b>	0,101941	<b>Horas diarias</b>				
<b>Coste energía punta (€/kW.h)</b>	0,173300	<b>Horas diarias</b>				
<b>Actualización (%)</b>	3,00	<b>Término potencia</b>				
<b>Años de amortización</b>	22,00					
<b>Coeficiente de actualización</b>	15,937					
<b>Días de funcionamiento al año</b>	360					
<b>Rendimiento bombas (%)</b>	0,72					
<b>Coeficiente pérdida localizada (%)</b>	10					
<b>Incremento diámetro (mm)</b>	50					
<b>Rugosidad absoluta (mm)</b>	0,3					
<b>Viscosidad cinemática (m²/s)</b>	0,00000101					
		<b>Horas diarias</b>	8			
		<b>Horas diarias</b>	12			
		<b>Horas diarias</b>	4			
		<b>Término potencia</b>	1,988549			
				<b>Material</b>	<b>Diámetro</b>	
				FND	(mm)	
					Precio (€)	
					100	130,792
					150	143,572
					200	160,454
					250	180,562
					300	202,968
					350	226,831
					400	251,579
					450	277,118
					500	304,078
					600	370,063
					700	480,254
					800	697,901
					900	1132,241
					1000	1954,050

HORAS DIARIAS															
24															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Nº Reynolds	Coficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)
200	90	2,86	567.284,95	0,022221	60,37	66,41	122,41	160,45	399.912,47	1.052.401,22	596.360,69	57.083,31	2.048.674,38	208.429,25	2.314.186,95
250	90	1,83	453.827,96	0,021227	18,90	20,79	76,79	180,56	250.868,41	660.180,02	374.102,01	35.808,84	1.285.150,44	234.550,55	1.555.509,82
300	90	1,27	378.189,96	0,020537	7,35	8,08	64,08	202,97	209.361,32	550.950,84	312.205,48	29.884,13	1.072.517,63	263.655,58	1.366.057,35
350	90	0,94	324.162,83	0,020044	3,32	3,65	59,65	226,83	194.878,98	512.839,41	290.609,00	27.816,93	998.327,38	294.653,18	1.320.797,50
400	90	0,72	283.642,47	0,019687	1,67	1,84	57,84	251,58	188.961,91	497.268,18	281.785,30	26.972,33	968.015,38	326.800,55	1.321.788,26
450	90	0,57	252.126,64	0,019427	0,92	1,01	57,01	277,12	186.244,54	490.117,22	277.733,09	26.584,46	954.094,85	359.976,62	1.340.655,93
500	90	0,46	226.913,98	0,019241	0,54	0,59	56,59	304,08	184.878,88	486.523,37	275.696,58	26.389,52	947.098,83	394.997,52	1.368.485,87
600	90	0,32	189.094,98	0,019024	0,21	0,23	56,23	370,06	183.719,53	483.472,44	273.967,72	26.224,04	941.159,69	480.711,24	1.448.094,97
<b>DIAMETRO ÓPTIMO (mm)</b>															
<b>350</b>	<b>90</b>	<b>0,94</b>	<b>324.162,83</b>	<b>0,020044</b>	<b>3,32</b>	<b>3,65</b>	<b>59,65</b>	<b>226,83</b>	<b>194.878,98</b>	<b>512.839,41</b>	<b>290.609,00</b>	<b>27.816,93</b>	<b>998.327,38</b>	<b>294.653,18</b>	<b>1.320.797,50</b>

### DATOS DE ENTRADA

**Volumen diario de agua producto (m<sup>3</sup>/día)**

7.776

**Longitud (m)**

1.299,00

**Altura geométrica (m)**

56,00

**Coste energía valle (€/kW.h)**

0,058106

**Horas diarias**

**Coste energía llano (€/kW.h)**

0,101941

**Horas diarias**

**Coste energía punta (€/kW.h)**

0,173300

**Horas diarias**

**Actualización (%)**

3,00

**Término potencia**

**Años de amortización**

15,00

**Coefficiente de actualización**

11,938

**Días de funcionamiento al año**

360

**Rendimiento bombas (%)**

0,72

**Coefficiente pérdida localizada (%)**

10

**Incremento diámetro (mm)**

50

**Rugosidad absoluta (mm)**

0,3

**Viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s)**

0,00000101

**Horas diarias**

8

**Horas diarias**

12

**Horas diarias**

4

**Término potencia**

1,988549

Material	Diámetro (mm)	Precio (€)
FND	100	130,792
	150	143,572
	200	160,454
	250	180,562
	300	202,968
	350	226,831
	400	251,579
	450	277,118
	500	304,078
	600	370,063
	700	480,254
	800	697,901
	900	1132,241
	1000	1954,050

HORAS DIARIAS															
24															
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Nº Reynolds	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)
200	90	2,86	567.284,95	0,022221	60,37	66,41	122,41	160,45	299.564,16	788.326,74	446.718,48	42.759,65	1.534.609,38	208.429,25	1.785.798,28
250	90	1,83	453.827,96	0,021227	18,90	20,79	76,79	180,56	187.919,08	494.523,90	280.230,21	26.823,48	962.673,20	234.550,55	1.224.047,23
300	90	1,27	378.189,96	0,020537	7,35	8,08	64,08	202,97	156.827,19	412.703,13	233.865,11	22.385,44	803.395,42	263.655,58	1.089.436,44
350	90	0,94	324.162,83	0,020044	3,32	3,65	59,65	226,83	145.978,84	384.154,83	217.687,74	20.836,95	747.821,41	294.653,18	1.063.311,54
400	90	0,72	283.642,47	0,019687	1,67	1,84	57,84	251,58	141.546,51	372.490,82	211.078,13	20.204,28	725.115,47	326.800,55	1.072.120,30
450	90	0,57	252.126,64	0,019427	0,92	1,01	57,01	277,12	139.511,01	367.134,22	208.042,73	19.913,73	714.687,96	359.976,62	1.094.578,31
500	90	0,46	226.913,98	0,019241	0,54	0,59	56,59	304,08	138.488,02	364.442,17	206.517,23	19.767,71	709.447,41	394.997,52	1.124.212,65
600	90	0,32	189.094,98	0,019024	0,21	0,23	56,23	370,06	137.619,58	362.156,79	205.222,18	19.643,75	704.998,56	480.711,24	1.205.353,55
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>															
350	90	0,94	324.162,83	0,020044	3,32	3,65	59,65	226,83	145.978,84	384.154,83	217.687,74	20.836,95	747.821,41	294.653,18	1.063.311,54

### DATOS DE ENTRADA

<b>Volumen diario de agua producto (m<sup>3</sup>/día)</b>	7.776				
<b>Longitud (m)</b>	1.299,00				
<b>Altura geométrica (m)</b>	56,00				
<b>Coste energía valle (€/kW.h)</b>	0,058106	<b>Horas diarias</b>			
<b>Coste energía llano (€/kW.h)</b>	0,101941	<b>Horas diarias</b>			
<b>Coste energía punta (€/kW.h)</b>	0,173300	<b>Horas diarias</b>			
<b>Actualización (%)</b>	3,00	<b>Término potencia</b>			
<b>Años de amortización</b>	8,00				
<b>Coeficiente de actualización</b>	7,020				
<b>Días de funcionamiento al año</b>	360				
<b>Rendimiento bombas (%)</b>	0,72				
<b>Coeficiente pérdida localizada (%)</b>	10	<b>Horas diarias</b>	8		
<b>Incremento diámetro (mm)</b>	50	<b>Horas diarias</b>	12		
<b>Rugosidad absoluta (mm)</b>	0,3	<b>Horas diarias</b>	4		
<b>Viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s)</b>	0,00000101	<b>Término potencia</b>	1,988549		

Material FND	Diámetro (mm)	Precio (€)
	100	130,792
	150	143,572
	200	160,454
	250	180,562
	300	202,968
	350	226,831
	400	251,579
	450	277,118
	500	304,078
	600	370,063
	700	480,254
	800	697,901
	900	1132,241
	1000	1954,050

<b>HORAS DIARIAS 24</b>																
Diámetro interior (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Nº Reynolds	Coefficiente fricción Swanee y Jain	Pérdidas de carga continua (mca)	Pérdidas de carga total (mca)	Altura manométrica (mca)	Precio tubo (€/m)	Coste energía valle actualizado (€)	Coste energía llano actualizado (€)	Coste energía punta actualizado (€)	Coste término potencia (€)	Coste energía actualizado (€)	Coste tubería (m)	Coste total (€)	
200	90	2,86	567.284,95	0,022221	60,37	66,41	122,41	160,45	176.148,40	463.548,43	262.677,44	25.143,34	902.374,27	208.429,25	1.135.946,86	
250	90	1,83	453.827,96	0,021227	18,90	20,79	76,79	180,56	110.499,35	290.787,77	164.779,74	15.772,63	566.066,87	234.550,55	816.390,04	
300	90	1,27	378.189,96	0,020537	7,35	8,08	64,08	202,97	92.216,84	242.675,88	137.516,33	13.162,99	472.409,05	263.655,58	749.227,62	
350	90	0,94	324.162,83	0,020044	3,32	3,65	59,65	226,83	85.837,84	225.889,04	128.003,79	12.252,45	439.730,66	294.653,18	746.636,30	
400	90	0,72	283.642,47	0,019687	1,67	1,84	57,84	251,58	83.231,56	219.030,42	124.117,24	11.880,43	426.379,22	326.800,55	765.060,20	
450	90	0,57	252.126,64	0,019427	0,92	1,01	57,01	277,12	82.034,65	215.880,66	122.332,37	11.709,59	420.247,68	359.976,62	791.933,88	
500	90	0,46	226.913,98	0,019241	0,54	0,59	56,59	304,08	81.433,12	214.297,68	121.435,35	11.623,72	417.166,15	394.997,52	823.787,40	
600	90	0,32	189.094,98	0,019024	0,21	0,23	56,23	370,06	80.922,46	212.953,85	120.673,85	11.550,83	414.550,16	480.711,24	906.812,23	
<b>DIÁMETRO ÓPTIMO (mm)</b>																
<b>350</b>	<b>90</b>	<b>0,94</b>	<b>324.162,83</b>	<b>0,020044</b>	<b>3,32</b>	<b>3,65</b>	<b>59,65</b>	<b>226,83</b>	<b>85.837,84</b>	<b>225.889,04</b>	<b>128.003,79</b>	<b>12.252,45</b>	<b>439.730,66</b>	<b>294.653,18</b>	<b>746.636,30</b>	

## ANEJO Nº 4. DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL ESTUDIO DEL TRANSITORIO DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL A BEMBIBRE



<b>PERFIL LONGITUDINAL SIMPLIFICADO</b>		
<b>Punto</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Cota (m)</b>
<b>Punto 1</b>	0	708
<b>Punto 2</b>	884	663
<b>Punto 3</b>	2381	590
<b>Punto 4</b>	2810	648
<b>Punto 5</b>	6121	675,5
<b>Punto 6</b>	6477	604,5
<b>Punto 7</b>	9591	618,1
<b>Punto 8</b>	12250	642,43
<b>Punto 9</b>	13549	714

<b>PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS Y PIEZOMÉTRICAS EN PUNTOS DEL PERFIL ARRANQUE SIMULTÁNEO DE LAS BOMBAS</b>					
<b>Punto</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Presión máxima (m)</b>	<b>Presión mínima (m)</b>	<b>Piezométrica máxima (m)</b>	<b>Piezométrica mínima (m)</b>
<b>Punto 1</b>	708	0,5	0,5	708,50	708,50
<b>Punto 2</b>	663	60,1387	28,8748	723,14	691,87
<b>Punto 3</b>	590	145,2403	86,973	735,24	676,97
<b>Punto 4</b>	648	87,0902	28,4536	735,09	676,45
<b>Punto 5</b>	675,5	57,4941	-2,0705	732,99	673,43
<b>Punto 6</b>	604,5	129,4186	67,2768	733,92	671,78
<b>Punto 7</b>	618,1	112,2125	50,9139	730,31	669,01
<b>Punto 8</b>	642,43	85,8431	20,7787	728,27	663,21
<b>Punto 8*</b>	642,43	93,605	58,141	736,04	700,57
<b>Punto 9</b>	714	4	4	718,00	718,00

<b>PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS Y PIEZOMÉTRICAS EN PUNTOS DEL PERFIL ARRANQUE DE UNA SOLA BOMBA</b>					
<b>Punto</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Presión máxima (m)</b>	<b>Presión mínima (m)</b>	<b>Piezométrica máxima (m)</b>	<b>Piezométrica mínima (m)</b>
<b>Punto 1</b>	708	0,5	0,5	708,50	708,50
<b>Punto 2</b>	663	46,3678	39,8505	709,37	702,85
<b>Punto 3</b>	590	119,8482	107,9984	709,85	698,00
<b>Punto 4</b>	648	61,9102	49,9348	709,91	697,93
<b>Punto 5</b>	675,5	33,7206	21,2732	709,22	696,77
<b>Punto 6</b>	604,5	104,7198	91,8889	709,22	696,39
<b>Punto 7</b>	618,1	90,8902	77,5271	708,99	695,63
<b>Punto 8</b>	642,43	66,07	51,4813	708,50	693,91
<b>Punto 8*</b>	642,43	81,811	74,479	724,24	716,91
<b>Punto 9</b>	714	4	4	718,00	718,00