

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

ACN 6/08.P2

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

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

ACN 6/08.P2

MEMORIA

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

ACN 6/08.P2

MEMORIA

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	1
2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES	1
2.1. ACTUACIONES EN EL T.M. DE BEMBIBRE	1
2.1.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE	1
2.1.2. ABASTECIMIENTO A ARLANZA	6
2.2. ACTUACIONES EN EL T.M. DE CASTROPODAME	7
2.2.1. ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS	7
2.2.2. ABASTECIMIENTO A MATACHANA	9
2.2.3. ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE DE LOS CESTOS	10
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES	10
3.1. ACTUACIONES EN EL T.M. DE BEMBIBRE	10
3.1.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE	10
3.1.1.1. Captación en el embalse de Bárcena	11
3.1.1.2. Impulsión desde el embalse de Bárcena	12
3.1.1.3. Depósito de "Las Melendreras"	14
3.1.1.4. Conducción desde el depósito de "Las Melendreras" hasta la localidad de Bembibre	15

3.1.1.5.	Estación de bombeo de Bembibre.....	18
3.1.1.6.	Actuaciones de mejora en la ETAP de Bembibre.....	20
3.1.2.	ABASTECIMIENTO A ARLANZA	21
3.1.2.1.	Mejora de la captación existente	21
3.1.2.2.	Construcción de una caseta visitable	21
3.1.2.3.	Separación de la red de riego de la red de abastecimiento.....	21
3.2.	ÁCTUACIONES EN EL T.M. DE CASTROPODAME	22
3.2.1.	ABASTECIMIENTO A MATACHANA	22
3.2.2.	ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE LOS CESTOS.....	24
3.2.3.	ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS.....	24
4.	ESTUDIOS BÁSICOS.....	26
4.1.	ESTUDIO DE DEMANDAS.....	26
4.2.	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	28
4.3.	ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	29
4.3.1.	TRABAJOS REALIZADOS	29
4.3.2.	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE DETALLE	32
4.3.2.1.	Actuaciones en el término municipal de Bembibre.....	32
4.3.2.2.	Actuaciones en el término municipal de Castropodame.....	36
4.4.	TRAMITACIÓN AMBIENTAL Y ESTUDIO AMBIENTAL	40
4.4.1.	TRAMITACIÓN AMBIENTAL.....	40
4.4.2.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO AMBIENTAL	41
4.4.3.	INVENTARIO AMBIENTAL.....	43
4.4.4.	VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	43
4.4.5.	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS .	46
4.4.5.1.	MEDIDAS PREVENTIVAS	46
4.4.5.2.	MEDIDAS CORRECTORAS.....	47
4.4.5.3.	MEDIDAS COMPENSATORIAS.....	47

4.4.6.	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	47
5.	PATRIMONIO CULTURAL.....	48
6.	ESTUDIOS DEL PROYECTO.....	51
6.1.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	51
6.1.1.	ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE	52
6.1.1.1.	IMPULSIÓN INICIAL.....	52
6.1.1.2.	CONDUCCIÓN DESDE EL DEPÓSITO DE LAS MELENDRERAS A LA ETAP DE BEMBIBRE.....	57
6.1.2.	ABASTECIMIENTO A CASTROPODAME	62
6.1.2.1.	ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS.....	62
6.1.2.2.	ABASTECIMIENTO A MATACHANA	63
6.1.2.3.	ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE LOS CESTOS.....	65
6.2.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	66
6.3.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	67
6.4.	SERVICIOS AFECTADOS. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS..	68
6.5.	TELEMANDO Y TELECONTROL.....	69
6.6.	EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	70
6.7.	COSTES DE EXPLOTACIÓN	70
7.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES.....	71
8.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	71
9.	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	71
10.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	72
11.	REVISIÓN DE PRECIOS.....	72
12.	DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO	73
13.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	74
14.	CONCLUSIÓN.....	76

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es la definición al nivel de proyecto constructivo, de las obras necesarias para la mejora del abastecimiento de los municipios de Bembibre y Castropodame, y en particular de las localidades de Bembibre y Arlanza en el T.M. de Bembibre y de Calamocos, Matachana y Villaverde de los Cestos en el T.M. de Castropodame.

2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

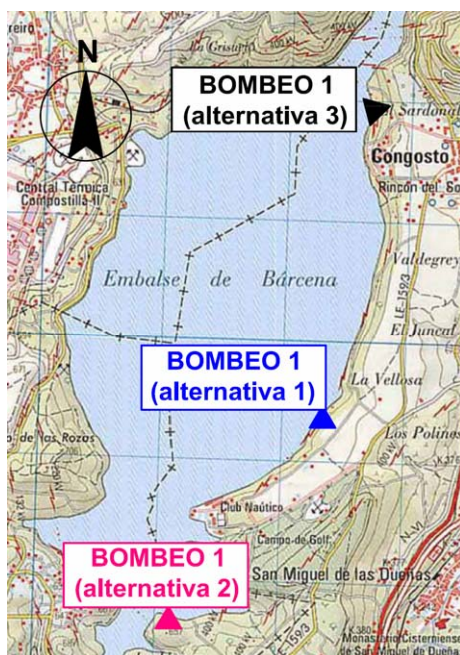
2.1. ACTUACIONES EN EL T.M. DE BEMBIBRE

2.1.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE

El nuevo sistema de abastecimiento a Bembibre contemplado en el presente proyecto, consta de los siguientes elementos:

- Captación en el embalse de Bárcena
- Depósito de rotura de carga
- Impulsión inicial desde el embalse de Bárcena al depósito de rotura de carga
- Conducción desde el depósito de rotura de carga a la ETAP de Bembibre

Para cada uno de ellos se han planteado diferentes alternativas con el objetivo de seleccionar la idónea.



Como primer elemento constituyente del sistema de abastecimiento se encuentra la captación en el embalse de Bárcena. Esta captación debía cumplir una serie de requisitos:

- Localizarse en una zona del embalse en el que la ladera tuviera una elevada pendiente, reduciéndose así la longitud de la conducción de toma.
- Localizarse lo más próximo a la presa para que los descensos de lámina afecten

lo menor posible.

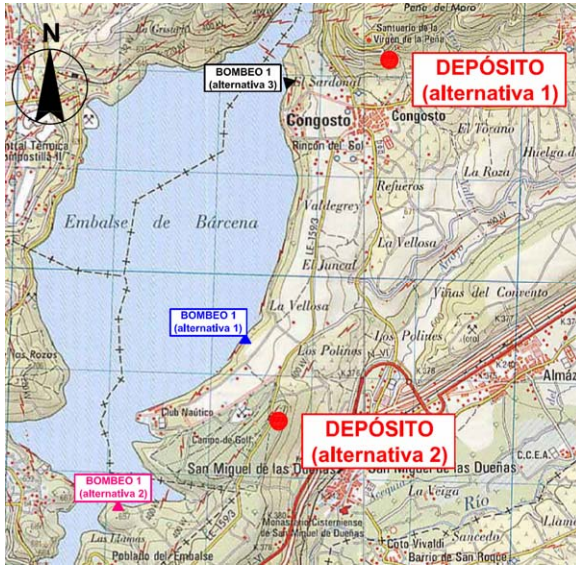
- Ser capaz de captar agua dentro del huso de explotación del embalse de Bárcena, es decir, entre las cotas 581 y 620.
- Alejada de la central térmica de Compostilla y de la salida del trasvase del Boeza, que podrían empeorar la calidad del agua.

Así, analizando detenidamente la zona, se estimaron tres alternativas para la localización de la toma:

- Alternativa 1: captación en el paraje de La Velloso, al norte de la carretera acceso al club náutico.
- Alternativa 2: captación en una ensenada localizada aguas entre el club náutico y la presa de Bárcena, próxima a la actual captación del municipio de Congosto.
- Alternativa 3: captación en el paraje de El Sardonal, al noroeste de la población de Congosto.

De estas tres alternativas se opta por seleccionar como la mejor de ellas la denominada Alternativa 2. Se concluyó que la zona idónea para la localización de la captación se ubicaba en una de las ensenadas de la margen izquierda del embalse, aguas abajo del club náutico y muy próxima a la captación de agua que el municipio de Congosto ya dispone y la cual se accede por un camino de apto para vehículos. Este emplazamiento aunaba la totalidad de los requisitos iniciales. Por un lado, se encuentra en una zona bastante próxima a la presa y por ello, en una zona donde la profundidad del embalse es mayor. Por otro lado, las márgenes del embalse son abruptas y finalmente es una de las opciones más alejadas de la Central de la Compostilla y de la salida del trasvase del Boeza. Además, el acceso ya existe, lo que facilita la ejecución de la obra.

En cuanto al **depósito de rotura de carga**, la localización se barajaron dos alternativas. La primera de ellas en la zona del cerro de Virgen de la Peña y la segunda, en la zona de "Las Melendreras", en una meseta existente. La primera de las alternativas (Alternativa 1), permite un funcionamiento por gravedad de la conducción de abastecimiento, a costa de una mayor elevación inicial. Por su parte la segunda

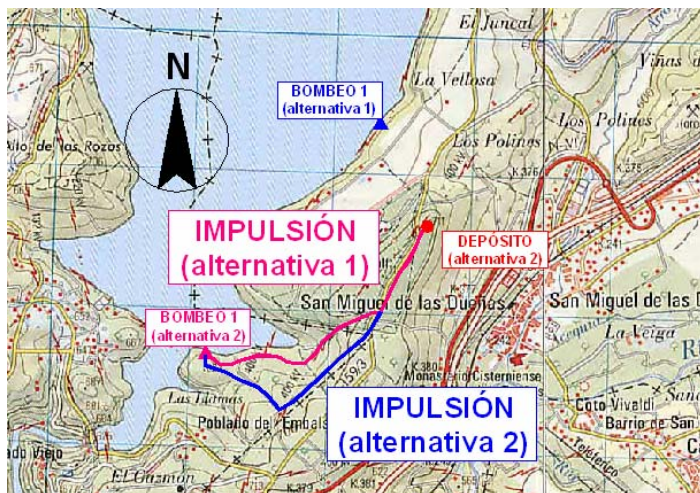


posibilidad, obliga a disponer un bombeo adicional en el sistema, dado que la cota de inicio se encuentra por debajo de la de entrega.

Desde el punto de vista geológico, no se presentan problemas en ninguna de las alternativas, aunque los materiales de la alternativa 1, son de más difícil excavación que en la alternativa 2.

Finalmente, y tras valorar diferentes aspectos, se decidió seleccionar como alternativa óptima la denominada Alternativa 2, por los siguientes motivos:

- Materiales más fácilmente excavables
- Menor volumen de excavación
- Accesos muy sencillos
- Disponibilidad de espacio
- Es más interesante, puesto que además, es la alternativa que mejor se acopla a la captación más idónea
- Salida más sencilla y rápida hacia el corredor por el que discurren las alternativas de trazado para la conducción a Bembibre desde el depósito.



El siguiente elemento del sistema que se analizó fue la **impulsión** que desde la captación permite transportar el agua hasta el depósito de rotura. Dos son las alternativas estudiadas. La alternativa 1, con una longitud de 2.150 metros, sigue el camino

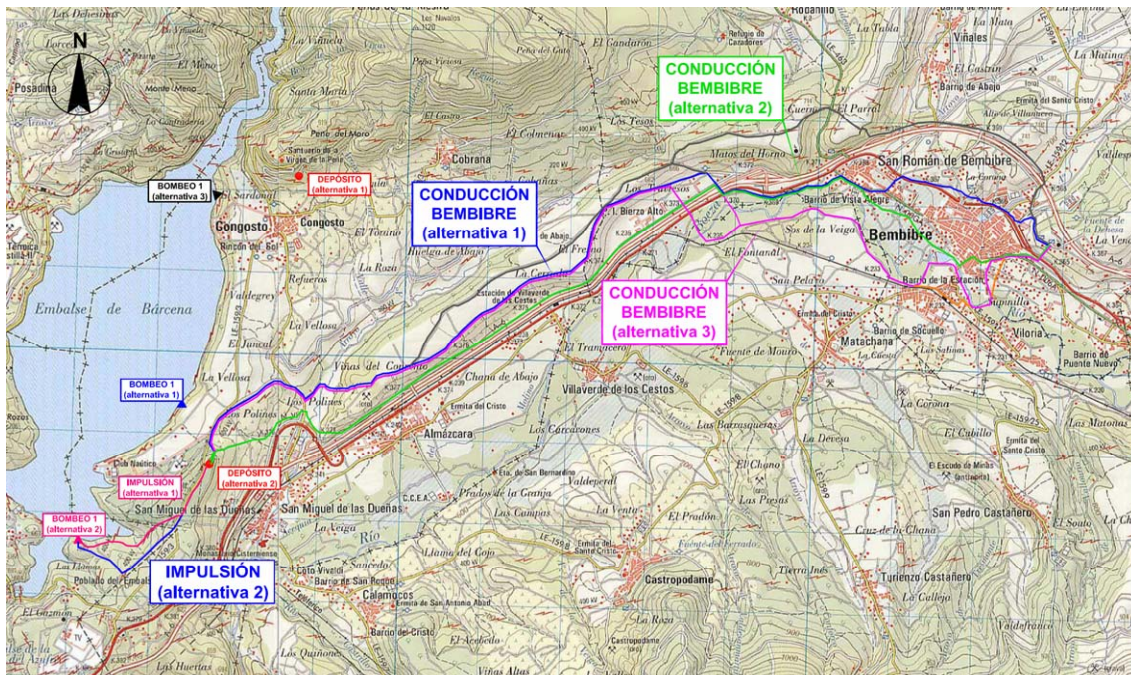
de acceso a la captación de Congosto, y otros caminos de la zona, hasta enlazar con la carretera LE-159-3, paralela a la cual y a su derecha se dispone hasta el depósito. Por su parte, la alternativa 2 sigue en parte el trazado de la actual conducción de agua que desde la captación de Congosto se dirige a la ETAP de Montearenas para después, tras intersectar con la carretera LE-159-3, se mantiene paralela a ésta hasta el depósito. La longitud de esta alternativa es de 2.500 metros.

Se ha optado por la alternativa 1, por no existir infraestructura hidráulica potencialmente afectable, por disponer de un acceso a la traza mejor y por su menor longitud.

En relación con el **material de la conducción de impulsión** se ha elegido el polietileno PE100, por cuestiones eminentemente prácticas, derivadas de la presencia en la zona de trazado de líneas de alta tensión, que podrían derivar al terreno y a la conducción importantes descargas eléctricas que podrían dañar los equipos de bombeo. Disponiendo de este material mal conductor frente a la opción económicamente mejor que resultaba la fundición dúctil, se reducen considerablemente las posibilidades de daño de equipos por descarga eléctrica. La elección del polietileno frente a otros materiales plásticos, en concreto el PVC, se ha producido en base a una mayor flexibilidad en el trazado permitido para las conducciones de polietileno, mayor estanqueidad de las juntas y la no necesidad de anclajes que inclinan la balanza frente a una leve pero mayor economía del PVC, para el diámetro de 315 mm de la impulsión.

Para la **conducción principal de abastecimiento a Bembibre**, se plantean tres alternativas de trazado, toda vez que se rechazaron otras por diferentes cuestiones (ver Anejo nº 5. Estudio de alternativas):

- Alternativa 1: desde el depósito de rotura de carga se dirige hacia Bembibre primeramente de forma paralela a la carretera LE-159-3 para después seguir el corredor de un camino, que se dirige a la meseta existente al norte de la autovía A-6. La conducción asciende hasta la meseta para abandonarla en las proximidades del Polígono Industrial del Bierzo Alto. Desde aquí, cruza la A-6 y la carretera N-VI. Posteriormente, se incorpora en la zona peri-urbana de Bembibre por su zona sur entrando en el entramado urbano en los kilómetros finales. La longitud de la alternativa es de unos 12.600 metros.



- Alternativa 2: parte del depósito de rotura de carga campo a través hacia el enlace de San Miguel de las Dueñas de la autovía A-6. Transcurre paralelamente al camino de servicio existente, hasta alcanzar el Polígono Industrial del Bierzo Alto. Como en las alternativa 1, se cruza la A-6 y la N-VI, para seguir la traza descrita para la anterior alternativa hasta la entrada a Bembibre por el Barrio de Vista Alegre. Llegado este punto, la traza discurre en dirección norte pasando al lado del cementerio y cruzando la carretera N-VI para disponerse paralelamente a ella. De este modo rodea Bembibre por su parte norte. Se dirige hacia la antigua fábrica de ladrillo, ya en las proximidades de la ETAP, alcanzado la ETAP por la carretera de acceso existente. La longitud de la alternativa 2 es de unos 12.400 metros.
- Alternativa 3: comparte el trazado con la alternativa 1 hasta la zona del Polígono Industrial del Bierzo Alto. Como en las alternativas anteriores, se cruza la A-6 y la N-VI, para una vez salvado el río Boeza seguir la traza del actual emisario de la red de saneamiento de Bembibre y del propio río, en gran parte, aprovechando caminos ya existentes. Una vez se abandonado el Barrio de la Estación, la conducción cruza de nuevo el río Boeza para dirigirse hacia la zona urbana de Bembibre, en las proximidades del Santuario del Ecce Homo. A partir de este hito, la traza comparte espacio con la alternativa 2. La longitud de la alternativa 3 es de unos 13.800 metros.

Desde el **punto de vista económico**, la alternativa 2 resulta ser la mejor, seguida de la alternativa 3 (incremento del 5%) y finalmente la alternativa 1 (incremento respecto de la menor del 11,64%).

Ambientalmente, las alternativas son muy similares, aunque gana algo de ventaja la alternativa 2, seguida de la 1 y 3, a un mismo nivel. La alternativa 2 discurre por un corredor ausente de figuras ambientales de todo tipo, frente a las otras que se aproximan más a hábitats no prioritarios, aunque sin afección directa.

Desde el punto de vista de la **ejecución de la obra**, la alternativa 2 se presenta como la peor de las opciones, por la ocupación de caminos a reponer y mayor presencia de servicios urbanos, que siempre implican una mayor complejidad.

En cuanto a la **afección de la estructura parcelaria**, la alternativa 3 presenta las mejores condiciones por cuanto se ocupa un corredor mayor en el que ya existe una infraestructura hidráulica, el colector de saneamiento de Bembibre, que ha supuesto una expropiación y por tanto afectado con anterioridad a la parcelación, aprovechando esta circunstancia la alternativa 3. Esta cuestión adquiere una importancia alta debido a las preocupaciones municipales en lo que a nuevas expropiaciones y derechos afectados se refiere, por lo que tiene un peso en la decisión elevado.

De ese modo, se fija como alternativa idónea, la alternativa 3, por sus ventajas constructivas, coste contenido respecto de la alternativa 3 aunque no mucho mayor que la alternativa 1 y sobre todo, de afección parcelaria.

Para esta conducción se adopta como material idóneo desde un punto de vista global la fundición dúctil, por cuestiones técnico-económicas, si bien estos tubos se dispondrán recubiertos de una manga de polietileno para proteger a esta conducción de la potencial agresividad del terreno.

2.1.2. ABASTECIMIENTO A ARLANZA

No se contemplan alternativas en la actuación dado que la envergadura y condicionantes de la misma, no dan pie a un estudio propiamente dicho.

2.2. ACTUACIONES EN EL T.M. DE CASTROPODAME

2.2.1. ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS

Se analizan dos alternativas generales en cuanto a origen del abastecimiento. Por un lado, la toma desde el depósito de "Las Melendreras" y por tanto desde el embalse de Bárcena y por otro desde el Arroyo Paradasolana, en el T.M. de Molinaseca, cerca de la localidad de Onamio.

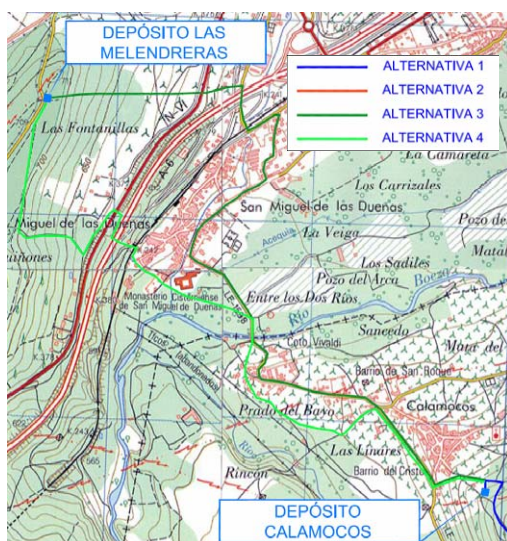
Con la alternativa de toma desde el depósito de "Las Melendreras" se elimina con casi absoluta garantía futuros problemas de satisfacción de demandas en Calamocos, por existir una reserva de recurso sobreabundante en el embalse de Bárcena, desde donde se realizaría la captación aprovechando la misma captación que se emplea para la localidad de Bembibre. Ello obligaría a compartir infraestructura de captación con Bembibre, lo que repercutiría en soportar un sobrecoste para una instalación con objeto de cubrir demandas en determinados períodos. Por ello, la alternativa de Calamocos, con una toma propia aprovechando el remanso producido por el azud de un molino en el arroyo Paradasolana, toma importancia, dado que asumirían únicamente los costes de mantenimiento propios y de explotación en el período de uso. No obstante y aunque a primera vista parece más favorable la alternativa de toma en el azud del molino, se analizaron diferentes alternativas de trazado para cada punto de toma.

Para la captación en el río Paradasolana, se plantean dos posibilidades. La denominada Alternativa 1, en la que se dispone la conducción por un camino existente a media ladera que desde la zona del Molino de Onamio se dirigía hacia Calamocos. Esta alternativa requiere de una elevación de unos 100 mca, con un tramo impulsado y otra en gravedad. La longitud total de la tubería sería de 2.300 metros.



En cuanto a la denominada Alternativa 2, partiendo del mismo punto de toma, adoptaría el trazado de un camino de importante pendiente dirigiéndose hacia una caseta existente de la actual red de abastecimiento de Calamocos. La impulsión tendría una longitud de unos 1.300 metros con una elevación de unos 145 mca.

Para las que se denominan alternativas 3 y 4, con origen en el depósito de "Las Melendreras", se optó por dos trazados diferentes. La alternativa 3, abandonaba el depósito en dirección este hacia el enlace de San Miguel de las Dueñas, aprovechando posteriormente pasos y puentes existentes para los cruces con la N-VI, la A-6 y el ferrocarril y dirigirse por la carretera LE-159-7 hacia Calamocos. La conducción se dispondría paralela a dicha carretera hasta llegar a Calamocos donde rodeando la localidad por el sur se llegaría al depósito local. La longitud de la conducción sería de 4.400 metros aproximadamente.



Por su parte la alternativa 4, discurriría inicialmente hacia el suroeste para entrar en San Miguel de las Dueñas aprovechando obras de paso y puentes existentes sobre la A-6, N-VI y el ferrocarril. Una vez en la citada localidad, la conducción discurriría por la parte sur del Monasterio Cisterciense de San Miguel de las Dueñas, hacia la carretera LE-159-7, paralela a la cual y por tierras de labor, llega hasta Calamocos donde ya coincidían ambas alternativas. La longitud de esta alternativa es

de unos 4.200 metros.

Desde el punto de vista económico, la mejor alternativa resulta ser la alternativa 2, seguidas de la 4, la alternativa 1 y la alternativa 3. No obstante, debe señalarse que se supone que los cruces con infraestructuras se salvan por pasos existentes, que es una previsión más que optimistas. En caso contrario, la valoración se vería alterada, resultando claramente mejores las alternativas de Calamocos que las provenientes del depósito de "Las Melendreras". En consecuencia de todo ello, se opta por seleccionar como mejor alternativa la alternativa 2, es decir, efectuar la captación en el arroyo Paradasolana y disponer la conducción hasta conectar con la red existente.

2.2.2. ABASTECIMIENTO A MATACHANA

Se plantean dos alternativas de trazado, desde una premisa que es aprovechar en la medida de lo posible, la misma traza que la conducción de abastecimiento a Bembibre, por lo que supone en cuanto a ventajas de ejecución simultánea de las obras.

Así, durante los primeros 2.000 metros de la conducción de abastecimiento a Matachana sigue la traza de la alternativa seleccionada para el abastecimiento a Bembibre. Desde este punto, al norte del Barrio de la Estación y tras atravesar el mismo y el ferrocarril por el paso existente (calle Juan XXIII), las conducciones toman trazados diferentes. La denominada Alternativa 1, sigue la carretera LE-159-8 que une Bembibre con Matachana y Castropodame, requiriéndose la demolición y posterior reposición de un tramo importante de aglomerado, para después discurrir por un camino hasta el depósito local. La longitud es de unos 4.600 metros.

Por su lado la Alternativa 2, a la salida del paso inferior bajo el ferrocarril, toma la carretera a Vitoria durante unas decenas de metros para posteriormente girar hacia el suroeste y dirigirse hacia el antiguo Camino a Turienzo por el que seguirá prácticamente hasta el depósito de Matachana, sin producirse afecciones a firmes. La longitud de esta alternativa es de 4.800 metros.

Así, por un menor coste en reposición de firmes y tratarse de un trazado más limpio de servicios, se adopta la alternativa 2 como solución a desarrollar.

En cuanto al material de la conducción, se ha seleccionado el polietileno PE100 frente a otras opciones, por su economía frente a otros materiales para el diámetro necesario

y su reconocido comportamiento mecánico e hidráulico, así como sus ventajas de instalación.

2.2.3. ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE DE LOS CESTOS

En esta actuación no se contemplan actuaciones de trazado, tan solo la disyuntiva en cuanto a la elección de la material de las conducciones. Así, para la conducción en el interior del sondeo se ha optado por el empleo de la tubería tipo RYLBRUN, que dada su deformabilidad y resistencia se presenta como mejor alternativa que otras soluciones rígidas, desde el punto de vista del mantenimiento, sin perjudicar su explotación y funcionamiento.

En el caso de la conducción de transporte hasta el depósito local, se ha seleccionado el polietileno PE100 frente a otras opciones, por su economía frente a otros materiales para el diámetro necesario y su buen comportamiento general.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

Las actuaciones que se definen en el presente proyecto básico se desarrollan para satisfacer necesidades de agua en los municipios de Bembibre y Castropodame, ambos localizados en la comarca leonesa del Bierzo.

3.1. ACTUACIONES EN EL T.M. DE BEMBIBRE

Son dos las actuaciones que se contemplan en este término municipal. Por un lado, el abastecimiento de agua a la localidad de Bembibre y por otro, una mejora de parte del actual abastecimiento de agua en la población de Arlanza.

3.1.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE

Se ha proyectado un nuevo sistema de abastecimiento a Bembibre tomado como fuente de recurso el embalse de Bárcena. Este sistema de abastecimiento se constituye por diversos elementos generales:

- Captación en el embalse de Bárcena
- Impulsión desde el embalse de Bárcena al depósito de "Las Melendreras"
- Depósito de "Las Melendreras"

- Conducción desde el depósito de "Las Melendreras" hasta la localidad de Bembibre
- Estación de bombeo de Bembibre
- Conducción desde la estación de bombeo de Bembibre a la ETAP

3.1.1.1. Captación en el embalse de Bárcena

Ocupa una pequeña parte de la parcela 454 del polígono 24 del T.M. de Ponferrada.

Seleccionada la localización de la captación, se define la tipología de la misma mediante la disposición de un sistema formada por 2+1 bombas tipo lápiz capaces de elevar un caudal de 45 l/s a una altura de 144,37 mca, que se introducen en sendas vainas de protección constituidas por una tubería de acero inoxidable AISI 304 de 350 mm de diámetro, disponiendo las bombas a la cota 576. A su vez estas tres vainas se emplean para alojar las conducciones de impulsión en su tramo hasta la caseta de mantenimiento (aproximadamente unos 181 metros). Este tramo se proyecta mediante tres tuberías tipo RYLBRUN de diámetro 6".

De este modo, las bombas de la captación se encuentran sumergidas pero su mantenimiento no depende de buzos, por cuanto la caseta de mantenimiento y la configuración de la propia captación con tubería tipo RYLBRUN, permiten la extracción de las bombas desde la superficie, empleando un sistema de cabestrantes y rodillos.

La caseta de mantenimiento tiene unas dimensiones en planta de 6,10 x 4,43 m² con muros perimetrales de 0,35 m, lo que hace una superficie útil interior de 5,40 x 3,73 m² de forma rectangular. Esta caseta está semienterrada de forma que bajo la rasante del terreno la estructura está formada por un zócalo de paredes de 0.35 m de espesor, con una cimentación de 0,40 m de canto.

Sobre rasante, la estructura se compone de 4 soportes unidos por vigas formando un pórtico espacial, sobre el que se dispone un forjado de cubierta formado por losas alveolares de 15+5 cm. Sobre este forjado la cubierta se ha previsto con un acabado de lajas de pizarra.

Asimismo la cubierta dispone de una viga en la cumbrera sobre la que se dispondrá un polipasto para la manipulación de los equipos hidráulicos. Esta viga carril HEB-160, se ancla a la viga de cumbrera mediante armadura pasiva embebida soldada a la viga.

Asimismo, sobresale de de la caseta 2,50 m para poder acceder a los camiones que lleguen a la plataforma exterior de la caseta.

La plataforma exterior se ha dispuesto salvando el desnivel del terreno a la cota 627,50, mediante un muro de contención de 0,30 m de ancho, y con un zapata de canto 0,50 y 0,40 m según zonas.

Para permitir el acceso a la zona inferior de de la caseta de mantenimiento, se ha dispuesto una escalera de bajada desde la plataforma, consistente en un descansillo de hormigón armado en saliente desde el alzado del muro, y soportado por dos pilares y una escalera metálica ligera.

En el interior de la caseta de mantenimiento están los elementos para la extracción de las bombas y tramo de tubería envainada (cabestrantes, rodillos y polipasto), así como la valvulería de la impulsión. En la misma caseta se encuentran los cuadros y equipamientos eléctricos.

Para la acometida eléctrica necesaria, se realiza el entronque desde la línea de media tensión aérea existente, proyectando un vano destensado con 20 m con conductor LA-56 hasta el apoyo HV-1000/11 a instalar en la linde del camino. Sobre el apoyo proyectado se instala un seccionador fusible de expulsión XS de 24kV con fusibles de 50A y un juego de autoválvulas 18kV/10kA, y se realiza el paso aéreo-subterráneo de la línea sobre el apoyo, para enlazando con el tramo de línea subterráneo.este tramo subterráneo tiene una longitud de 1360 m, disponiendo un conductor RHZ1-2OL 12/20kV 1x95 mm² AL por canalización de 2 tubos de 160 mm, manteniendo una distancia no inferior a 0,2 m. con la tubería de la impulsión inicial. Ya en las proximidades de la caseta de mantenimiento proyectada, se instala el centro de transformación, que adopta la tipología de prefabricado tipo UNIBLOCK 2L1P de hasta 1.000kVA con un transformador 17,5/15 B2 400kVAs. Desde el cuadro de baja tensión del Centro de Transformación prefabricado se proyecta la derivación individual con 30 m de conductor RV 0,6/1kV 4x150AL para alimentar al Cuadro General de Mando a instalar en la Caseta de Mantenimiento.

3.1.1.2. Impulsión desde el embalse de Bárcena

Esta conducción se ha considerado que se inicia a la salida de la caseta de mantenimiento. Se ha proyectado en polietileno PE100 con un diámetro nominal de 315 mm y una presión nominal (PN) de 16, 10 y 6 bar, según el tramo:

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

La longitud de la impulsión es de 2.181 metros.

La traza de la conducción sigue el camino de acceso a la caseta de mantenimiento, para posteriormente disponerse paralelamente y a la derecha de la carretera LE-159-3 a no menos de un metro del pie del talud o cuneta, en un tramo que es propiedad de la Junta Vecinal, según sentido de avance del agua, hasta el depósito de Las Melendreras.

Esta conducción, así como todas las incluidas en el presente proyecto, disponen de los elementos de aireación y desagüe adecuados, así como sus consiguientes arquetas para alojamiento, que garantizan el correcto mantenimiento de las mismas. Se han dispuesto un total de siete (7) ventosas trifuncionales de 3" de doble cuerpo y paso total alojadas en sus correspondientes arquetas de hormigón armado, ejecutadas in situ. Además de estas ventosas, que se podrían denominar, habituales, la conducción dispone de dos (2) ventosas en el tramo final del tipo de doble leva, para garantizar un adecuado comportamiento de la conducción en ese tramo.

Además, la conducción dispone de una (1) válvula de corte intermedia, ubicada en el P.K. 0+855,57.

Para el vaciado de la conducción se dispone de cinco (5) desagües a lo largo de su perfil.

El trazado de esta tubería se efectúa siguiendo en la medida de lo posible caminos y pistas existentes. Los radios de giro mínimos empleados son de 6,3 metros, correspondientes a un tubo de presión nominal PN16 (SDR11), siendo el valor más restrictivo. Todo aquél giro que requiera de un radio inferior, se ha resuelto mediante un codo en planta, convenientemente anclado mediante macizo de hormigón. Las pendientes mínimas empleadas son 0,3% en tramos ascendentes y 0,6% en tramos descendentes.

Las uniones entre tubos para esta conducción se realizan mediante electrofusión.

3.1.1.3. Depósito de "Las Melendreras"

El depósito de "Las Melendreras" se ubica sobre una meseta existente en la margen izquierda del embalse de Bárcena, al este del campo de golf existente en Congosto (polígono 31, parcela 324 del T.M. de Congosto). La cota general de la meseta ronda los 705 metros. Dispone de un volumen de 1.500 m³, que permite una garantía de agua de 4 horas, para hacer frente a posibles averías de la captación.

El depósito de Las Melendreras, tiene una planta de 23,70 x 24,15 m², con muros de 0,60 m y una puntera en la cimentación de 0.5 m, lo que hace una superficie interior útil de 21,95 x 21,50 m². El depósito está dividido en dos cámaras mediante un muro de 0,45 m de espesor, y está enterrado 0,70 m por debajo del terreno. La cota máxima de la lámina de agua es de 4,00 m.

La cubierta del depósito está formada por un forjado de losas alveolares de canto 20+5 cm, que se apoyan en los muros antedichos y en sendas vigas intermedias apoyadas sobre soportes de 0,50 x 0,50 m² interiores al depósito.

La cimentación de los muros perimetrales e interior del depósito es una zapata corrida de 0,80 m de canto, mientras que los soportes del forjado de cubierta tiene una dimensión de 1,50 x 1,50 m² con un canto de 60 cm. La cubierta dispone de huecos para aireación del depósito, así como de accesos al mismo, y está protegida mediante una lámina de impermeabilización rematada contra un murete perimetral y cubierta por una capa de grava.

Asociada y adosada al depósito está la caseta de válvulas del mismo, de dimensiones exteriores 19,80 x 4,80 m² que consiste en un zócalo de 0,40 m de espesor y una solera de hormigón armado y semienterrados, con su superficie 1,45 m por debajo de la del depósito. La caseta tiene un cerramiento de fábrica sobre el que se coloca una cubierta ligera ondulada de fibrocemento con fibras (sin amianto) apoyada en los muros extremos y en una retícula de vigas laminadas IPE-160 e IPE-100 en acero S-275.

Toda esta estructura está revestida exteriormente por un encachado de piedra natural.

Para evitar el desbordamiento, en caso de alcanzarse el nivel máximo fijado se envía una señal de parada a las bombas de captación, mediante el sistema de telecontrol y telemando.

El depósito posee un aliviadero para hacer frente a posibles elevaciones de la lámina incontroladas, que se une con la conducción de desagüe. El vertido de esta agua se realiza en el propio embalse de Bárcena, mediante conducción de polietileno de 400 mm de diámetro que discurre en paralelo a la tubería de abastecimiento a Bembibre durante los primeros 435 metros, para posteriormente girar 90°, para tomar dirección al embalse de Bárcena. La longitud total de la conducción es de 953 metros.

La acometida eléctrica al depósito, se efectúa mediante entronque en la línea de media tensión aérea propiedad de la compañía suministradora, proyectando 451 m de línea aérea de media tensión con conductor LA-56 para alimentar al Centro de Transformación de Intemperie. Este centro de transformación está constituido por un equipo 17,5/15 B2 de 25kVA y un interruptor automático tetrapolar de protección de baja tensión instalados sobre un apoyo de hormigón vibrado HVH 1600-S13. En el primer apoyo de la línea aérea proyectada se instala, como elemento de protección, un seccionador fusible de expulsión XS de 24kV con fusibles de 50A, y en el apoyo fin de línea, anterior al centro de transformación a la intemperie, como elemento de maniobra, un seccionador de expulsión SXS 24kV. Desde la salida del interruptor automático se realiza sobre el apoyo del centro de transformación, el paso aéreo-subterráneo de la red de baja tensión con conductor RV 0,6/1kV 4x50 AL por canalización de 1 tubo de 160 mm hasta el armario de protección y medida a instalar sobre una peana o zócalo adyacente al apoyo proyectado para el transformador, desde el cual parte la derivación individual con 20 m. de conductor RV 0,6/1kV 4x6 mm² CU por canalización de 1 tubo de 160 mm.

3.1.1.4. Conducción desde el depósito de "Las Melendreras" hasta la localidad de Bembibre

Esta conducción está constituida por un tramo en aspiración y uno en impulsión correspondientes al bombeo ubicado en Bembibre. El tramo en aspiración tiene una longitud de 12.268 metros, mientras que el tramo impulsado es de 1.299 metros.

La aspiración del bombeo es una tubería de fundición dúctil K9, con junta enchufe-campana, salvo los tramos en hinca y aquellos en los que la pendiente longitudinal supera el 20%, donde la junta empleada será acerrojada. El material empleado para el tramo impulsado es igualmente de fundición dúctil K9 con junta enchufe-campana y las particularidades ya indicadas, que son también de aplicación. Esta conducción se

recubre de una manga de polietileno como medida de protección frente a la agresividad del terreno.

Como criterios generales de trazado se han empleado radios mínimos de 172 metros para las conducciones de diámetro menor que 350 mm (equivalente a un ángulo máximo de giro de la junta de 2º, para tubos de 6 metros) y de 230 metros, para diámetro mayores, que equivale a un giro de la junta de 1,5º. En caso de poderse efectuar el acuerdo entre alineaciones con estos radios, se ha procedido a intercalar un codo normalizado comercial con ángulo de giro múltiplo de 11,25º, debidamente anclado.

Las pendientes longitudinales mínimas establecidas han sido, como norma general, de un 0,3% en tramos ascendente y 0,6% en descendentes (según sentido de circulación del agua).

Los diámetros nominales empleados son 400 mm, 350 mm y 300 mm en la aspiración y de 350 mm en la impulsión final, según se indica en el cuadro adjunto:

Diámetro nominal (mm)	P.K. Inicio	P.K. Final
400	0+000	4+352
350	4+352	9+591
	12+268	13+567
300	9+591	12+268

La tubería abandona el depósito de "Las Melendreras" para rápidamente disponerse paralelamente a la carretera LE-159-3, en su lado derecho. A los 800 metros, la conducción abandona la margen de la carretera para pasar a mantener un trazado sensiblemente paralelo a un camino que va desembocar en la carretera LE-159-3 proveniente de Congosto, en la zona de Los Polines. Esta carretera se cruza mediante un cruce en superficie con demolición de firme y posterior reposición. Cruzada esta vía, la tubería sigue paralela a ésta a una distancia del borde no menor de 8 metros, dejándola a su derecha, para tomar posteriormente un nuevo camino en el P.K. 1+950, que se dirige al arroyo de La Reguera. Este arroyo se interseca y cruza protegiendo la conducción con escollera y en sección hormigonada con una vaina de protección de diámetro 600 mm, para facilitar su mantenimiento. Salvado el arroyo, la conducción va a tomar una vaguada existente que desciende de la meseta por la que discurrirá durante varios kilómetros (desde el P.K. 2+700 al P.K. 6+140), adoptando senderos y

caminos, así como trazándose campo a través. Abandonada la meseta por una pronunciada pendiente, se toma un camino a media ladera que se dirige al Polígono Industrial del Bierzo Alto, la tubería se incorpora a una de las calles del mismo que discurre paralela a la autovía A-6. En el P.K. 7+367, la conducción gira para tomar dirección perpendicular a la autovía A-6, la cual cruzará mediante hinca de tubería de 800 mm. Esta hinca permitirá, además, salvar la carretera N-VI, sin afección directa, efectuándose por el sistema de tornillo sinfín.

Ya al otro lado de la N-VI y A-6, la conducción se adapta a las calles previstas para la futura ampliación del polígono industrial, y dirigiéndose posteriormente hacia el ferrocarril Coruña-Palencia, tras cruzar el río Boeza mediante hinca realizada con microtúnel con equipo de escudo cerrado (inicio de la hinca en el P.K. 7+745, aproximadamente). Tras el cruce bajo el río, la tubería se instala paralelamente al colector general de saneamiento de Bembibre. Así, entre los PP.KK. 8+000 y 8+500, además de situarse paralelamente al colector, mantiene paralelismo a la línea de ferrocarril ya citada, si bien a una distancia de no menor de 50 metros. La conducción prosigue por caminos existentes en las proximidades de la margen izquierda del río Boeza (aprovechando la pista abierta para la obra del colector de Bembibre) hasta el P.K. 11+210. Alcanzado este punto kilométrico, la tubería se adentra en zona urbana, en el Barrio de la Estación, discurriendo paralelamente a las vías del ferrocarril. En el P.K. 1+633, toma un camino para dirigirse hacia el río Boeza, previo cruce a cielo abierto con la carretera de la Diputación, LE-159-11 (P.K. 11+742, aproximadamente). Una vez cruzada la carretera la conducción se dirige hacia la mota existente en la margen izquierda del río Boeza, bajo la cual discurre el colector de saneamiento de Bembibre. La conducción entre los PP.KK. 11+823 y 12+133, donde se mantiene en paralelo con el citado colector, adopta una profundidad tal que se localiza a una cota superior a la del colector, pero inferior a los colectores laterales que acometen a éste, así como a otras conducciones de drenaje, con las que se cruza. En el P.K. 12+133, la conducción vira para acometer una segunda hinca bajo el río Boeza, que se efectúa por el sistema microtúnel con equipo de escudo cerrado. El diámetro del tubo de hinca es de 800 mm. Esta hinca se efectúa para el alojamiento conjunto de la conducción de Matachana (descrita más adelante) y de ésta.

Una vez efectuado el cruce con el río Boeza, la tubería toma dirección norte por la calle del Veterinario Rey Fernández, dejando a su derecha el Matadero Municipal. En

el P.K. 12+268, se encuentra la estación de bombeo de Bembibre, que se describe en el apartado siguiente.

La conducción prosigue campo a través (hasta el P.K. 12+680), siguiendo las alineaciones marcadas por las calles contempladas en el planeamiento actualmente en redacción, pero que se ha tenido en cuenta en la redacción del presente proyecto constructivo.

Alcanzado el P.K. 12+680, la tubería pasa a situarse bajo las calles de Bembibre, iniciando este tramo en glorieta del final de la calle del Foso.

Continúa la conducción dirigiéndose a la calle existente por encima del Santuario del Ecce Homo, por donde prosigue hasta el P.K. 13+255. En este punto, la conducción gira 90° para encarar el tramo final de llegada a la ETAP de Bembibre, campo a través por una importante pendiente. En este tramo se cruza la carretera N-VI, mediante hinca (P.K. de inicio de la hinca, 13+304, aproximadamente), ejecutada con tormillo sinfín.

Esta conducción se ha proyectado con cincuenta y una (51) ventosas trifuncionales de doble cuerpo y paso total en diámetro 3", empleando en el tramo final del trazado por la meseta ventosas de leva compuesta, para garantizar el correcto funcionamiento y protección de la conducción, frente a fenómenos transitorios. Se emplean tres ventosas de este tipo, también en diámetro de 3".

Por su parte, también se han empleado válvulas de corte para segmentar la conducción y aislar los tramos de hinca. En total se disponen dos (2) válvulas de corte de diámetro 400 mm, siete (7) en diámetro 350 mm y cinco (5) en diámetro 300 mm.

Finalmente y con objeto de facilitar el vaciado completo de la conducción, caso de resultar preciso, se han proyectado un total de treinta y tres (33) puntos de desagüe.

3.1.1.5. Estación de bombeo de Bembibre

La estación de bombeo está formada por tres bombas horizontales (dos en servicio y una en semi-reserva), capaces de elevar un caudal conjunto de 90 l/s a una altura manométrica de 50,48 mca, lo que supone disponer de bombas con una potencia de 37 kW. Las bombas se alojan en una caseta integrada en el entorno y aislada acústicamente para evitar molestias a los vecinos próximos.

La estación de bombeo dispone de la valvulería necesaria para el control completo de su funcionamiento y garantizar el mantenimiento de la instalación (válvulas de corte, puente grúa, etc).

La obra de la estación de bombeo de Bembibre tiene una planta de 6,20 x 8,20 m² y está enterrada en el terreno 2,85 m. En esta zona enterrada, la estructura consiste en un muro perimetral de 0,35 m de espesor, que se continúa por una solera de cimentación de 0,40 m de canto.

Sobre este muro-zócalo se disponen tres pórticos de soportes y dinteles constituidos por elementos de 0,35 x 0,35 m² de sección. Los pórticos está unidos y arriostrados por tres vigas longitudinales en los extremos y en la cumbrera del dintel.

Los soportes de los pórticos disponen de ménsulas para dar apoyo a la viga carril del puente grúa que se ha previsto para la caseta.

La cubierta de la caseta está formada por un sistema de forjado de losas alveolares de 15+5 cm apoyado sobre los dinteles de los pórticos, recubierta posteriormente por un acabado de lajas de pizarra.

El depósito adjunto a la estación de bombeo tiene una planta de 5,90 x 5,90 m², con muros de 0,45 m, lo que hace una superficie interior útil de 5,00 x 5,00 m², con una altura de la lámina de agua de 4,00 m. El depósito, al igual que la caseta está enterrado 2,85 m.

La cubierta del depósito está formada por un forjado de losas alveolares de canto 20 + 5 cm, que se apoyan en los muros perimetrales. Esta cubierta está protegida con una lámina de impermeabilización rematada contra un murete perimetral y cubierta por una capa de grava. La cimentación del depósito consiste en una losa de espesor constante e igual a 0,50 m.

La acometida eléctrica para la estación de bombeo se realiza mediante entronque sobre el apoyo HV-400/9 existente de la red aérea de baja tensión propiedad de la compañía suministradora, proyectando la acometida con 18 m. de conductor RZ 0,6/1kV 3x50/54,6 AL cruzando la calle Veterinario Rey Fernández en aéreo hasta el apoyo proyectado HV-630/9 a previsto en el linde de la parcela, con el fin de realizar el paso aéreo-subterráneo de la red para alimentar al armario de medida situado en el cerramiento desde el cual se proyecta la derivación individual con 30 m. de conductor

RV 0,6/1kV-4x50 mm² CU por canalización de 1 tubo rojo en zanja hasta el cuadro general de mando y control, dispuesto en el interior de la caseta de bombeo.

3.1.1.6. Actuaciones de mejora en la ETAP de Bembibre

Dentro de las actuaciones contempladas en la localidad de Bembibre, se incluyen las siguientes:

- Pintado interior de los depósitos de la estación de tratamiento: actualmente los depósitos se encuentran deteriorados estéticamente. Para mejorar esta situación se procederá al pintado de los mismos con pintura epoxi apta para el contacto con agua potable. La superficie aproximada a pintar es de unos 1.600 m².
- Reparación de los filtros de carbón activo: los filtros de carbón activo presentan problemas en las uniones de los apoyos con el falso fondo. Tras consultar con casas especializadas, resulta como mejor opción el disponer un nuevo fondo Clöpper para cada uno de los filtros, previo corte del existente. La posibilidad de macizar el espacio entre el falso fondo y el suelo como única solución, no se considera adecuada debido a la necesidad de un acoplamiento perfecto entre el fondo metálico curvo y el macizo de hormigón. Sí se puede plantear como medida adicional para soportar el filtro una vez se haya renovado el falso fondo, aunque no debe ser necesario si la renovación se realiza adecuadamente y los apoyos son dotados de una superficie adecuada para la que las tensiones sean soportadas adecuadamente.

Es recomendable además, realizar el pintado mediante epoxi alimentario del interior de los filtros, previa limpieza y granallado interior, dado que la presencia de estos fenómenos externos pueden sugerir problemas internos actualmente no detectados.

- Reparación de los filtros de arena: el problema es similar al anterior, advirtiéndose problemas de punzonamiento del falso fondo de los filtros con los apoyos. No obstante en este caso y dado que actualmente no ha llegado a producirse la perforación, se propone como solución el refuerzo de la unión apoyo-fondo del filtro mediante pletinas y angulares que amplíen la superficie de apoyo de los filtros y que reducirían las tensiones de carácter puntual sobre el falso fondo.

3.1.2. ABASTECIMIENTO A ARLANZA

Las actuaciones proyectadas en la localidad de Arlanza para la mejora de su abastecimiento son tres:

- Mejora de la captación existente
- Construcción de una caseta visitable
- Separación de la red de riego y abastecimiento

3.1.2.1. Mejora de la captación existente

Esta actuación consiste en la realización de tres zanjas de avenamiento en la zona de la captación existente, al noroeste de la localidad de Arlanza. En la actualidad estos avenamientos están efectuados de manera rudimentaria, mediante una acequia excavada. Siguiendo la excavación actual, se sanearán las excavaciones se rellenarán de grava drenante recubierta de geotextil para impedir su contaminación con finos y se dispondrá de un tubo perforado para la captación del agua. La longitud de las zanjas de avenamiento es de 98, 54 y 65 metros. La de mayor longitud irá recogiendo el agua durante todo su recorrido hasta conectar con la actual arqueta de concentración de caudales, que hace además las funciones de desarenador. Por su parte, las otras dos zanjas recogerán el agua lo largo de su longitud, para confluir en un nuevo colector que transportará el agua captada por ambas zanjas hasta la arqueta de concentración. En todos los casos será necesario romper parte de la caseta actual para efectuar la incorporación de las nuevas conducciones.

3.1.2.2. Construcción de una caseta visitable

Aguas abajo de la caseta de concentración de caudales existe un pozo de la red de abastecimiento que en la actualidad únicamente dispone de una tapa de registro, lo que hace que frecuentemente sea levantada y se introduzcan hojas u otros elementos que obturan las conducciones. Para evitar esta circunstancia se proyecta sobre el mismo pozo una caseta visitable que garantice el acceso restringido al pozo.

3.1.2.3. Separación de la red de riego de la red de abastecimiento

En una caseta aguas abajo del pozo sobre el que se construirá la caseta visitable, se ubica otra caseta de la que se derivan caudales para riego, por cuyo interior discurre

parte de la conducción de abastecimiento a Arlanza. Para evitar manipulaciones indeseables de esta conducción, se efectuará el corte de la misma antes de la entrada a la caseta y se empalmará con la sección de la misma a la salida de la caseta devolviendo la continuidad a la conducción. Es un tramo de unos 10 metros, en polietileno PE100 y diámetro 75 mm.

3.2. ÁCTUACIONES EN EL T.M. DE CASTROPODAME

En el término municipal de Castropodame, se distinguen tres actuaciones:

- Abastecimiento a Matachana
- Abastecimiento a Villaverde de los Cestos
- Abastecimiento a Calamocos

3.2.1. ABASTECIMIENTO A MATACHANA

Se plantea la construcción de una nueva conducción que desde la ETAP de Bembibre (en concreto desde la conducción de salida del depósito) abastezca a la localidad de Matachana. Para ello, se dispone de una conducción de polietileno PE100 y presión nominal de 6 y 10 atmósferas (PN6 y PN10) y diámetro nominal 110 mm, según la siguiente distribución:

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

La longitud total de la conducción es de 4.617 metros.

Los criterios generales de trazado son coincidentes con los explicados para la tubería de la impulsión inicial, si bien en este caso, la junta empleada será de tipo mecánico, mediante accesorio plástico. Además, los radios mínimos permitidos son de 3 metros, habiéndose trazado con radios mayores. En caso de imposibilidad para efectuar estos acuerdos, se resuelve mediante codo debidamente anclado.

La conducción de abastecimiento a Matachana sigue durante sus primeros 2.082 metros la misma traza que la conducción de abastecimiento a Bembibre desde el depósito de "Las Melendreras", de manera que sale de la ETAP de Bembibre,

descendiendo la ladera del cerro en la que se ubica la instalación de tratamiento de agua, cruza la N-VI aprovechando la hinca que se emplea para la conducción de Bembibre, continúa por la calle que para por encima del Santuario del Ecce Homo para tomar posteriormente la calle del Foso. Desde este punto se dirige hacia el río Boeza, siguiendo la traza de las futuras calles actualmente en planeamiento, el cual se cruza, igual que en el caso de la carretera N-VI, aprovechando la hinca de la conducción de Bembibre.

Alcanzado el punto donde divergen las conducciones de Matachana y Bembibre, la conducción a la localidad de Castropodame, se incorpora a la rampa de acceso a la pasarela peatonal que pasa sobre las vías del ferrocarril, instalándose adosada a la viga de la misma.

La conducción vuelve a enterrarse hacia el P.K. 2+260, para tomar dirección este durante unos 80 metros y girar después al sur, encontrándose en todo este tramo hasta el P.K. 2+625 (aproximadamente), bajo calle pavimentada.

A partir de este punto la conducción sigue el antiguo camino a Turienzo, hasta el P.K. 3+457, desde el que se continúa primero por una senda y después campo a través durante un pequeño tramo hasta encontrar otro camino de tierra (P.K. 3+998) que se dirige hacia el depósito de Matachana, punto de entrega del agua transportada.

Para el cierre de la conducción en el momento en que se alcance el máximo nivel en el depósito, se dispone de una válvula de llenado de acción directa, que abre la conducción a medida que la lámina en el depósito desciende, y se va cerrando a medida que aumenta de nivel. Este funcionamiento permite la práctica eliminación de los fenómenos transitorios por efecto de su apertura o cierre, al ser gradual. Además se proyecta, previamente a esta válvula, un filtro para la protección de la misma.

Se han proyectado para esta tubería todos los elementos necesarios para su correcta explotación, empleando un total de veinticinco (25) ventosas trifuncionales de 2" de doble cuerpo y paso total, cinco (5) válvulas de corte para aislamiento de hincas y segmentación de la tubería y dos (2) desagües. Todos estos elementos están alojados en las correspondientes arquetas formadas por anillos y cono reductor prefabricados.

3.2.2. ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE LOS CESTOS

Para solventar parcialmente los problemas de garantía de agua, se proyecta la realización de un sondeo para la captación de agua. La ubicación del mismo se encuentra próxima (a escasos 100 metros) a la posición de un sondeo desde el que actualmente se abastece la población en momentos puntuales. Sin embargo, este pozo es de propiedad privada y supone una dificultad para su explotación a pesar de la buena disposición de las partes.

Así, la obra supone la ejecución de una perforación de 150 mm de diámetro, para el alojamiento de la bomba de captación. Esta bomba se dimensiona para un caudal de 2 l/s y una altura manométrica de 31,41 mca (potencia de 1 kW), disponiendo de una conducción tipo RYLBRUN de 2" en el pozo. El sondeo se alojará en una arqueta no visitable desde la que se podrá extraer la bomba en caso de necesidad. La conducción de conexión del sondeo con el depósito es de polietileno PE100, PN6 y diámetro nominal 75 mm, teniendo una longitud de 79 metros.

La conducción dispone de una ventosa trifuncional de doble cuerpo y paso total de 1" para la admisión y expulsión de aire, alojada en la correspondiente arqueta formada por anillos y cono reductor prefabricados.

La acometida eléctrica se efectuará desde el pueblo en baja tensión con línea aérea de 30 metros, mediante derivación desde uno de los postes de la red, empleando un conductor RZ 0,6/1kV-2x25 AL y apoyos de hormigón HV250-9. Desde el final de la línea aérea donde se dispone el contador, se produce el paso a subterránea, la cual suma una longitud de 100 metros, empleando cable conductor RV 0,6/1kV-2x6 mm² CU.

3.2.3. ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS

La actuación contemplada para la población de Calamocos supone un refuerzo de sus fuentes de suministro que en las estaciones de verano se presentan insuficientes. Así, la actuación supone efectuar una captación de agua en el arroyo Paradasolana, a la altura de un molino existente en el término municipal de Onamio y aprovechando la elevación de la lámina que produce el azud existente, aguas arriba del mismo.

Los criterios generales de trazado son coincidentes con los explicados para la tubería de la impulsión inicial, si bien en este caso, la junta empleada será de tipo mecánico,

mediante accesorio plástico. Además, los radios mínimos permitidos son de 3 metros, habiéndose trazado con radios mayores.

Esta obra de captación consiste en una arqueta con dos compartimentos. Uno de ellos, hace las funciones de tranquilizador y el otro de cántara de aspiración para la bomba. Las dimensiones exteriores de la obra de captación en planta son de 2,55x4,50 metros, con una altura interior de 1,50 metros. La bomba seleccionada es sumergible tipo lápiz, elevando un caudal de 3,85 l/s a una altura de 155,52 mca (potencia de 9,2 kW). La acometida eléctrica para la bomba se efectuará mediante línea eléctrica derivada desde un poste de la compañía distribuidora, realizándose en media tensión hasta la centro de transformación y en baja desde este punto a la captación.

Para el transporte de agua desde esta captación, se proyecta una conducción de 1.482 metros de polietileno PE100 y diámetro 90 mm, que discurre por caminos existentes hasta encontrarse con una arqueta de la red existente, a la que se conectará. Las presiones nominales de la conducción van desde las 6 a las 16 atmósferas, según los siguientes tramos:

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

La conducción dispone de seis (6) ventosas de 2" trifuncionales de doble cuerpo y paso total, alojadas en arquetas con anillos prefabricados y cono reductor superior también prefabricado. Así mismo, se proyectan tres (3) desagües para el vaciado de la conducción.

La acometida eléctrica se realiza en media tensión mediante línea aérea derivada desde la red de la compañía distribuidora. La línea aérea tiene una longitud de 630 metros, con cable conductor LA-56, empleándose apoyos de celosía, chapa metálica y hormigón. Este tramo aéreo finaliza en el centro de transformación de intermedia tensión sobre apoyo HVH1600-S13, con relación de transformación 15.000/400-230 V, disponiendo una potencia de 25 kVA. Desde este transformador se proyecta la línea en baja tensión mediante red subterránea, empelando un conductor RV 0,6/1kV 4x10 mm² CU. La longitud de esta línea de baja tensión es de 220 metros.

4. ESTUDIOS BÁSICOS

4.1. ESTUDIO DE DEMANDAS

El estudio de demandas realizado se efectúa para cuatro horizontes temporales:

- *Actual*: Población del último censo (año 2007).
- *Horizonte 2008*: Población estimada en el año de realización del estudio, coincidente con el primer horizonte del Plan Hidrológico del Norte I.
- *Horizonte 2018*: Horizonte intermedio adoptado con objeto de poder efectuar un análisis y revisión de lo establecido en el segundo horizonte del Plan Hidrológico del Norte I.
- *Horizonte 2033*: Población futura en un horizonte de 25 años.

Con vistas a obtener la población en el año horizonte, se ha realizado un estudio completo de la población del T.M. de Bembibre (unidades de población de Arlanza, Bembibre, Labaniego, Losada, Rodanillo, San Esteban del Toral, San Román de Bembibre, Santibáñez del Toral y Viñales), así como del T.M. de Castropodame (Calamocos, Castropodame, Matachana, San Pedro Castañero, Turienzo Castañero, Vitoria y Villaverde de los Cestos), que comprende los siguientes puntos:

1) Recopilación de los datos de población existentes en el censo de poblaciones, padrones municipales y nomenclátor (Instituto Nacional de Estadística) u otras fuentes que pudiesen aportar una información complementaria actualizada. En concreto, se han consultado las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Estadística (INE): datos de demografía y población (series históricas de población, nomenclátor (relación de unidades poblacionales)...).

2) A partir de la información obtenida del INE y analizando las series históricas de datos, se ha establecido un modelo de crecimiento de la población, que ha permitido estimar el número de habitantes de cada una de las unidades de población en los horizontes futuros. Para ello, se ha obtenido la tasa de crecimiento anual siguiendo las "*Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones*" del M.O.P. (1976).

3) Por último, se ha procedido a la estimación de dotaciones urbanas de agua potable (comparando las dotaciones fijadas en el Plan de Cuenca y en las citadas Normas para la Redacción de Proyectos y adoptando la más conservadora), industriales y ganaderas (se ha obviado la agrícola por entender que debe tener otro origen y no la red de abastecimiento de agua potable) en cada horizonte, que junto con las prognosis de población, suelo industrial y evolución de la cabaña ganadera efectuadas, ha permitido determinar los caudales de agua potable demandados para en las unidades de población analizadas.

Realizado todo el estudio el resultado es:

	PROGNOSIS DE CAUDALES (total)			PROGNOSIS DE DEMANDA TOTAL		
	Caudal medio 24 h (l/s) año 2008	Caudal medio 24 h (l/s) año 2018	Caudal medio 24 h (l/s) año 2033	Demanda (hm ³ /año) año 2008	Demanda (hm ³ /año) año 2018	Demanda (hm ³ /año) año 2033
T.M. BEMBIBRE	69,29	70,45	87,06	2,19	2,22	2,75
ARLANZA	0,19	0,20	0,21	0,01	0,01	0,01
BEMBIBRE	31,51	32,55	34,44	0,99	1,03	1,09
LABANIEGO	0,07	0,14	0,44	0,00	0,00	0,01
LOSADA	0,48	0,50	0,53	0,02	0,02	0,02
RODANILLO	0,31	0,32	0,34	0,01	0,01	0,01
SAN ESTEBAN DEL TORAL	0,17	0,25	0,47	0,01	0,01	0,01
SAN ROMAN DE BEMBIBRE	35,69	35,87	50,71	1,13	1,13	1,60
SANTIBAÑEZ DEL TORAL	0,23	0,39	0,88	0,01	0,01	0,03
VIÑALES	0,68	0,70	0,74	0,02	0,02	0,02

PROGNOSIS DE CAUDALES (total)			PROGNOSIS DE DEMANDA TOTAL		
Caudal medio 24 h (l/s) año 2008	Caudal medio 24 h (l/s) año 2018	Caudal medio 24 h (l/s) año 2033	Demanda (hm ³ /año) año 2008	Demanda (hm ³ /año) año 2018	Demanda (hm ³ /año) año 2033

	PROGNOSIS DE CAUDALES (total)			PROGNOSIS DE DEMANDA TOTAL		
	Caudal medio 24 h (l/s) año 2008	Caudal medio 24 h (l/s) año 2018	Caudal medio 24 h (l/s) año 2033	Demanda (hm ³ /año) año 2008	Demanda (hm ³ /año) año 2018	Demanda (hm ³ /año) año 2033
T.M. CASTROPODAME	8,60	9,14	10,07	0,27	0,29	0,32
CALAMOCOS	3,63	3,71	3,85	0,11	0,12	0,12
CASTROPODAME	0,64	0,73	0,89	0,02	0,02	0,03
MATACHANA	2,38	2,63	3,09	0,07	0,08	0,10
SAN PEDRO CASTAÑERO	0,28	0,31	0,37	0,01	0,01	0,01
TURIENZO CASTAÑERO	0,53	0,60	0,75	0,02	0,02	0,02
VILORIA	0,51	0,56	0,66	0,02	0,02	0,02
VILLAVERDE DE LOS CESTOS	0,66	0,75	0,92	0,02	0,02	0,03

4.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

En el ámbito del presente proyecto se ha empleado la cartografía oficial existente a escalas 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional, hojas de Toreno (127-III), Cubillos del Sil (hoja 158-II), Ponferrada (hoja 158-IV), Bembibre (hoja 159-I) y Molinaseca (hoja 159-III) y 1:5.000 de la Dirección General de Urbanismo y Política de Suelo de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, correspondientes a las zona de actuación, hojas 158-83, 158-84, 158-85, 159-12, 159-13, 159-14, 159-15, 159-16, 159-22, 159-23, 159-24, 159-25, 159-32, 159-33 y 159-34.

Por otro lado se han realizado trabajos topográficos de campo, consistentes en:

ABASTECIMIENTO DE BEMBIBRE

- taquimétrico de la impulsión inicial con banda de 20 metros
- taquimétrico de la zona de la captación en el embalse de Bárcena
- taquimétrico en la zona del depósito de Las Melendreras
- taquimétrico de la conducción principal a Bembibre con banda de 20 metros

ABASTECIMIENTO EN ARLANZA

- perfil longitudinal de las zanjas de avenamiento

ABASTECIMIENTO A CASTROPODAME

- perfil longitudinal de la conducción a Matachana y taquimétrico en la zona urbana atravesada por la conducción
- perfil longitudinal de la conducción de abastecimiento a Calamocos y taquimétrico de la zona de ubicación de la captación
- perfil longitudinal de la conducción de abastecimiento a Villaverde de los Cestos y taquimétrico de la zona del depósito existente

Además y como estudio específico, se ha efectuado una batimetría de la zona de instalación de la conducción de captación en el embalse de Bárcena, que ha confirmado la posibilidad de efectuar la toma como está previsto en proyecto, dada la constancia en el perfil batimétrico de la ladera del embalse.

4.3. ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

4.3.1. TRABAJOS REALIZADOS

En el marco del presente proyecto se procedió, en una primera aproximación, al análisis de la información geológica procedente de la consulta e interpretación de los siguientes documentos:

- I.T.G.E. MAGNA, a escala 1:50.000, hojas nº 127 Noceda, nº 128 Riello, nº 159 Bembibre y nº158 Ponferrada.
- Hojas nº 18 y 9 del Mapa Geotécnico General, a escala 1:200.000 (Ponferrada y Cangas del Narcea respectivamente)
- Junta de Castilla y León. Mapa geológico y Minero de Castilla y León, a escala 1:400.000.
- I.G.M.E. Mapa de Rocas Industriales de España, escala 1:200.000, hoja nº 18 y 9, Ponferrada y Cangas del Narcea.

- I.G.M.E. Mapa Geológico de España, escala 1:200.000 hojas nº 18 y 9, Ponferrada y Cangas del Narcea.
- I.G.M.E. Geología de España. Libro Jubilar J.M. Ríos.
- Atlas Climático de España. Instituto Nacional de Meteorología. 1983.
- Mapa Topográfico Nacional de España 1.25.000 de: Páramo del Sil (127-I), Colinas del Campo de Martín Moro (127-II), Toreno (127-III), Igüeña (127-IV), Cirujales (128-I), Riello (128-II), Espina de Tremor (128-III), Valdesamario (128-IV), Cubillos del Sil (158-II), Ponferrada (158-IV), Bembibre (159-I), Torre del Bierzo (159-II), Molinaseca (159-III) y Santa Cruz de Montes (159-IV).

Desde el punto de vista del encuadre general de la zona se han descrito los aspectos geológicos regionales, estratigráficos, tectónicos, sísmicos, geomorfológicos, geotécnicos e hidrológicos e hidrogeológicos generales, que se pueden consultar en el Anejo nº 7. Estudio geológico-geotécnico.

En una segunda, fase se procedió a la realización de una campaña de investigaciones "in situ" que buscaba un doble objetivo: por un lado despejar las incertidumbres detectadas en el reconocimiento visual y la diferenciación de materiales realizada en el estudio geológico; por otro, obtener las características geotécnicas del terreno mediante la auscultación del terreno. Con ella se logró:

- Definir unidades geotécnicas de comportamiento homogéneo, basándose en las unidades geológicas contempladas: litología, extensión, contactos, potencia, parámetros geotécnicos, etc.
- Identificar y caracterizar los diferentes materiales que afectan a las actuaciones
- Caracterizar los materiales excavados para su uso en los rellenos.
- Determinar la excavabilidad de los materiales.

Las investigaciones llevadas a cabo, han consistido en la realización de veinte (20) calicatas a lo largo del trazado y una (1) de préstamos con retroexcavadora mixta, seis (6) ensayos de penetración dinámica y dos (2) medidas de resistividad.

INVESTIGACIONES REALIZADAS	
CALICATAS	21
PENETRACIONES DINÁMICAS	6

INVESTIGACIONES REALIZADAS	
MEDIDAS DE RESISTIVIDAD	2

El detalle de las investigaciones se recoge íntegramente en el Anejo nº 7. "Estudio geológico-geotécnico".

La máxima profundidad alcanzada ha sido de 5,00 metros, siendo lo frecuente excavar entre dos y cuatro metros.

En todas las calicatas se han tomado muestras en botes herméticos para determinar la humedad natural, bolsas pequeñas para ensayos previos de identificación (en algunos casos, debido a la elevada granulometría, estos ensayos se han realizado directamente sobre los materiales de los sacos) y sacos grandes para la realización de ensayos tipo proctor y C.B.R.

Los ensayos realizados en las muestras de las calicatas se agrupan en los tipos siguientes:

- Ensayos de Identificación para conocer la naturaleza del material: Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg.
- Ensayos de Estado: Humedad natural, Densidad seca y Densidad húmeda.
- Análisis químicos: Determinación del contenido de Materia Orgánica, Sales Solubles, Yeso, Sulfatos y Carbonatos.
- Ensayos de Resistencia al Corte: para determinar la resistencia del suelo a partir de la cohesión (c') y el ángulo de rozamiento interno (ϕ').
- Ensayos de compactación tipo Próctor, para determinar la aptitud del material de excavación, al mismo tiempo, los parámetros de estado del material compactado (densidad seca máxima y humedad óptima).
- Ensayos C.B.R., que engloban conjuntamente resistencia y deformabilidad, para definir la aptitud del material procedente de excavación.
- Ensayos de Hinchamiento Libre y Colapso.

A partir de los resultados obtenidos en esta etapa de identificación se plantea una segunda campaña de ensayos de laboratorio donde ya se tiene en cuenta el tipo de

material y la unidad de obra implicada, realizándose los siguientes ensayos: próctor normal, C.B.R, hinchamiento libre, colapso, corte directo y compresión simple .

Por su parte, los ensayos de penetración dinámica, se han realizado en las zonas de hincas y estructuras. Este tipo de ensayo consiste en la determinación del número de golpes necesario para hincar en el terreno una puntaza de superficie conocida, con un peso de maza determinado. Se contabiliza el golpeo correspondiente a tramos de 20 cm. En este tipo de ensayos se considera rechazo y por tanto se suspende el ensayo, cuando no se consigue penetrar 20 cm con 100 golpes.

En los ensayos realizados se empleó puntaza perdida, de sección cónica de 19,6 cm² de superficie, una maza de golpeo de 63.5 kg, con una caída libre de 75 cm y un peso por metro lineal de varillaje de 8 kg.

Finalmente, los ensayos de resistividad se efectuaron en el tramo inicial de la conducción principal a Bembibre, en las proximidades del depósito de Las Melendreras, alcanzando profundidades de siete y ocho metros.

4.3.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE DETALLE

4.3.2.1. Actuaciones en el término municipal de Bembibre

ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE

La impulsión inicial en su primer tramo atraviesa materiales rocosos (Formación Agüeira) mientras que el resto de la conducción discurre a través de materiales terciarios y cuaternarios.

La localización del depósito en la zona de "Las Melendreras" ofrece buenas condiciones topográficas y geológicas ya que se emplaza en un terreno excavable y con pendiente suave.

La conducción de agua desde el depósito de las Melendreras a Bembibre discurre en su totalidad sobre materiales cuaternarios y terciarios, todos ellos excavables.

A modo de resumen:

- Captación en el embalse de Bárcena y Depósito de Las Melendreras

- Caseta de mantenimiento: el sustrato rocoso esta constituido por una sucesión de areniscas y pizarras de la Fm. Agüeira del Ordovícico, no alcanzándose terreno competente hasta los 1,70 m de profundidad. El penetrómetro da una profundidad de rechazo de 1,60 m obteniéndose una carga admisible de 11,89 kg/cm², mientras que en la calicata se alcanza una profundidad de 1,70 m (no pudiendo continuar la excavación debido a la dureza del terreno). Se recomienda una cimentación directa apoyada sobre el sustrato rocoso no superando una presión admisible conservadora de 3 kp/cm².
 - Del P.K. 0+000 al 0+300 aflora una sucesión rocosa de tipo arenoso-pelítica (Formación Agüeira). En base a observaciones de campo y ensayos realizados, sobre este material se encuentra una capa de material tipo suelo de origen eluvial- coluvial de un espesor comprendido entre 0,5m y 2m.
 - Del P.K. 0+300 al P.K. 1+300 la conducción atraviesa arenas, limos y conglomerados de edad terciaria. En este tramo predominan los términos gravosos constituidos por gravas y bolos redondeados de cuarcita en una matriz areno-arcillosa de color rojizo.
 - Desde el P.K. 1+300 hasta el Depósito de Las Melendreras (2+200) afloran sedimentos de cantos de cuarcita y arenisca en matriz arcillosa de color rojo pertenecientes a depósitos de glaciais.
 - Depósito de "Las Melendreras": Se encuentra sobre sedimentos cuaternarios de tipo glaciais constituidos por gravas y bolos de cuarcita y arenisca (subredondeados y heterométricos 1cm- 40 cm) en matriz areno-arcillosa color rojizo. Se estima una presión admisible conservadora inferior o igual a 2 kp/cm².
- Conducción desde el depósito de "Las Melendreras" hasta la localidad de Bembibre.
- Del Depósito de Las Melendreras al P.K. 0+140 afloran sedimentos de cantos de cuarcita en matriz arcillosa pertenecientes a depósitos de glaciais.

- Del P.K. 0+140 al P.K. 0+600 la conducción atraviesa arenas, limos y conglomerados de edad terciaria. En este tramo predominan los términos arcillosos. En este intervalo se han efectuado dos sondeos eléctricos verticales (SEV) obteniendo como resultado que estos materiales son altamente conductores.
- Desde el P.K. 0+600 al 0+720 están presentes depósitos de terraza.
- Del P.K. 0+720 al 1+960 aflora de nuevo materiales terciarios, predominando los términos arcillosos.
- Desde el P.K. 1+960 al 2+420 la conducción atraviesa arenas, limos y gravas de terraza constituidas por cantos y bolos de cuarcita en matriz areno-arcillosa color pardo- rojizo.
- Del 2+420 al 2+940 afloran arenas, limos y conglomerados terciarios, con predominio de los términos cohesivos.
- Del 2+940 al 6+240 de nuevo atraviesa depósitos de terraza constituido por cantos y bolos heterométricos de cuarcita en una matriz rojiza constituida por arena gruesa- arcillosa.
- Desde el 6+250 hasta el P.K. 6+350 la conducción discurre de nuevo sobre arenas, limos y conglomerados de edad terciaria.
- Del 6+350 al 7+580 la conducción atraviesa arenas y gravas de terraza
- Desde el P.K. 7+580 al P.K. 7+980 la conducción atraviesa sedimentos aluviales pertenecientes al río Boeza.
- Del P.K. 7+980 al 8+740 atraviesa depósitos de terraza.
- Del 8+740 al 12+130 la conducción atraviesa nuevamente sedimentos aluviales pertenecientes al río Boeza.
- Del 12+130 al 12+240 la litología aflorante son depósitos de terraza.
- Estación de bombeo de Bembibre. Esta estación de bombeo se encuentra emplazada sobre depósitos de terraza constituidos por cantos y bolos de cuarcita (subredondeados y heterométricos de 1cm- 30 cm) en matriz

arenosa de color gris. El penetrómetro alcanzó rechazo a una profundidad de 1,20 m mientras que la calicata alcanzo una profundidad de 2,7 m no pudiéndose continuar la excavación debido a la dureza del terreno (arcillas terciarias muy duras). En la calicata realizada se ha obtenido hasta 1,10 m de profundidad arena limosa con cantos redondeados de grava (<15 cm) de color marrón grisáceo. De 1,10 a 2,20 m bolos subredondeados y heterométricos (tamaño máximo del bolo 60-70cm). A partir de 2,20 m aparece arcilla limosa gris- ocre de consistencia blanda los primeros centímetros hasta consistencia dura al final de la calicata (2,7m). En nivel freático se interceptó a 1,5 m de profundidad. Se puede estimar, una presión admisible conservadora para arcillas duras no superior a 1,5 kp/cm² -valores extremos entre 1,5 y 3 kp/cm².

- Conducción desde la estación de bombeo de Bembibre a la ETAP
 - Del 12+240 al 12+660 el trazado atraviesa depósito de terraza constituidos por bolos, gravas y arenas.
 - Desde el 12+660 hasta el final del trazado (ETAP de Bembibre) afloran arenas, limos y conglomerados de edad terciaria.

Para el caso particular de las hincas:

- Hinca bajo A-6 y N-VI: se emplaza en limo arenoso hasta los 1,20 metros de profundidad, a partir de esta cota y hasta los 3,9 metros aparecen cantos de cuarcita redondeados y heterométricos (1-40cm) en matriz de arenosa con algo de arcilla de compacidad media - densa. (30% de arena, 50% de cantos comprendidos entre 1cm y 10 cm, 15% 10-20 cm 5% > a 20cm).
- Hincas bajo el río Boeza: la primera de ellas se emplaza sobre materiales aluviales del actual curso del Boeza compuestos por grandes bolos de cuarcita con escasa matriz. El material encontrado son bolos y cantos de cuarcita redondeados y heterométricos (5 cm-60 cm).

La segunda de las hincas se localiza sobre un relleno antrópico hasta los 4 m de profundidad y a partir de esta cota hasta los 5 metros aparecen bolos y cantos de cuarcita redondeados y heterométricos en matriz arenosa con un diámetro máximo observado de 50 cm.

- Hinca bajo N-VI: arcilla arenosa con algunos cantos de cuarcita y arenisca redondeados y subredondeados de tamaño comprendido entre 1 y 10 cm.

ABASTECIMIENTO EN ARLANZA

Estas actuaciones se encuentran sobre arcillas, arenas y gravas del Terciario. Sobre estos materiales, en la zona de las zanjas de avenamiento, es frecuente la formación de turberas.

En base a las investigaciones realizadas y a percepciones de campo se estima un espesor de turba (suelo marginal-inadecuado) no superior a 1,0-1,5 metros. Bajo esta capa de materia orgánica se han excavado arenas arcillosas de color gris (de aproximadamente un metro de potencia) y bajo estas se encuentra el nivel acuífero, constituido por bolos y gravas de cuarcita en matriz areno-arcillosa de color ocre.

4.3.2.2. Actuaciones en el término municipal de Castropodame

ABASTECIMIENTO A MATACHANA

Los materiales atravesados por la conducción son arcillas, arenas y gravas del Terciario y Cuaternario. Entre los P.K. 0+000 y P.K. 3+000 y entre los P.K. 3+200 y 3+600 la conducción recorre depósitos cuaternarios. Del P.K. 3+000 al P.K. 3+200 y del P.K. 3+600 hasta el final del trazado los materiales atravesados son de edad terciaria.

ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE DE LOS CESTOS

El material sobre el que se asienta esta actuación está constituido esencialmente por cantos heterométricos y redondeados de de cuarcita en una matriz areno-arcillosa color rojizo.

ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS

Las características generales de los materiales atravesados son:

- Del P.K. 0+000 a 0+700 atraviesa materiales de la Formación Agüeira, constituidos por una alternancia de pizarras y areniscas cuarcíticas en secuencias turbidíticas. Sobre estos materiales se apoya material tipo suelo de naturaleza eluvial-coluvial constituidos por arcillas- limosas o arcillas arenosas con algunos cantos de cuarcita y pizarra. En base a

observaciones de campo esta unidad tipo suelo (excavable) presenta una potencia menor a 1,0-1,5 m. El sustrato rocoso se considera mayoritariamente ripable aunque puede requerirse el uso puntual de voladura para los bancos de naturaleza cuarcítica.

- Del P.K. 0+700 al 0+820 afloran arcillas, limos y conglomerados terciarios, todos ellos excavables. (U.G. III)
- Del P.K. 0+820 los materiales aflorantes hasta el final del trazado son materiales de origen coluvial constituidos mayoritariamente por arcillas con algún canto de naturaleza cuarcítica y pizarrosa. (U.G.V)

Finalmente y de manera sintética, puede considerarse que a efectos geotécnicos, los materiales afectados pueden circunscribirse a cinco unidades geotécnicas, con un comportamiento homogéneo en cuanto a su origen, naturaleza, características geomecánicas, aptitud para su utilización en rellenos, métodos de extracción, etc. Estas unidades geotécnicas son:

- U.G.I. Aluvial (QAI)
 - U.G.I.1. Aluvial Cohesivo
 - U.G.I.2. Aluvial Granular
- U.G.II. Terrazas y glacis
 - U.G.II.1. Terrazas altas y Glacis (QT1, QT2, QG)
 - U.G.II.2. Terrazas bajas (QT3, QT4 y QT5)
- U.G:III. Terciario (T).
 - U.G.III.1. Arcillas
 - U.G.III.2. Arenas y gravas arcillosas
- U.G.IV. Ordovícico (O₂₋₃)
- U.G.V. Coluviones (Qc)

A modo de resumen, las características más destacables de cada unidad son:

UNIDAD		LITOLOGÍA	CAPACIDAD PORTANTE	TALUDES	REUTILIZACIÓN COMO RELLENO	AGRESIVIDAD HORMIGÓN	EXCAVABILIDAD
UG.I	UG.I.1	Depósitos aluviales arcillosos de color marrón oscuro - negro, con un contenido variable de arena y despreciable de grava	Media a baja Media a baja	Provisional 2H: 3V Necesaria la entibación de la zanja en los casos en que existan niveles de bolos, gravas y arenas sueltas	Tolerable	No agresivo	Excavable
	UG.I.2	Bolos y grava de naturaleza silíceo con una matriz arenosa de tamaño medio a grueso. El contenido de finos es nulo o muy escaso			Marginal-tolerable		
UG.II	UG.II.1	Bolos y gravas de naturaleza silíceo en matriz arcillo-arenosa. El contenido en finos es alto	Media	Provisional 2H:3V	Tolerable (adecuado tras el cribado de las partículas superiores a 10 cm)	No agresivo	Excavable
	UG.II.2	Bolos y grava de naturaleza silíceo con una matriz arenosa, de color grisáceo, de tamaño medio a grueso. El contenido de finos es escaso	Media	Provisional 2H:3V. Necesaria entibación si aparecen niveles de bolos, gravas y arenas sueltas	Tolerable-marginal (exceso de materia orgánica)	No agresivo	Excavable
UG.III	UG.III.1	Sedimentos de color pardo rojizos arcillosos y arenosos	Media-baja	Provisional 2H:3V	Tolerable	No agresivo	Excavable

UNIDAD		LITOLOGÍA	CAPACIDAD PORTANTE	TALUDES	REUTILIZACIÓN COMO RELLENO	AGRESIVIDAD HORMIGÓN	EXCAVABILIDAD
	UG.III.2	Sedimentos de color pardo rojizos arcillosos y arenosos con algunas intercalaciones de grava	Media-baja	Provisional 2H:3V	Tolerable-marginal	No agresivo	Excavable
UG.IV	UG.IV	Sucesión arenopelítica en la que pueden distinguirse varios episodios que representan una secuencia turbidítica. Sobre este material se encuentra una capa de material tipo suelo de origen eluvial-coluvial	Media-alta. En eluvial, baja-media	Roca sana 1h:4v Material tipo suelo 2H:3V Necesaria la entibación si planos de discontinuidad o fractura que y en zonas de arenas o suelos con escasa cohesión	Material rocoso. Requiere trituración	Cierta agresividad por presencia de minerales de sulfuro	Depende del grado de alteración (ripable/prevoladura)
UG.V	UG.V	Sedimentos de color pardo rojizos arcillo- limosos con algunos cantos heterométricos (1cm-20 cm) angulosos y subredondeados de naturaleza cuarcítica y pizarrosa	Baja	Provisional 2H: 3V	Tolerable	No agresivo	Excavable

4.4. TRAMITACIÓN AMBIENTAL Y ESTUDIO AMBIENTAL

4.4.1. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

La necesidad de estudio de impacto ambiental no está confirmada según la normativa ambiental y sectorial, ya que no está englobada en ninguno de los posibles epígrafes de la normativa nacional ni de la comunidad autónoma, tal y como se indica en la siguiente tabla:

Normativa	Ámbito de la normativa	Anexos	Epígrafe	¿Afecta?
<i>REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos</i>	Nacional	I	Grupo 7 b. Proyectos para la extracción de aguas subterráneas o la recarga artificial de acuíferos, si el volumen anual de agua extraída o aportada es igual o superior a 10.000.000 m ³ . e. Perforaciones profundas para el abastecimiento de agua cuando el volumen de agua extraída sea superior a 10.000.000 de m ³ . Grupo 9.c).8 Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 10 kilómetros y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 m ³ /s, cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979 y 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar.	No afecta ningún epígrafe
		II	Grupo 8 f. Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 40 km y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 m ³ /s (proyectos no incluidos en el anexo I).	No aplica. No se superan los umbrales de la capacidad máxima de la conducción
<i>LEY 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León</i>	Comunidad Autónoma	III	Ningún epígrafe relacionado con el proyecto.	-
		IV	Ningún epígrafe relacionado con el proyecto.	-
<i>LEY 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León</i>	Comunidad Autónoma	V	o) Instalaciones de captación, transporte, tratamiento y distribución de aguas de abastecimiento a poblaciones	Sí, el régimen de Comunicación Ambiental

El presente Estudio se realiza dando cumplimiento a la legislación vigente con el objetivo de identificar, predecir y prevenir las consecuencias de la citada obra, ajustándose a los contenidos que se especifican en las disposiciones existentes en este ámbito, y en su caso introducir las modificaciones que se estimen en el proyecto,

así como las medidas cautelares y correctoras que consigan hacer la actividad compatible con el medio.

4.4.2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO AMBIENTAL

La transposición al ordenamiento legislativo de España de la Directiva 85/377/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, por medio del Real Decreto Legislativo 1302/86, fue el inicio de la sistematización normativa en Evaluación de Impacto Ambiental. Tras una modificación menor en base a la Ley 54/1997, de 27 de noviembre del sector eléctrico, la primera modificación significativa del citado real decreto legislativo, se lleva a cabo con la Ley 6/2001, de 8 de mayo, previamente con el Real Decreto Ley 9/2000, de 6 de octubre, que traspuso la Directiva 97/11/CE del Consejo, de 3 de marzo de 1997, y subsanó determinadas deficiencias en la transposición de la Directiva 85/337/CE.

Finalmente, en el año 2006 se realizaron dos modificaciones trascendentales del citado Real Decreto Legislativo. La Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente introdujo importantes cambios para dar cumplimiento a las exigencias comunitarias, así como para clarificar y racionalizar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. La Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, permitió la adecuación de la normativa básica de evaluación de impacto ambiental a la Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, por la que se modifican las Directivas 85/337/CEE, 96/61/CE del Consejo. El número y la relevancia de las modificaciones realizadas, ponen de manifiesto la necesidad de aprobar un texto refundido que regularice y aclare las disposiciones vigentes en materia de impacto ambiental de proyectos. Esta refundición se limita a la evaluación ambiental de planes y programas reguladas en la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

La disposición final séptima de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera autoriza al Gobierno para que, en el plazo máximo de un año contado a partir de su entrada en vigor, elabore y apruebe un texto refundido en el que regularice, aclare y armonice las disposiciones legales vigentes en materia de evaluación de impacto ambiental

En base a todo lo anterior, se aprueba el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

Además, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y a nivel de la Comunidad de Castilla y León, debemos tener en cuenta la nueva normativa que aplica en la Comunidad Autónoma la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (legislación que transpone la Directiva IPPC). Se trata de la Ley 11/2003 de Prevención Ambiental. Según el Art.50.1. de dicha ley, "los titulares o promotores de las obras, instalaciones o actividades comprendidas en los Anexos III y IV de la presente Ley deberán presentar un estudio de impacto ambiental con, al menos, el contenido previsto en el artículo 2 del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental". A pesar de ello, y según esa ley, el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por Decreto 209/1995, de 5 de octubre sigue en vigor hasta que no se desarrolle reglamentariamente dicha ley.

En la siguiente tabla se expone los artículos y contenidos a desarrollar:

Reglamento (D. 209/95)	RDL 1/2008, Ley EIA de proyectos	Contenido a desarrollar
Art. 34. Apartados a y c	Art. 7.1 Apartado a	Definición del proyecto
Art. 34. Apartado. b	Art. 7.1 Apartado. b	Alternativas
Art. 34. Apartado. d	Art. 7.1 Apartado a	Descripción emisiones, vertidos y residuos
Art. 34. Apartado. e	Art. 7.1 Apartado. c	Inventario del medio
Art. 34. Apartado. f	Art. 7.1 Apartado a	Relación de las acciones
Art. 34. Apartado. g	Art. 7.1 Apartado. c	Identificación de los efectos
Art. 34. Apartado. h	Art. 7.1 Apartado. c	Evaluación interacciones
Art. 34. Apartado. i	Art. 7.1 Apartado. c	Valoración de los impactos
Art. 34. Apartado. j	Art. 7.1 Apartado. d	Medidas propuestas
Art. 34. Apartado. k	Art. 7.1 Apartado. e	Programa de vigilancia ambiental
Art. 34. Apartado. l	Art. 7.1 Apartado. f	Documento de síntesis

Para la realización del Estudio se ha seguido la siguiente metodología estructurada en las siguientes etapas y tareas:

- Análisis del proyecto
- Descripción del medio
 - Definición del área de estudio
 - Recopilación de información
 - Realización del Inventario Ambiental
- Evaluación de efectos ocasionados. Medidas cautelares y correctoras. Programa de Vigilancia Ambiental. Documento de síntesis
 - Identificación y valoración de impactos
 - Fase de construcción
 - Fase de explotación
 - Fase de desmantelamiento
 - Medidas preventivas, cautelares y correctoras
 - Impactos residuales
 - Programa de Vigilancia Ambiental
 - Documento de Síntesis

La descripción y desarrollo de todos estos aspectos se recoge en el "Anejo nº 13. "Estudio de Impacto Ambiental", al que remitimos para su detalle.

4.4.3. INVENTARIO AMBIENTAL

El inventario ambiental realizado incluye la descripción del área de estudio desde los puntos de vista de la orografía, climatología, hidrología e hidrogeología, edafología, vegetación (tanto potencial como actual), fauna, paisaje, medio socio-económico, figuras de especial protección, vías pecuarias y montes de utilidad pública.

La descripción pormenorizada de cada uno de estos aspectos, está incluida en el correspondiente Anejo nº 13. "Estudio Ambiental".

4.4.4. VALORACIÓN DE IMPACTOS

En cuanto a la metodología seguida, se ha llevado a cabo una descripción y un análisis de las acciones del proyecto, así como un inventario y análisis de los factores del medio presumiblemente afectados. Se parte por tanto de las especificaciones de la normativa de Evaluación de impacto ambiental nacional y autonómica, haciendo un especial hincapié en esta última.

- Definición del área de estudio

- Recopilación de información
- Realización del Inventario Ambiental
- Identificación y valoración de efectos

La ecuación que liga los tipificadores cuantificables y la probabilidad, en el caso de los impactos negativos, es la siguiente:

$$\text{Importancia} = \text{Sinergia} \times \text{Probabilidad} \times [2 \text{ Extensión} + \text{Persistencia} (\text{Recuper} + 2\text{Reversib})]$$

La Magnitud, considerada como el grado de incidencia de la acción impactante sobre cada factor.

A partir de la magnitud y la importancia se obtiene una Matriz resultante, cuyos valores pueden oscilar entre 0 y 1. Sólo es posible alcanzar el valor 1, cuando los factores del medio están ponderados con su máximo valor que es 1. Para valores de ponderación menores (0.25, 0.5, 0.75) no es posible llegar al máximo valor final que es 1. Por todo ello se ha realizado una corrección final, para agruparlos en las cuatro categorías que se definen en la legislación:

Impacto Positivo	0 – 1
Impacto Negativo Compatible	0 - 0.05
Impacto Negativo Moderado	0.06 -0.11
Impacto Negativo Severo	0.12 – 0.25
Impacto Negativo Crítico	>0.25

En la matriz de doble entrada se ha recogido por una parte, todas las acciones del proyecto (19 acciones). Es preciso hacer constar que se han considerado todas las posibles interacciones causa-efecto pero sólo las que potencialmente pueden ocurrir serán identificadas y descritas. Además hay que indicar que el número total de acciones del proyecto es superior, pero algunas de ellas han sido englobadas dentro otras, por su menor entidad o porque por sus características se pueden incluir en ellas. Estas acciones están distribuidas en las diferentes fases, que corresponden con la fase de obras, la fase de explotación y la fase de desmantelamiento.

Del análisis y combinación de ambas resultan 75 cruces, cada uno de los cuáles representaría un potencial impacto, si bien gran parte de ellos son irreales o improbables. Los impactos improbables que sean de importancia también se consideran introduciendo un valor en la fórmula de la importancia que representa la probabilidad de ocurrencia.

Por su interés y carácter sintético, se recoge a continuación un resumen de los impactos previstos, mediante la matriz de impactos:

(1) Impactos positivos (1) Impactos negativos		FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPOTACIÓN					FASE DE DESMANTELAMIENTO			
		SERVICIOS AUXILIARES			CONSTRUCCIÓN							FASE DE EXPOTACIÓN					FASE DE DESMANTELAMIENTO			
		001	002	003	101	102	103	104	105	106	107	108	201	202	203	204	205	301	302	303
Mejora del Abastecimiento en Bembibre MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y SU SIGNO		001	002	003	101	102	103	104	105	106	107	108	201	202	203	204	205	301	302	303
		001	002	003	101	102	103	104	105	106	107	108	201	202	203	204	205	301	302	303
MEDIOS RECEPTORES		FACTORES																		
1. ATMÓSFERA Y AMBIENTE SONORO	Calidad del aire ambiente				-1	-1	-1	-1			-1								-1	
	Olores																			
	Confort sonoro									-1		-1				-1				
2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Estabilidad: riesgos geotécnicos					-1														
	Modificación de los perfiles del terreno					-1														
3. SUELOS	Cantidad de suelo: pérdida de suelo				-1	-1	-1													
	Composición del Suelo: contaminación, salinización u otros		-1	-1				-1	-1		-1						-1			-1
	Estructura del suelo: características físicas	-1				-1	-1	-1												-1
4. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	Modificación de la hidrología superficial: escorrentía, drenaje				-1	-1	-1												-1	
	Variaciones en la disponibilidad del recurso												1	-1						
	Modificación de la calidad de las aguas		-1	-1		-1			-1									-1		-1
5. VEGETACIÓN	Abundancia, rareza y productividad				-1	-1		-1										-1		
	Diversidad																			
	Hábitats de Interés				-1	-1			-1									-1		
6. FAUNA	Modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones				-1	-1	-1	-1			-1									
	Abundancia, densidad y diversidad		-1						-1									-1		
	Especies singulares o protegidas y endemismos					-1												-1		
7. PROCESOS	Procesos de la atmósfera: contaminación secundaria, efecto sobre el cambio climático																			
	Procesos del suelo: deposición, sedimentación y erosión				-1	-1														
	Procesos de las aguas: modificación de recarga y descarga de sistemas hídricos														-1					
8. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS	Procesos ecológicos: relaciones interespecíficas																			
	Nivel/calidad de vida												1							1
	Uso y disponibilidad de los recursos. Actividades humanas													1		-1				
	Salud pública y seguridad									-1										
9. PATRIMONIO CULTURAL	Remodelación del sistema territorial. Distribución de la población y estructura demográfica																			
	Generación de debate social																			
10. MEDIO PERCEPTUAL	Patrimonio histórico, artístico y cultural. Yacimientos arqueológicos. Tradiciones					-1														
	Vías pecuarias																			
	Calidad intrínseca del paisaje					-1							-1			-1				1
	Visibilidad	-1									-1						-1			

A modo de resumen, se presentan los principales impactos potenciales identificados previa consideración de medidas protectoras o correctoras incluidas en el proyecto o contempladas propio Estudio Ambiental:

- Un impacto moderado generado por los movimientos de tierras, excavaciones y apertura de zanjas, acciones todas ellas que pueden provocar pérdida de suelo.
- Otro impacto moderado sobre los suelos, fruto de la afección que sufrirá el medio edáfico por la apertura y acondicionamiento de caminos.
- Un último impacto moderado sobre el patrimonio histórico, artístico, cultural y yacimientos arqueológicos producido por una posible afección a bienes no inventariados durante las principales labores de movimiento de tierras.

Tipo de impacto	Número de impactos en la fase de construcción	Número de impactos en la fase de explotación	Fase de desmantelamiento
<i>Positivos</i>	1	4	2
<i>Compatibles</i>	47	13	5
<i>Moderados</i>	3	0	0
<i>Severos</i>	0	0	0
<i>Críticos</i>	0	0	0
TOTALES	51	17	7

4.4.5. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

4.4.5.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

Este tipo de medidas serán las aplicables sobre la actividad, ya que modificando las características de la actuación se puede disminuir la agresividad de la misma, o bien sobre la variable o variables potencialmente alteradas, al objeto de reducir su fragilidad. Las medidas incluidas en este grupo, evitarán la aparición del impacto o disminuirán su intensidad a priori, por lo que deberán adoptarse previamente a la aparición del mismo. Se establecen medida en fase de obra y desmantelamiento en relación con la atmósfera, suelo, vegetación, fauna, medio socio-económico y paisaje y además de éstas, también en explotación para aguas superficiales y subterráneas. La totalidad de ellas y de manera más detallada, se incluyen en el "Anejo nº 13. Estudio Ambiental".

4.4.5.2. MEDIDAS CORRECTORAS

Se corresponde con aquellas medidas para minimizar o corregir los impactos ya originados, en un intento de recuperar el estado inicial o, al menos, disminuir la magnitud del efecto. Se establecen medidas correctoras sobre el suelo, aguas superficiales y subterráneas, vegetación, medio socio-económico y paisaje. Como en el caso de las medidas preventivas, la descripción de las mismas se recoge en el mismo anejo.

4.4.5.3. MEDIDAS COMPENSATORIAS

Serán las dirigidas a compensar el efecto negativo de la acción mediante la generación de efectos positivos, aprovechando las potencialidades del entorno para acometer trabajos de mejora del medio natural, mediante acciones no necesariamente relacionadas con los impactos que se han provocado.

Como medida compensatoria se rehabilitarán los daños efectuados a las propiedades durante la construcción, o bien se efectuará una compensación económica por los mismos, de común acuerdo con los propietarios afectados.

Del mismo modo, se efectuará una forestación al menos de una superficie forestal equivalente a la afectada en la fase de obras, siendo acordada, esta zona a reforestar, con el Servicio Territorial de Medio Ambiente.

4.4.6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental es parte fundamental del estudio de impacto ambiental por lo que garantiza el control, vigilancia y valoración en el tiempo de los impactos ambientales estimados.

Como resultado de la valoración de los impactos se puede decir que las afecciones de mayor importancia en la fase de construcción tienen que ver con el suelo y las aguas. En la fase de explotación, no se identifican impactos significativos.

Una gran parte de los impactos que se producen en la construcción son temporales y desaparecerán acabadas las obras, una vez que se apliquen las medidas de restauración. Otros, sin embargo, son impactos inevitables que se producen en la construcción, que se pueden minimizar siguiendo con rigor las medidas cautelares mencionadas, por lo que son puntos clave a vigilar durante la obra: el aumento de los

riesgos de erosión, la eliminación y degradación de la cobertura vegetal y la alteración de las características del suelo y su calidad.

Se fijan acciones de control para el correcto seguimiento de los impactos y la ejecución y eficacia de las medidas correctoras propuestas, que se recogen en el mismo anejo ya comentado y que se refieren en fase de construcción a la geología, geomorfología y edafología, que indirectamente benefician a la protección de los factores ambientales "hidrología" y "flora y vegetación", hidrología, flora y vegetación, fauna, paisaje, atmósfera y ambiente sonoro y patrimonio cultural.

En fase de explotación, las acciones del programa de vigilancia y control se fundamentan en la realización de una vigilancia sobre una serie de factores ambientales, mediante cada uno de los parámetros que actúa a modo de indicador del nivel de impacto recibido por cada factor del medio considerado, una vez concluido el periodo de construcción, y contemplada la fase de explotación de las instalaciones de abastecimiento. En general, se verificará el buen estado y funcionamiento de los elementos del abastecimiento y se controlará, si en algún momento fuera necesario, adoptar algún tipo de medida correctora. Estos factores ambientales se refieren fundamentalmente a la vegetación y paisaje, con indicadores de tipo visual.

5. PATRIMONIO CULTURAL

El estudio del Patrimonio Histórico Artístico se centra en determinar la ausencia/presencia de restos de interés histórico-arqueológico, susceptibles de ser dañados por la ejecución del proyecto. El fin perseguido es evitar afecciones irreversibles sobre los yacimientos, estableciendo las medidas preventivas oportunas para su desarrollo durante la fase de ejecución de la obra.

La cronología de notificaciones, solicitudes y comunicación ha sido:

CONCEPTO	EMISOR	FECHA	FECHA Y Nº REGISTRO ENTRADA/SALIDA
Solicitud de permiso para realización de actividad arqueológica	ANTEQUEM	13 de noviembre de 2008	13/11/2008 20082980012986 (entrada)
Comunicación de la obtención de la autorización para intervención arqueológica	ANTEQUEM	En Comisión de 23 de diciembre de 2008 Firmada con fecha 26 de diciembre de 2008	13/01/2009 20092980000267 (salida)

CONCEPTO	EMISOR	FECHA	FECHA Y Nº REGISTRO ENTRADA/SALIDA
Comunicación inicio trabajos de prospección intensiva el día 16 de marzo de 2009	ANTEQUEM	12 de marzo de 2009 (vía fax)	---
Comunicación fin trabajos de prospección intensiva	ANTEQUEM	08 de abril de 2009 (vía fax)	---

Este estudio patrimonial, se ha realizado en dos fases sucesivas. En una primera fase, se elaboró un estudio preliminar en el que se plasmaron los trabajos previos de documentación arqueológica, histórica y bibliográfica, para una óptima ejecución de la fase posterior de campo relativa a los trabajos de prospección arqueológica vinculados al proyecto.

Tanto el estudio previo como el informe y la propia prospección intensiva, que se adjunta como apéndice al Anejo nº 13. "Estudio Ambiental", han sido realizados por técnicos competentes en la materia, pertenecientes a la empresa ANTEQUEM, S.L. (Arqueología y Medio Ambiente, S.L).

La dirección técnica y científica de los trabajos de prospección arqueológica corrió a cargo de María Eugenia Delgado Arceo y Luis Villanueva Martín, arqueólogos de ANTEQUEM, S.L. La coordinación y supervisión fue efectuada por el arqueólogo del Servicio Territorial de la Junta de Castilla y León en la provincia de León, D. Julio Vidal Encinas.

A continuación y a modo de resumen, se reflejan los resultados de la recopilación previa de información documental de carácter arqueológico y patrimonial del territorio de actuación, exponiendo únicamente aquellos yacimientos que se ubicaban próximos a las zonas directamente afectadas por el proyecto:

LOCALIDAD	Nombre	Coordenadas	Grado de afección
Almázcara	Las Murielas	704669 4719529	Próximo al trazado definitivo (25 m al sur)
Almázcara	La Viña del Convento	705077 4719603	Próximo al trazado definitivo (200 m. al Sur)
Bembibre	Los Castros	712766 4721780	En área de Riesgo. A escasos 20 m. de la conducción
Bembibre	El Castillo	711971 4721694	A unos 100 m. al N de la conducción principal
Bembibre	Santuario del Ecce Homo	---	A escasos metros de la conducción principal

LOCALIDAD	Nombre	Coordenadas	Grado de afección
San Román de Bembibre	Santa Eulalia	709171 4722288	A 300 m. al N de la conducción (Sur de la N-VI)
San Román de Bembibre	El Fresno	707779 4721536	A 400 m al S de la conducción principal.

Toda vez que se obtuvo la autorización para la realización de prospección intensiva, se llevó a cabo este trabajo.

El modelo de prospección planteado ha sido de tipo intensivo y sistemático de los puntos de captación y del trazado de las conducciones; siguiendo la normativa vigente en Patrimonio Histórico-Artístico y Arqueológico y las directrices básicas definidas por la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León. Se ha realizado una visualización directa de todos los trazados de las conexiones y de los puntos de captación, recorriéndolos completamente en labores de prospección arqueológica de carácter intensivo, que cubría una banda de afección de unos 100 metros a cada lado del eje de los trazados lineales. El trabajo de campo ha contado con un equipo básico compuesto por tres arqueólogos, todos ellos con experiencia en este tipo de intervenciones. Estos miembros del equipo han mantenido una equidistancia teórica comprendida entre los 15 y los 20 metros, cubriendo el ancho de referencia. La estrategia de actuación supuso efectuar el recorrido lineal y completo de cada una de las trazas. Al margen de los reconocimientos en superficie se han analizado los cortados, taludes, cauces y todos los accidentes topográficos que pudieran ofrecer información relativa a la presencia de restos arqueológicos. Todas estas informaciones se han contemplado en capítulos de este informe, incluyéndose todos aquellos yacimientos ubicados en un perímetro de 500 metros, prestándose una mayor atención a aquellos que se encuentren cercanos a las obras.

Durante las tareas de campo no se documentaron materiales arqueológicos significativos y susceptibles de ser entregados al Museo de León, no siendo necesario por tanto solicitar nº de expediente, tal como establece la normativa vigente.

Atendiendo al número y entidad de los yacimientos localizados se debe señalar que en la banda de 200 metros que se ha inspeccionado no se ha detectado ningún yacimiento inédito, si bien las condiciones de visibilidad han sido, en prácticamente todas las áreas prospectadas, entre medias y muy bajas.

Así, aunque los resultados han sido negativos, se considera necesario complementar las actuaciones realizadas hasta el momento con otra serie de medidas que se habrán de tomar en el futuro, durante la fase de ejecución de la obra.

En los tramos proyectados los yacimientos más o menos próximos al trazado son los de Las Murielas, El Fresno (Parque Industrial del Bierzo Alto), El Castillo y Los Castros, además del Santuario del Ecce Homo, por lo que habrán de ser tenidos en cuenta por si fuera necesario adoptar medidas específicas que permitieran la identificación de posibles restos asociados a estos yacimientos en la fase de obra, así como tareas de balizamiento, control de los recorridos de maquinaria y especificación en general de los espacios de obra, tales como almacenamiento de materiales y herramientas y lugares de instalación de elementos necesarios para la consecución de las obras.

Todas estas actuaciones deberán ser coordinadas por el arqueólogo responsable del seguimiento y el jefe de obra, con el fin de prevenir cualquier afección, llevándose a cabo un programa de seguimiento arqueológico intensivo de todos aquellos movimientos de tierras que se efectúen en sus proximidades y estableciendo las posibles medidas a tomar en el caso de que realmente pudiera verse afectado durante la fase de construcción. Las actuaciones se resumen en el siguiente cuadro:

En el caso de los tres últimos, consideramos que su proximidad entre sí y la presencia del casco histórico de Bembibre hacen necesario el seguimiento arqueológico intensivo en todo el último tramo desde el inicio de la conducción en casco urbano hasta la ETAP (final de la conducción).

Para el resto de los tramos proyectados debe establecerse un grado de vigilancia diferente. Así, la realización de las obras, desde el desbroce superficial hasta los movimientos de tierras, debe ser objeto de un seguimiento y vigilancia arqueológica periódica.

6. ESTUDIOS DEL PROYECTO

6.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los cálculos hidráulicos realizados se han efectuado mediante el empleo de una hoja de cálculo configurada a tal efecto, en la que se encuentra incorporada la formulación de Darcy para el cálculo de las pérdidas de carga y la determinación del factor de fricción de Colebrook.

En términos generales, las rugosidades absolutas empleadas para el cálculo son de 0,3 mm para las conducciones de fundición y de 0,003 mm para las conducciones de polietileno. Estos valores son valores habituales de cálculo para tuberías de estos materiales que se recogen en la bibliografía especializada. En particular, el libro "Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión" publicado por el CEDEX (año 2002), en su capítulo "4. Dimensionamiento de la tubería", recoge una serie de valores según diferentes autores:

- Fundición: Granados, 1986, entre 0,25 y 0,5 mm; Hernández, 1987, entre 0,15 y 0,5 mm; Lencastre, 1987, entre 0,06 y 0,3 mm.
- Polietileno: los valores de referencia varían entre 0,002 y 0,025 mm, según diferentes autores. El reciente Manual Técnico de Tuberías de Polietileno de AseTUB cuyo autor es Luis Balairón (año 2008) fija como valor de la rugosidad absoluta 0,003 mm para este material.

Estos valores de la rugosidad no contemplan, sin embargo, las pérdidas localizadas que se producen en la conducción, las cuales se estiman a efectos de cálculo en un 10% de las continuas.

6.1.1. ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE

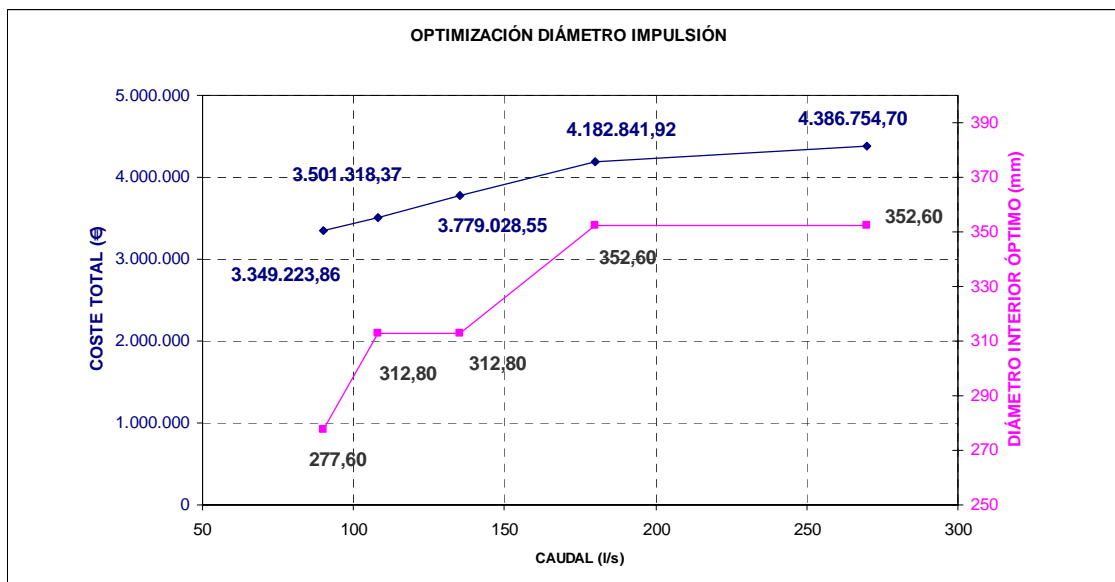
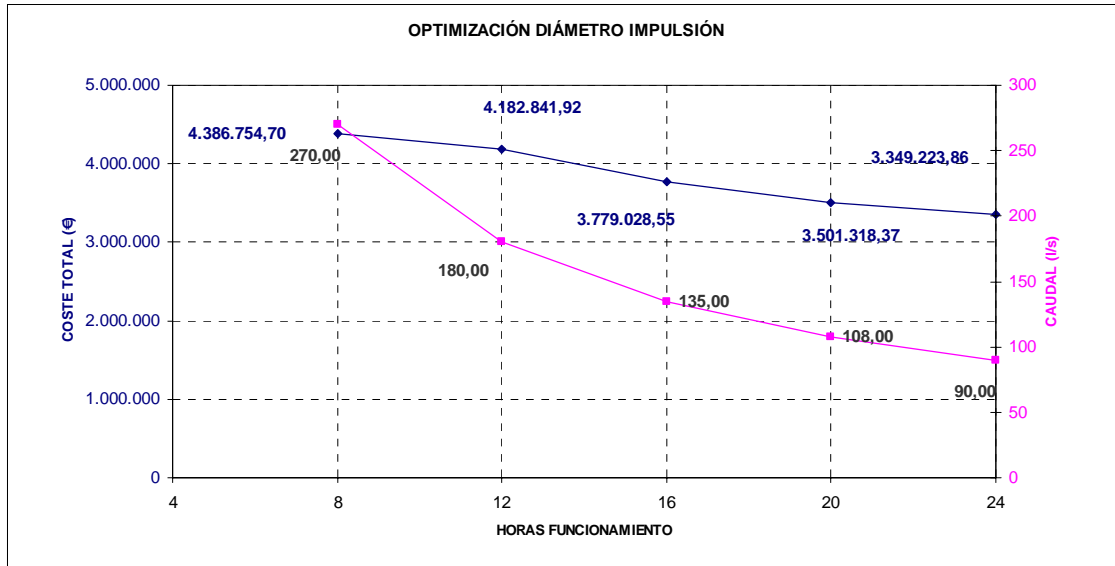
6.1.1.1. IMPULSIÓN INICIAL

6.1.1.1.1 Optimización

Como paso previo se ha procedido a la optimización del diámetro de la conducción de impulsión desde el embalse de Bárcena al depósito de "Las Melendreras".

Para ello, se emplea una hoja de cálculo, que con escalones de cuatro horas, permite determinar para una serie de diámetros el coste actualizado, considerando costes de energía, instalación y vida útil de la obra. Posteriormente, por comparación entre estos costes, seleccionar la alternativa idónea. El desarrollo completo de los cálculos y los datos de partida se recogen detalladamente en el "Anejo nº 8. Cálculos hidráulicos", al que se remite para mayor detalle.

Del resultado del análisis, ha resultado que el diámetro óptimo de la impulsión de 315 mm según gama normalizada de diámetros de polietileno, con un funcionamiento durante 24 horas. De manera gráfica, los resultados obtenidos son:



6.1.1.1.2 Cálculo 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

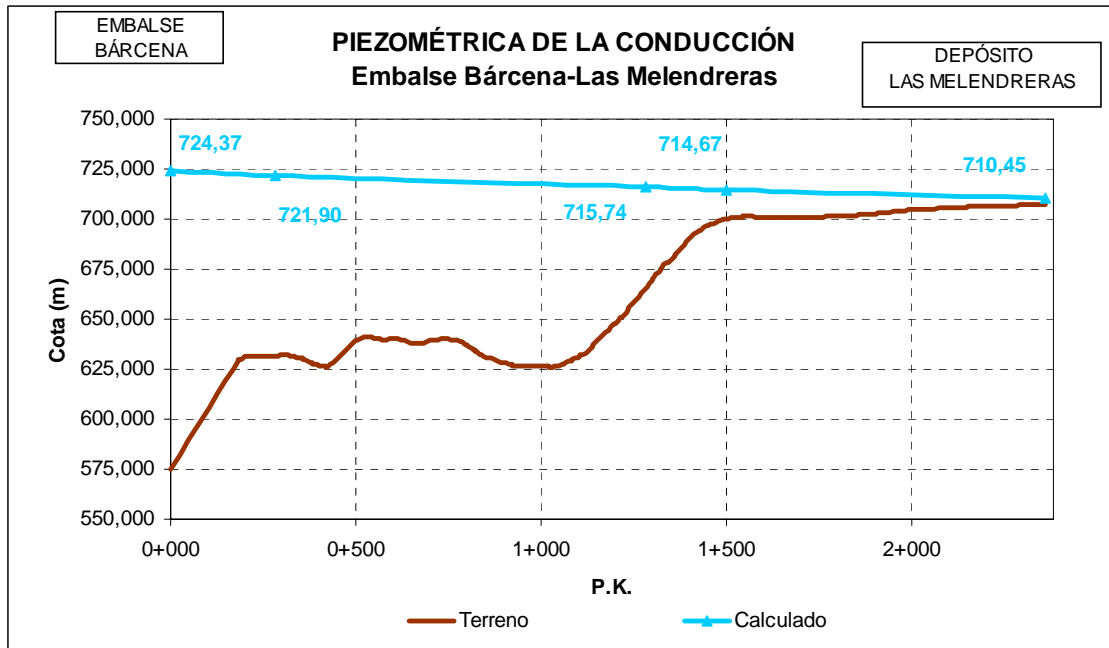
- Cota máxima de llegada a depósito: 710,45 msnm
- Caudal circulante: 90 l/s
- Diámetro nominal: 315 mm

La tramificación de presiones de trabajo y por tanto que se debe emplear para la determinación de los diámetros interiores de la conducción es:

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

De esta manera los resultados obtenidos son:

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.

6.1.1.1.3 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, en la actualidad extinto como tal.

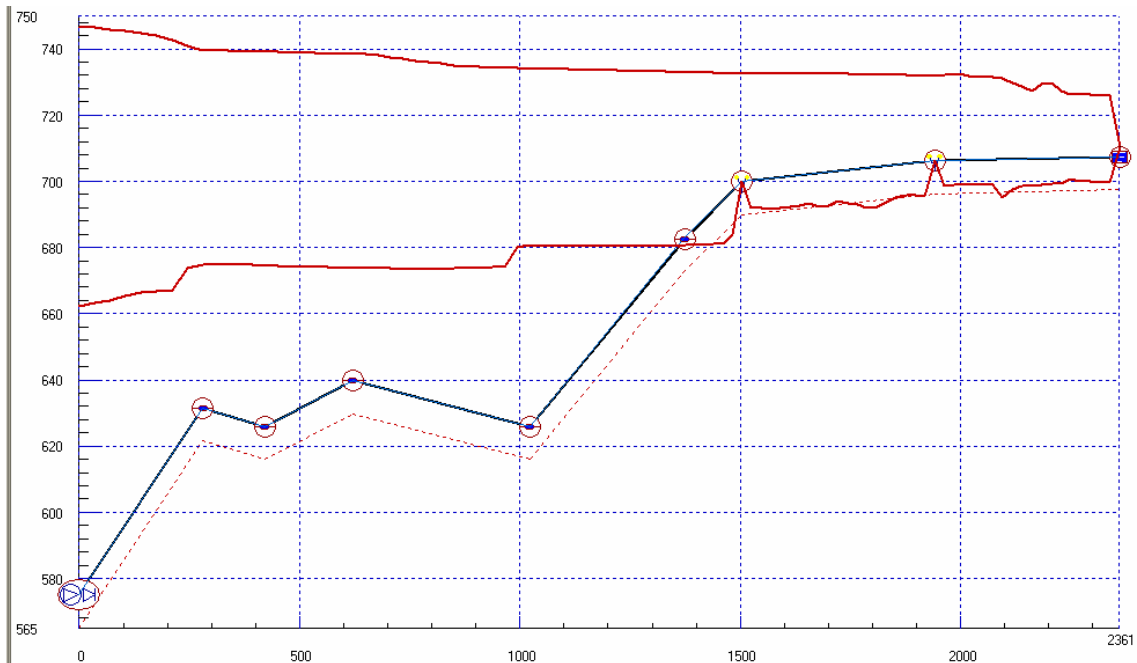
Para el la modelización del fenómeno se precisan como datos de entrada:

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

En cuanto a la caracterización de la conducción, se han adoptado cuatro tramo y cinco nodos representativos:

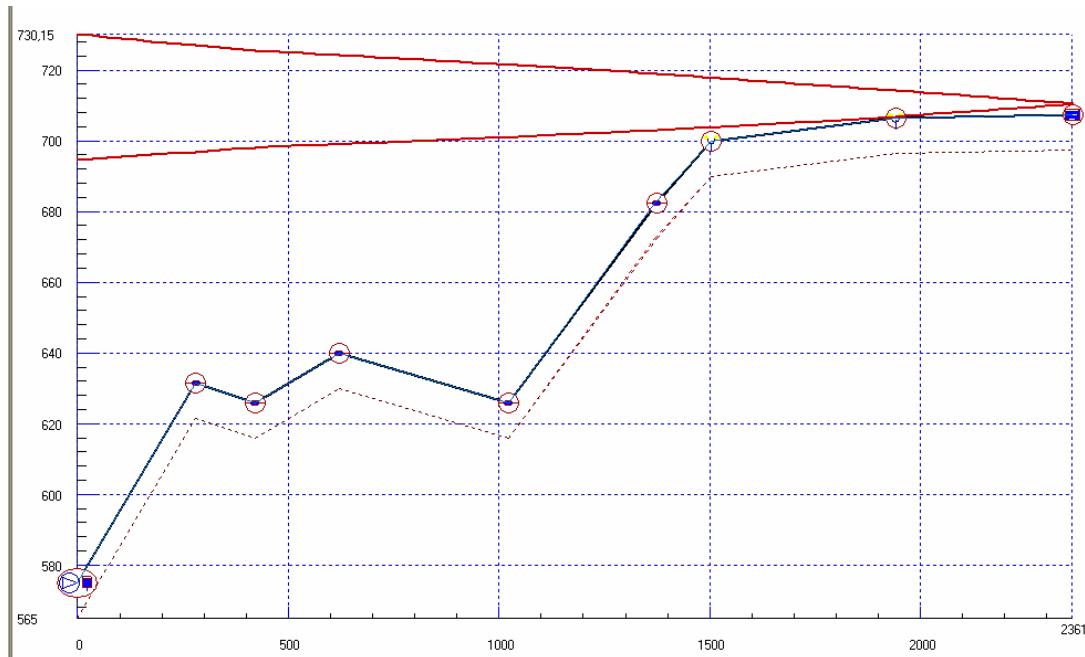
	Longitud (m)	Diámetro interior (m)	Rugosidad (mm)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Celeridad onda (m/s)
TRAMO 1	280,4	0,2578	0,003	575,00	631,57	318,02
TRAMO 2	140,75	0,2776	0,003	631,57	626,00	249,79
TRAMO 3	199,25	0,2776	0,003	626,00	639,80	249,79
TRAMO 4	401,62	0,2776	0,003	639,80	626,01	249,79
TRAMO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

Realizada la comprobación sin inclusión de sistemas de protección, los resultados del mismo indican la necesidad de disponer de uno para proteger a la conducción de los fenómenos transitorios derivados de una parada repentina de las bombas. Como puede observarse en el gráfico adjunto, 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:



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 m³, con un llenado inicial del 20 %, con unos coeficientes de pérdidas de 70 m(m³/s)² para la entrada y de 40 m(m³/s)², para la salida, se obtiene un resultado adecuado en el funcionamiento del sistema, como se puede comprobar de manera detallada en el "Anejo nº 8. Cálculos hidráulicos", y sintéticamente en el gráfico siguiente:



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

6.1.1.2.1 Optimización de la impulsión de Bembibre

Se procede análogamente a lo indicado para la impulsión desde el embalse de Bárcena, resultando como diámetro óptimo 400 mm, pero en este caso empleando conducción de fundición. Sin embargo, realizado el análisis de sensibilidad a las variables de cálculo se comprueba 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 finalmente se adopta este valor como diámetro de la impulsión.

6.1.1.2.2 Comprobación en régimen permanente

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

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

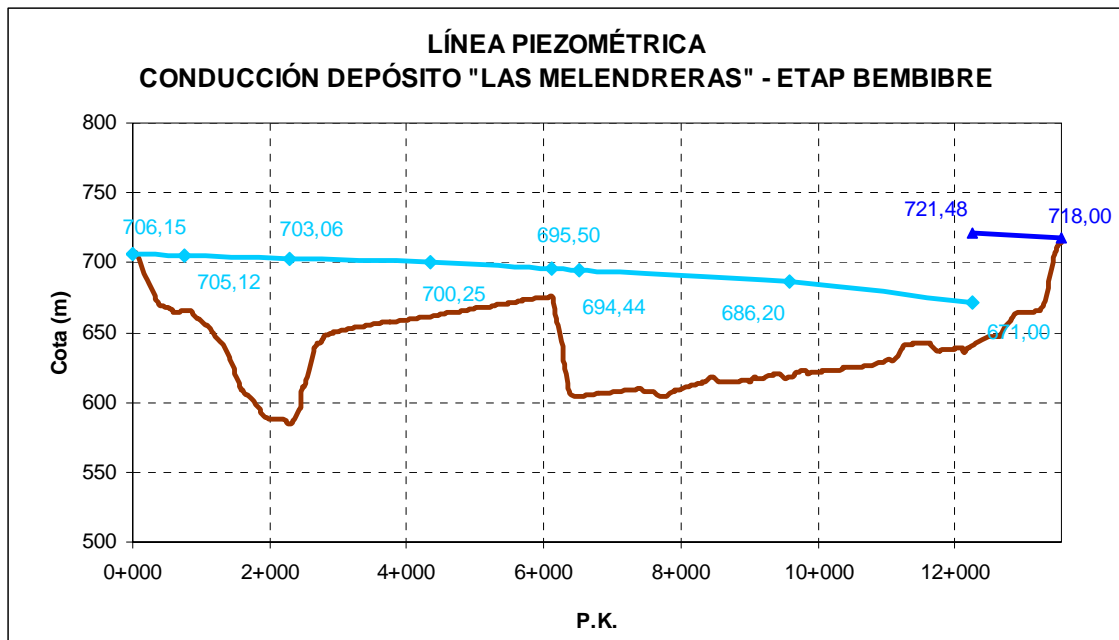
La distribución de diámetros definida es:

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

Los resultados gráficos y tabulados de la comprobación hidráulica son:

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	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)
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



A la luz de estos resultados, la estación de bombeo debe ser 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

6.1.1.2.3 Cálculo del régimen transitorio

Para la determinación del fenómeno transitorio se ha empleado de nuevo 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, en la

actualidad, extinto como tal. En este caso, el fenómeno transitorio tiene dos vertientes, una de las cuales difiere claramente respecto del calculado para la impulsión inicial.

La conducción a Bembibre desde el depósito de "Las Melendreras" funciona como un bombeo en el que el tramo de aspiración tiene una longitud en absoluto despreciable. Cuando la estación de bombeo arranca, se produce una onda de depresión (negativa) que avanza con la celeridad de onda correspondiente al material de la conducción y su espesor, hacia aguas abajo, esto es hacia el depósito. Esta onda negativa es el resultado de la inercia del sistema que no atiende la demanda de caudal solicitado por el bombeo desde el primer momento, por cuanto la longitud de la aspiración es importante (12.268 metros). Además de este transitorio, se produce el habitual en caso de parada brusca del bombeo. Ambos se estudiarán conjuntamente con el programa DYAGATS.

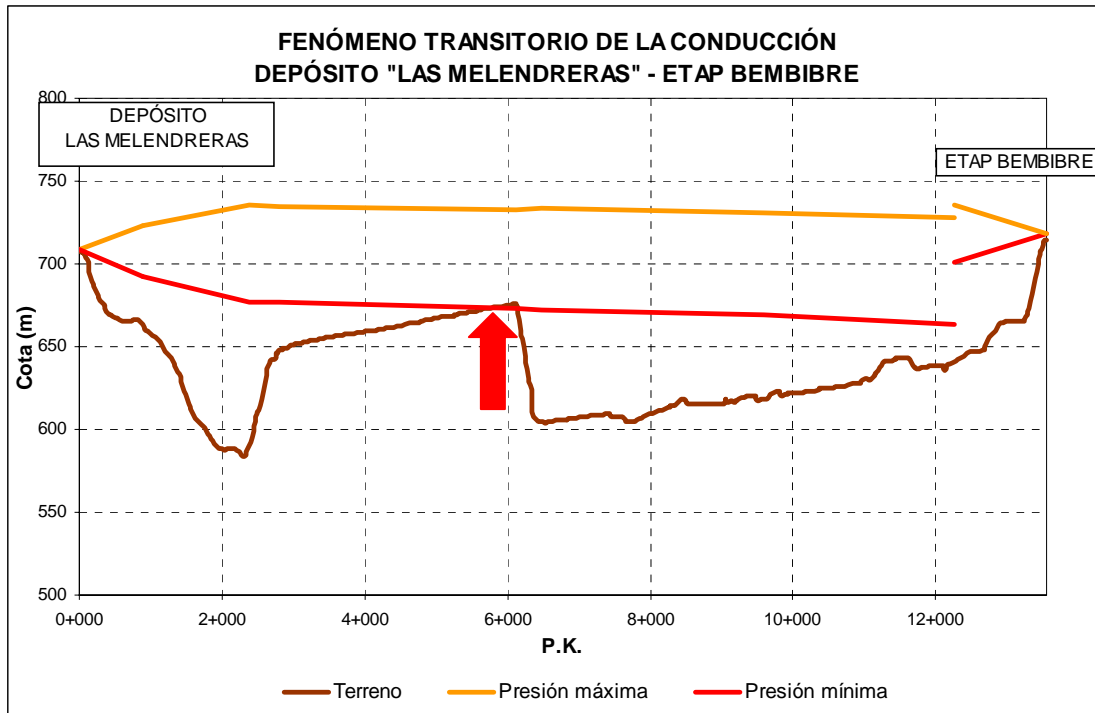
Para el la modelización del fenómeno se precisan como datos de entrada:

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

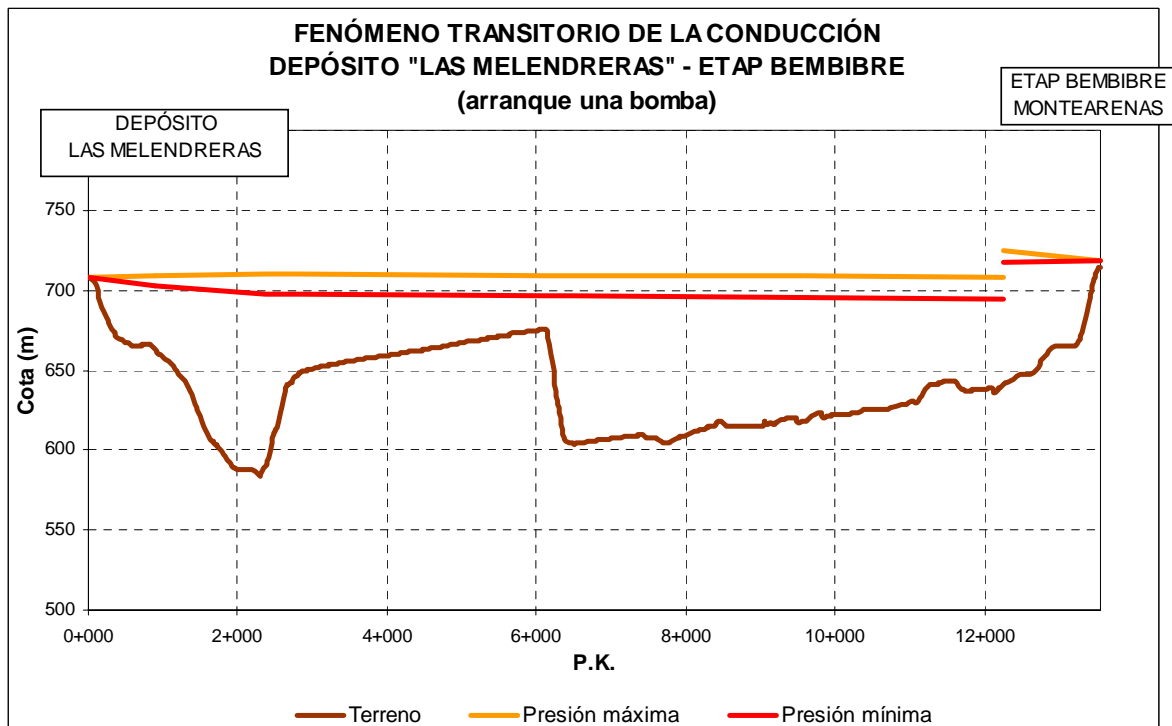
La discretización de la conducción se ha realizado mediante seis nodos y cinco tramos, cuyas características son:

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

Efectuada la simulación con la consideración de arranque simultáneo de las bombas (en todo caso una hipótesis conservadora) contra la válvula de mariposa, se observa que el perfil del terreno es levemente cortado en la zona de la meseta más próxima a Bembibre, como se observa en la gráfica siguiente:



En todo caso, se insiste en que la hipótesis de arranque simultáneo de las bombas, no es real en cuanto a explotación, dado que el arranque de la estación de bombeo se efectúa en dos fases, arrancando las bombas de manera sucesiva. En este caso, el arranque de una bomba de manera independiente, ofrece la siguiente envolvente de presiones máximas y mínimas, que en ningún caso corta al perfil del terreno:



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.

6.1.2. ABASTECIMIENTO A CASTROPODAME

En este municipio son tres las conducciones a dimensionar:

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

6.1.2.1. ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS

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

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 presiones nominales como sigue:

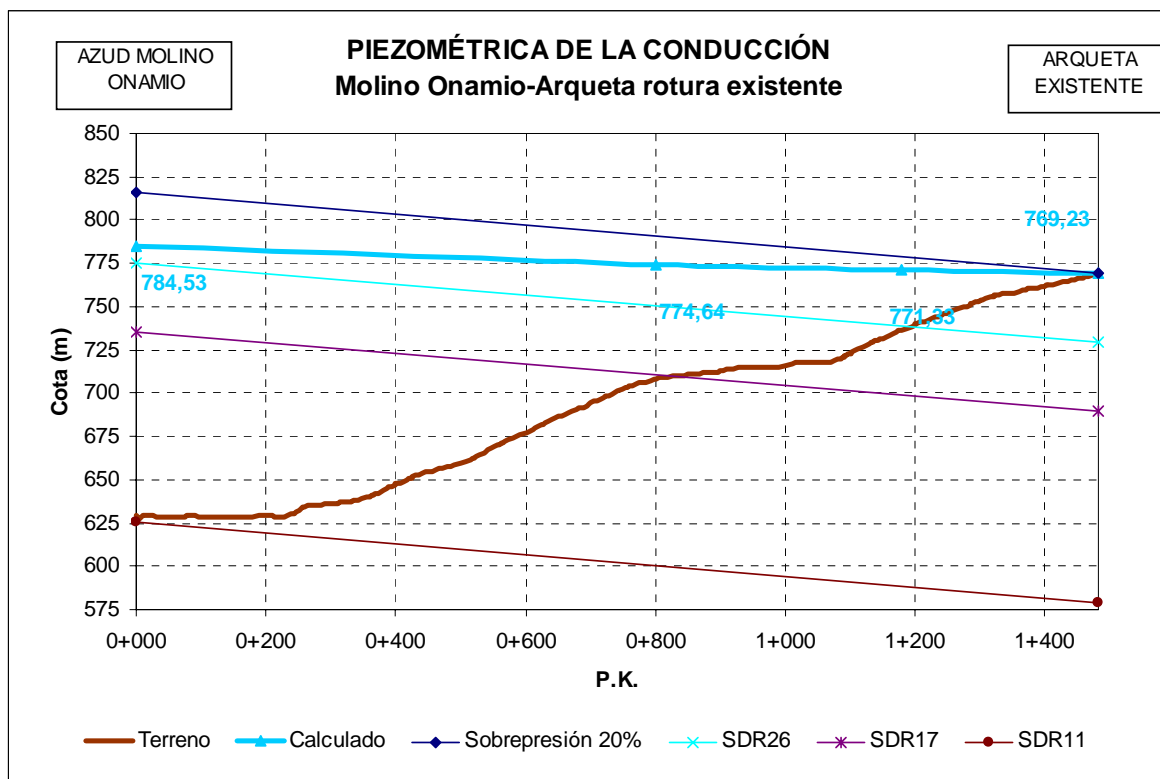
PRESIÓN NOMINAL (atm)	P.K. INICIAL	P.K. FINAL
16	0+000	0+800
10	0+800	1+180
6	1+180	1+482

Los diámetros interiores correspondientes al diámetro nominal de 90 mm, son:

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

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

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



El bombeo debe ser capaz de elevar un caudal de 3,85 l/s a una altura manométrica de 155,52 mca, lo que supone una potencia del motor de 9,2 kW.

6.1.2.2. ABASTECIMIENTO A MATACHANA

Para trasegar un caudal de 3,09 l/s (caudal estimado de diseño para el año horizonte 2033) entre la ETAP de Bembibre y el depósito de Matachana, con el desnivel de 16 metros existente entre ambos elementos, se requiere de un diámetro mínimo de 84,93 mm, que se obtiene iterando en las fórmulas indicadas para el cálculo hidráulico.

Ello implica supone un diámetro comercial nominal de 110 mm en polietileno para las presiones de trabajo a las que se verá sometida la conducción (entre 0 y 10 atmósferas).

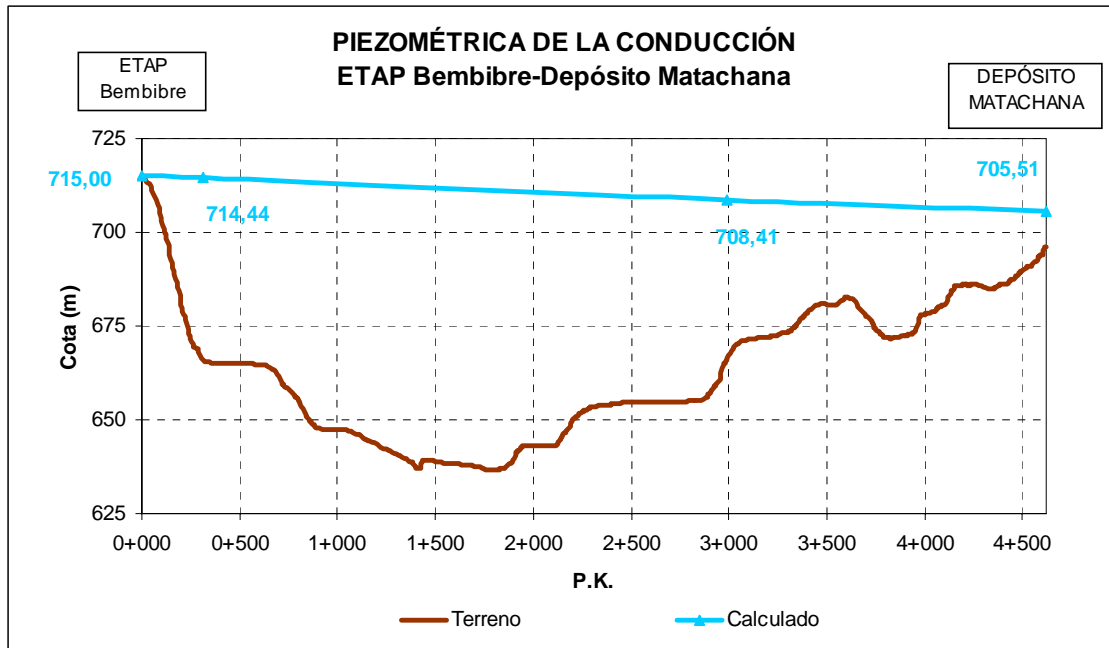
Analizando el perfil longitudinal, se establece la siguiente tramificación de presiones para la conducción:

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

Con el caudal indicado y la distribución de diámetros interiores en función de la presión de trabajo, los resultados del cálculo hidráulico son:

Así, la línea piezométrica resultante es:

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

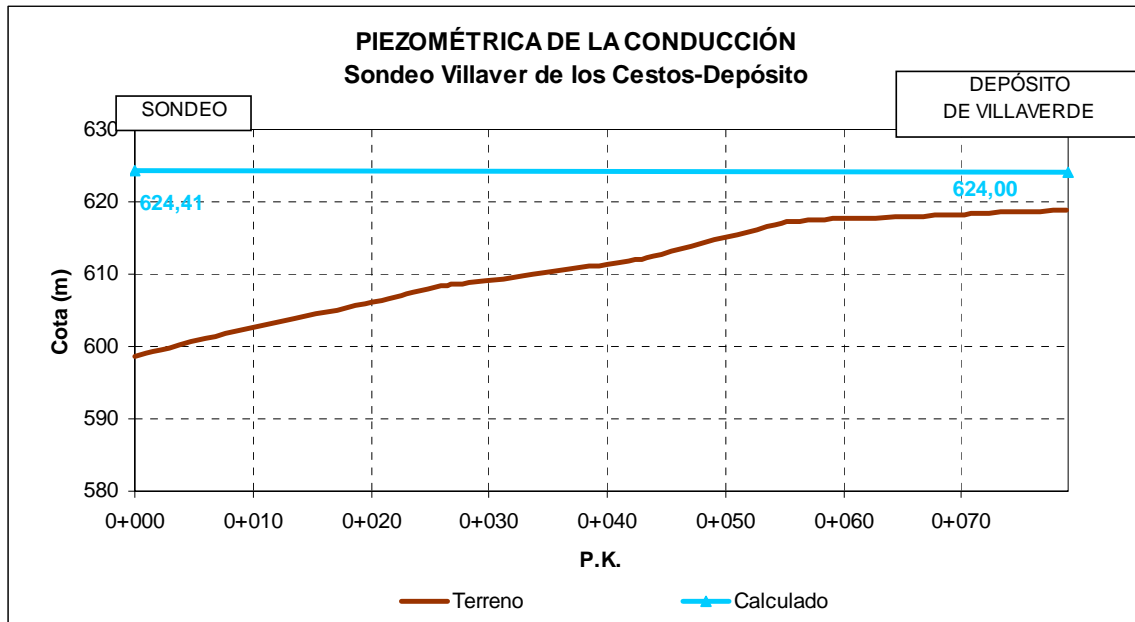


No obstante, salvo que se incorpore algún elemento adicional que provoque una pérdida de carga de 6,51 mca, el caudal que realmente circulará por la conducción proyectada será de 4,15 l/s, para las condiciones indicadas.

6.1.2.3. ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE LOS CESTOS

Para el nuevo sondeo se estima un caudal de diseño de 2 l/s, que circulando por una conducción de 75 mm en polietileno PE100 de presión nominal de 6 atmósferas, da lugar a los siguientes resultados del cálculo hidráulico:

Tramo	Velocidad (m/s)	Coficiente 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



Así, se requiere de una bomba de pozo capaz de elevar 2 l/s a una altura manométrica de 31,41 mca, lo que supone una potencia de 1 kW.

6.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

La normativa particular de aplicación a las estructuras del proyecto es la siguiente:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-2008
- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural. Acero. (CTE-DB-SE-A)
- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la edificación. (CTE-DB-SE-AE)
- NCSE – 02 Norma de construcción sismorresistente. Edificación.

Las estructuras de hormigón armado se han comprobado según la instrucción EHE realizando las comprobaciones por el método de los estados límites. Además, se ha comprobado que las armaduras propuestas cumplen las cuantías mínimas geométrica y mecánica, así como otras comprobaciones que se recogen en el Anejo nº 10. "Cálculos estructurales".

La región afectada por el Proyecto se sitúa dentro de la zona con aceleración sísmica básica menor de 0,04 g, siendo g el valor de la aceleración de la gravedad, por lo que

no es obligatorio tener en cuenta los efectos sísmicos en el proyecto de las estructuras, al situarse a_b , por debajo del valor requerido (0,04 g) en la NCSE-02.

6.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas contenidas en el presente proyecto, son las relativas a:

- Acometidas eléctricas:
 - A la captación en el embalse de Bárcena (media tensión)
 - Al depósito de Las Melendreras (media tensión)
 - A la estación de bombeo de Bembibre (baja tensión)
 - Al sondeo de Villaverde de los Cestos (baja tensión)
 - A la captación de Calamocos (media tensión)

- Instalaciones interiores y alumbrado:
 - Caseta de mantenimiento de la captación en el embalse de Bárcena
 - Caseta de válvulas del depósito de Las Melendreras
 - Estación de bombeo de Bembibre

Se han detallado los cálculos y justificación de las instalaciones eléctricas en el Anejo n^o 11. "Instalaciones eléctricas".

Para el caso de las líneas eléctricas se ha procedido al cálculo eléctrico de las mismas, así como a la justificación y diseño de los apoyos, que han sido calculados mecánicamente, definiendo así mismo, sus cimentaciones.

En el caso de las instalaciones interiores, se ha determinado las secciones de cable bajo la condición de caída de tensión máxima del 3% para alumbrado y del 5% para el resto de usos, cajas de protección y medida, puesta a tierra y alumbrado.

Finalmente, en el citado anejo, se recogen tanto la solicitud de provisión de servicio como las respuestas de la compañía suministradora. Los puntos de entronque y medida desde los que se derivan las acometidas, son los indicados por la compañía

suministradora, habiendo sido posible que todas estas líneas de acometida se proyecten en baja tensión.

6.4. *SERVICIOS AFECTADOS. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS*

En relación con los servicios afectados se han relacionado aquellas infraestructuras e instalaciones susceptibles de afección por las obras proyectadas, indicando el tipo de afección, titular de la infraestructura o servicio afectado y localización en relación con la obra proyectada. Además, se ha incluido la forma y dirección de contacto o en su defecto, teléfono o correo electrónico a través del cual realizar la consulta.

Finalmente, se ha realizado la valoración en aquellos casos en los que la afección es inevitable.

En cuanto a servicios e infraestructuras con las que se interfiere o mantiene paralelismo, se han detectado:

- Carreteras
 - Titularidad estatal: autovía A-6 y carretera N-VI
 - Otra titularidad: LE-159/3 y LE-159/11 de la Excm. Diputación Provincial de León
- Ferrocarriles: línea A Coruña-Palencia del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
- Gasoductos: potencial afección a proyectos en estudio de ENAGAS y existentes de Gas Natural de Castilla y León, S.A. (gasoducto Castropodame-Villafranca del Bierzo)
- Líneas eléctricas: líneas de alta tensión aéreas y subterráneas de Red Eléctrica de España, S.A. y de distribución de UNIÓN FENOSA.
- Telefonía: posibilidad de afección a líneas aéreas y subterráneas de TELEFÓNICA ESPAÑA, S.A.

Finalmente se incluye también la afección a cauces públicos y en consecuencia, la necesidad de informar a la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil.

La totalidad de estos servicios, empresas y organismos se recoge en el "Anejo nº 15. Servicios afectados".

6.5. *TELEMANDO Y TELECONTROL*

El sistema de abastecimiento a Bembibre dispondrá de un sistema de telemando y telecontrol en el que se controlarán los arranques y paradas de las bombas de la impulsión inicial y de Bembibre.

En cuanto a las bombas de la captación, éstas estarán controladas por el nivel de agua en el depósito de "Las Melendreras". Este nivel se medirá mediante ultrasonidos que en caso de llenado del mismo, enviará la señal correspondiente para la parada sucesiva de las bombas de captación. Por otro lado, en caso de descenso de la lámina en el depósito por debajo de un umbral prefijado, se dará la orden de arranque sucesivo de las bombas. Las bombas dispondrán de variador de velocidad para adaptarse a las variaciones de lámina en el embalse de Bárcena, que oscila entre las cotas 581 y 620 msnm.

Por su parte, la estación de bombeo de Bembibre estará controlada por el nivel de agua en el depósito de agua tratada de la ETAP de Bembibre (y para garantizar la existencia de agua a bombear, por el del depósito de Las Melendreras). Este nivel se medirá mediante ultrasonidos y el funcionamiento será análogo al indicado para las bombas de la captación.

Las señales se propone sean enviadas vía GSM. El sistema dispondrá de un puesto central en el que se recepcionarán las señales. Constará de un PLC que tendrá que almacenar todos los datos recibidos de los depósitos y estaciones de bombeo. Estos datos serán visualizados en el puesto central que constará, de un ordenador central con un Scada.

Tanto el depósito de "Las Melendreras" como el de la ETAP dispondrá de un sensor ultrasónico que es capaz de facilitar una señal proporcional 4..20mA, que debidamente implementada en un PLC calculará el nivel.

Las válvulas a controlar en cualquiera de las estaciones de bombeo, llevarán asociada una entrada digital para saber el estado de la válvula y una salida digital para el control de la misma.

La descripción en detalle del sistema de telemando se recoge en el Anejo nº 12. "Sistema de telemando y telecontrol".

6.6. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

Los costes de las expropiaciones e indemnizaciones se eleva a la cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (335.356,62 €).

Se afectan un total de 775 parcelas, siendo la distribución por términos municipales la siguiente:

TÉRMINO MUNICIPAL	Nº DE PARCELAS AFECTADAS
BEMBIBRE	109
CASTROPODAME	293
CONGOSTO	326
MOLINASECA	46
PONFERRADA	1
Total	775

El detalle se puede consultar en el Anejo nº 16. "Expropiaciones e indemnizaciones".

6.7. COSTES DE EXPLOTACIÓN

En relación con los costes de explotación de las obras descritas, debe señalarse que las estimaciones de los costes de explotación son:

- Abastecimiento a Bembibre: adoptando un caudal de 90 l/s continuo durante las 24 horas del año y todos los días del año (del orden de 3 hm³/año), resulta un coste de explotación del sistema formado por la impulsión inicial y la conducción hasta Bembibre, incluyendo por tanto las dos estaciones de bombeo y el depósito de Las Melendreras de 0,215 €/m³ para el total de la Mancomunidad de Municipios del Boeza, sin contar con los costes derivados de la explotación de la estación de tratamiento de agua potable de Bembibre.
- Abastecimiento a Arlanza: el coste de explotación se reduce a las labores de mantenimiento y conservación de la obra, que en condiciones normales serán mínimas y reducidas a una limpieza general de la superficie de las zanjas drenantes.

- Abastecimiento a Calamocos: para el caudal de diseño de 3,85 l/s y un funcionamiento de todo el año, el coste de explotación supondrá 0,136 €/m³, sin contar con los posibles costes de potabilización.
- Abastecimiento a Matachana: el coste de explotación del sistema de abastecimiento, dependerá del modo en el que la Mancomunidad de Municipios Ribera del Boeza reparta los costes, según sus estatutos de constitución. Suponiendo que el reparto de costes se realizase en función del caudal de diseño, que es de 3,09 l/s, el coste de explotación sería de $3,09/90=3,43\%$ del coste general, esto es, 0,0074 €/m³, de la parte de aducción. A ésta cuantía habrá que añadirle, el coste derivado de la amortización de las obras, que junto con un pequeño gasto en mantenimiento, supone una repercusión al m³ de agua, de 0,202 €/m³ adicionales, es decir, un total de 0,2094 €/m³.
- Abastecimiento a Villaverde de los Cestos: el coste de explotación asciende a 0,086 €/m³, para un funcionamiento en continuo.

El detalle y justificación de estos costes de agua, se recoge íntegramente en el Anejo nº 22. "Estudio de explotación".

7. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

Para la redacción del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que se desarrolla en el Documento nº 3 se han tenido en cuenta diversas fuentes de información, como son la experiencia en obras de similares características, las normativas y pliegos de uso general.

8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Con la redacción del Estudio de Seguridad y Salud (Documento nº 5) para la ejecución de las obras se da cumplimiento a las especificaciones que recoge 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.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

Se fija como plazo para ejecución de las obras, un total de trece (13) meses, estableciéndose un plazo de garantía, de conformidad con el artículo 218 de la

Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, de un año a contar desde la firma del acta de recepción de la obra.

10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De conformidad con los artículos 54 y 56 de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, es necesaria la clasificación la clasificación del contratista para la presentación a la licitación del presente proyecto.

Se propone que para la realización de las obras contempladas en el presente proyecto el Contratista reúna la clasificación siguiente, de conformidad con los artículos 25 y 26 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas:

Grupo:	E	Hidráulica
Subgrupo:	1	Abastecimientos y Saneamientos
Categoría	f	Anualidad media excede los 2.400.000 €

11. REVISIÓN DE PRECIOS

Según el artículo 77 de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del sector Público: *"La revisión de precios en los contratos de las Administraciones Públicas tendrá lugar, en los términos establecidos en este Capítulo y salvo que la improcedencia de la revisión se hubiese previsto expresamente en los pliegos o pactado en el contrato, cuando éste se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por ciento de su importe y hubiese transcurrido un año desde su adjudicación. En consecuencia, el primer 20 por ciento ejecutado y el primer año de ejecución quedarán excluidos de la revisión."* En consecuencia, y dado el plazo de ejecución previsto para las obras, el contrato estará sometido a revisión de precios.

Así, de conformidad con el Decreto 3650/1971, de 19 de diciembre, se adopta, dadas las características del proyecto, la fórmula tipo nº 9 para obras de abastecimientos y distribuciones de aguas, entre otras actividades incluidas.

De este modo, la fórmula adopta la siguiente forma polinómica:

$$K_t = 0,33 \cdot \frac{H_t}{H_o} + 0,16 \cdot \frac{E_t}{E_o} + 0,20 \cdot \frac{C_t}{C_o} + 0,16 \cdot \frac{S_t}{S_o} + 0,15$$

12. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

El presente Proyecto Constructivo consta de los documentos siguientes:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 1. Antecedentes y situación actual
- ANEJO 2. Requisitos legales. Declaración de obra completa
- ANEJO 3. Resumen de características
- ANEJO 4. Cálculo de demandas
- ANEJO 5. Estudio de alternativas
- ANEJO 6. Cartografía y topografía
- ANEJO 7. Estudio geológico-geotécnico
- ANEJO 8. Cálculos hidráulicos
- ANEJO 9. Cálculos mecánicos de conducciones y anclajes
- ANEJO 10. Cálculos estructurales
- ANEJO 11. Instalaciones eléctricas
- ANEJO 12. Sistema de telecontrol y telemando
- ANEJO 13. Estudio de Impacto Ambiental
- ANEJO 14. Replanteo de las obras
- ANEJO 15. Servicios afectados
- ANEJO 16. Expropiaciones e indemnizaciones
- ANEJO 17. Justificación de precios
- ANEJO 18. Revisión de precios
- ANEJO 19. Plan de obra
- ANEJO 20. Clasificación del contratista
- ANEJO 21. Presupuesto para conocimiento de la administración
- ANEJO 22. Estudio de explotación

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

MEDICIONES

Mediciones auxiliares
Mediciones generales
CUADRO DE PRECIOS
Cuadro de precios nº 1
Cuadro de precios nº 2
PRESUPUESTOS PARCIALES
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

DOCUMENTO Nº 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA
PLANOS
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES
PRESUPUESTO

13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Se recoge a continuación el resumen general del presupuesto:

1.	ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE.....	5.897.195,29
-1.1.	-ABASTECIMIENTO A BEMBIBRE	5.883.466,92
-1.2.	-ABASTECIMIENTO A ARLANZA	13.728,37
2.	ABASTECIMIENTO A CASTROPODAME.....	387.325,77
-2.1.	-ABASTECIMIENTO A MATACHANA	223.603,45
-2.2.	-ABASTECIMIENTO A VILLAVERDE DE LOS CESTOS.....	25.541,03
-2.3.	-ABASTECIMIENTO A CALAMOCOS	138.181,29
3.	TELEMANDO Y TELECONTROL.....	76.343,85
4.	SEGURIDAD Y SALUD	39.565,80
5.	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	39.800,00
-5.1.	-MEDIDAS CORRECTORAS	14.600,00
-5.2.	-PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	25.200,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.440.230,71
	13,00 % Gastos generales (G.G.)	837.229,99
	6,00 % Beneficio industrial (B.I.)	386.413,84
	SUMA DE G.G. y B.I.	1.223.643,83
	TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	7.663.874,54

Asciende el presupuesto base de licitación a la cantidad de SIETE MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y TRES OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (7.663.874,54 €).

16,00% I.V.A. 1.226.219,93

TOTAL PRESUPUESTO CON IVA 8.890.094,47

Asciende el presupuesto total con IVA a la cantidad de OCHO MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA MIL NOVENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS (8.890.094,47 €).

El coste de los bienes y derechos afectados por las obras se eleva a la cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (335.356,62 €).

Por su parte, el presupuesto para conocimiento de la administración asciende a la cantidad de OCHO MILLONES SETECIENTOS VEINTIÚN MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (8.721.854,79 €-), según el siguiente desglose:

	Importe (euros)
Presupuesto Base de Licitación	7.663.874,54
Expropiaciones e indemnizaciones de bienes y derechos afectados	335.356,62
Asistencia Técnica para la Redacción del proyecto constructivo	163.260,00
Asistencia Técnica para la Gestión de Expropiaciones	116.250,00
Asistencia Técnica para la Dirección de la obra	354.212,69
Gastos de Gestión de acuaNorte	88.900,94
Presupuesto para conocimiento de la Administración	8.721.854,79

14. CONCLUSIÓN

Considerando que el presente proyecto constructivo cumple los objetivos planteados y está redactado conforme a las exigencias de la normativa vigente, se estima debidamente justificado y, en consecuencia se eleva a la Superioridad para su aprobación y efectos oportunos, si procede.

Oviedo, mayo de 2009

Por INYPSA, Informes y Proyectos, S.A.
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. Celso L. Masid Diéguez

POR AGUAS DE LA CUENCA DEL NORTE, S.A.
LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Fdo. César Prieto García

Fdo. Iván Gutiérrez Colinas