

**INSTRUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN Y TRAMITACIÓN DE LOS INFORMES DE VIABILIDAD
PREVISTOS EN EL ARTÍCULO 46.5 DE LA LEY DE AGUAS**

(según lo contemplado en la Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional)

INSTRUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN Y TRAMITACIÓN DE LOS INFORMES DE VIABILIDAD PREVISTOS EN EL ARTÍCULO 46.5 DE LA LEY DE AGUAS

La Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, añade un nuevo apartado 5 en el artículo 46 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, en el que, entre otros extremos, se determina que, con carácter previo a la ejecución de obras de interés general, deberá elaborarse un informe que justifique su viabilidad económica, técnica, social y ambiental, incluyendo un estudio específico sobre la recuperación de los costes.

Para desarrollo y cumplimiento de lo dispuesto en el referido artículo 46.5 se seguirán las siguientes Normas

1. El Informe de Viabilidad se elaborará por la Dirección General del Agua, Organismos Autónomos adscritos y Sociedades Estatales de Agua, en su calidad de órgano de contratación, con la metodología, criterios y formatos que se definen en el presente Documento, sin perjuicio de las necesarias adaptaciones derivadas de la funcionalidad o singularidad de la obra
2. Se analizarán las actuaciones o proyectos en su integridad funcional, con independencia de que se ejecuten por tramos o mediante distintos contratos de obra.

En actuaciones que se desarrollen en diversos proyectos, siempre que su presupuesto no supere los 901.518,15 €, respondan a la misma función y con esquema de financiación y uso homogéneos - restauración hidrológico-forestal, por ejemplo- cabrá elaborar un único Informe para el conjunto de la actuación.

3. Si se prevé la cofinanciación del proyecto por parte de los Usuarios, otras Entidades públicas o privadas, o mediante Fondos procedentes de la Unión Europea, deberá acreditarse documentalmente el compromiso de financiación, la decisión de ayuda o la presentación de solicitud
4. El Informe deberá estar redactado y remitido a la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad en los siguientes plazos:
 - a) Para obras adjudicadas y pendientes de iniciar a la fecha de recepción de esta Orden Comunicada, antes del comienzo de las obras.
 - b) En obras con contrato de ejecución licitado, antes de la formulación de la propuesta de adjudicación.
 - c) Para contratos de obra que por su cuantía requieran para su celebración autorización previa de la Ministra o de Consejo de Ministros, antes de la solicitud de dicha autorización.
 - d) En el resto de contratos, antes de la publicación del anuncio de licitación.
 - e) En el caso de proyectos licitados en la modalidad de concurso de proyecto y obra, que no requieran autorización previa de contratación, antes de la adjudicación de las obras.
5. Recibido dicho Informe, en el plazo máximo de quince (15) días, el Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad podrá formular observaciones al mismo e incluso señalar condiciones para la ejecución del proyecto sobre cualquiera de las materias analizadas, (requisitos técnicos, medidas de carácter ambiental, compromisos y garantías de los usuarios, etc.)

6. No podrán abordarse nuevas fases o tramitaciones del expediente si el Informe no ha resultado favorable y, siendo favorable, no se hayan subsanado las observaciones formuladas.
7. El Informe de viabilidad no exime al órgano de contratación de realizar cuantos procedimientos y trámites sean legalmente exigibles para la garantía ambiental y aprobación del proyecto, contratación y ejecución de las obras.
8. El Informe favorable sobre la viabilidad del proyecto no supone prioridad de ejecución o compromiso presupuestario alguno. La ejecución de la obra se supeditará a la programación y presupuestación aprobada para el correspondiente organismo.
9. Una vez que el Informe sea definitivo, sea cual fuere su carácter, se hará público en la Web del Ministerio de Medio Ambiente.

El Informe concluirá con un pronunciamiento expreso sobre la viabilidad del proyecto y podrá determinar las condiciones necesarias para que sea efectiva, en las fases de proyecto o de ejecución.

Madrid 3 de octubre de 2005

El Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad

DATOS BÁSICOS

Título de la actuación:
MEJORA DE LA CONDUCCIÓN PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA A CIUDAD REAL DESDE EL EMBALSE DE GASSET Y NUEVO DEPÓSITO EN CIUDAD REAL

En caso de ser un grupo de proyectos, título de los proyectos individuales que lo forman:
1.- PROYECTO DE MEJORA DE LA CONDUCCIÓN PARA ABASTECIMIENTO A CIUDAD REAL. CONDUCCIÓN GASSET-ETAP
2.- PROYECTO DE MEJORA DE LA CONDUCCIÓN PARA ABASTECIMIENTO A CIUDAD REAL. AMPLIACIÓN ETAP, IMPULSIÓN Y DEPÓSITO DE LA ATALAYA Y CIERRE DEL ANILLO HÍDRICO

El envío debe realizarse, tanto por correo ordinario como electrónico, a:

- ***En papel (copia firmada) a***

*Gabinete Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad
Despacho A-305
Ministerio de Medio Ambiente
Pza. de San Juan de la Cruz s/n
28071 MADRID*

- ***En formato electrónico (fichero .doc) a:***

sgtyb@mma.es

1. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN.

Se describirá a continuación, de forma sucinta, la situación de partida, los problemas detectados y las necesidades que se pretenden satisfacer con la actuación, detallándose los principales objetivos a cumplir.

1. Problemas existentes (señalar los que justifiquen la actuación)

- Los municipios de Ciudad Real y su comarca, especialmente la capital, han sufrido un importante aumento de población en los últimos años, que hace necesario la adaptación de las infraestructuras de abastecimiento existentes a las necesidades actuales .
- Deficiente infraestructura de suministro.
- Incapacidad de garantizar el abastecimiento.
- Cortes en el suministro de agua potable.
- Baja capacidad de transporte de agua desde el embalse de Gasset a la Estación de Tratamiento de Agua Potable.
- Escasa capacidad de tratamiento de dicha planta.
- Un aumento de la capacidad de impulsión a los depósitos de la Atalaya.
- Poca capacidad de almacenamiento de agua tratada.
- Extensión de las arterias de abastecimiento de agua, incluyendo el cierre del anillo perimetral exterior.
- Red de distribución de agua en tramos de materiales obsoletos y/o de mala calidad.
- Mediana calidad de los mismos para el consumo humano.

2. Objetivos perseguidos (señalar los que se traten de conseguir con la actuación)

Los objetivos del proyecto persiguen la necesidad y conveniencia de solucionar de forma conjunta el abastecimiento de Ciudad Real y su Comarca, ampliando y modernizando el sistema existente exclusivo de Ciudad Real, constituyendo un sistema más capaz de aducción desde el embalse de Gasset, ampliando la producción de agua potable, incrementado el volumen de regulación y mejorando el suministro evitando pérdidas en los tramos obsoletos. Todo ello, se concreta en:

1. Garantizar el abastecimiento sostenible de Ciudad Real y su Comarca, -municipios de Alcolea de Calatrava, Carrión de Calatrava, Miguelturra , Picón, Poblete y Torralba de Calatrava.
2. Establecer un sistema comarcal de abastecimiento de agua potable, en lugar de mantenimiento de sistemas aislados.
3. Proporcionar dotaciones unitarias por habitante y día adecuadas a las necesidades de abastecimiento.
4. Incremento de la capacidad de transporte de agua desde el embalse de Gasset a la Estación de Tratamiento de Agua Potable (en adelante ETAP), y en consecuencia un incremento de la capacidad de tratamiento de esta planta.
5. Aumento de la capacidad de impulsión a los depósitos de la Atalaya.
6. Incremento de la capacidad de almacenamiento de agua tratada.
7. Extensión de las arterias de abastecimiento de agua, incluyendo el cierre del anillo perimetral exterior.
8. Renovaciones en la red de distribución de agua en tramos de materiales obsoletos y/o de mala calidad.
9. Mejora de la calidad del agua.
10. Dar cumplimiento a la Ley 11/2005 de 22 de junio, que ha modificado la ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, en cuyo anejo de inversiones se incluye esta actuación.

2. ADECUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN A LO ESTABLECIDO POR LA LEGISLACIÓN Y LOS PLANES Y PROGRAMAS VIGENTES

Se realizará a continuación un análisis de la coherencia de los objetivos concretos de la actuación (descritos en 1) con los que establece la planificación hidrológica vigente.

En concreto, conteste a las cuestiones siguientes, justificando, en todo caso, la respuesta elegida:

1. ¿La actuación contribuye a la mejora del estado ecológico de las masas de aguas superficiales, subterráneas, de transición o costeras?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Permitirá garantizar el abastecimiento a la población, disminuyendo las extracciones de aguas subterráneas del Acuífero 23, declarado sobreexplotado, con lo que favorecerá la mejora de las masas de agua subterráneas.

2. ¿La actuación contribuye a la mejora del estado de la flora, fauna, hábitats y ecosistemas acuáticos, terrestres, humedales o marinos?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La sustitución de aguas subterráneas por aguas superficiales, va a contribuir a mejorar el desarrollo sostenible de los ecosistemas, destacando especialmente los existentes en los parques nacionales de las Tablas de Daimiel.

3. ¿La actuación contribuye a la utilización más eficiente (reducción de los m³ de agua consumida por persona y día o de los m³ de agua consumida por euro producido de agua)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no va a contribuir a la reducción de los m³ de agua consumida por persona y día.

4. ¿La actuación contribuye a promover una mejora de la disponibilidad de agua a largo plazo y de la sostenibilidad de su uso?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Con la ejecución de esta infraestructura se va a lograr un mejor aprovechamiento de los recursos regulados y se va a lograr una disminución de las pérdidas actuales del sistema, en general bastante obsoleto contribuyendo por tanto a la mejora de la sostenibilidad de su uso.

El presente proyecto contribuye al uso sostenible del agua a través del cumplimiento de la Directiva Marco que marca los objetivos de calidad de los recursos hídricos para abastecimiento permitiendo su pervivencia en el tiempo y el aprovechamiento racional, garantizando el suministro de agua en buen estado como tal como requiere un uso del agua racional, equilibrado y equitativo.

5. ¿La actuación reduce las afecciones negativas a la calidad de las aguas por reducción de vertidos o deterioro de la calidad del agua?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación corresponde a un proyecto de abastecimiento que no lleva consigo la reducción de vertidos ni alteración de la calidad de las aguas servidas.

6. ¿La actuación contribuye a la reducción de la explotación no sostenible de aguas subterráneas?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Esta actuación que permite garantizar el abastecimiento de agua a Ciudad Real y su Comarca, a partir de recursos superficiales permitirá la sustitución de aguas subterráneas del Acuífero 23, favoreciendo la explotación sostenible de las aguas subterráneas y permitiendo establecer unos criterios de explotación más sostenibles de estos recursos.

7. ¿La actuación contribuye a la mejora de la calidad de las aguas subterráneas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La sustitución de aguas subterráneas por superficiales va a contribuir a la mejora de la calidad de las aguas subterráneas en el sentido que al liberarse estos, disminuyendo por tanto las extracciones, se evita en gran medida la concentración de los elementos que integran dichas masas de agua.

8. ¿La actuación contribuye a la mejora de la claridad de las aguas costeras y al equilibrio de las costas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La ubicación geográfica de las obras se encuentra muy alejada de zonas costeras, con lo que su influencia en la dinámica costera y equilibrio de las costas es nula.

9. ¿La actuación disminuye los efectos asociados a las inundaciones?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

No tiene influencia en la disminución de los efectos asociados a las inundaciones.

10. ¿La actuación colabora a la recuperación integral de los costes del servicio (costes de inversión, explotación, ambientales y externos)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El Convenio firmado entre Hidroguadiana, S.A y los ayuntamientos beneficiados por la actuación, contempla en las Cláusulas IV, Esquema Financiero, VI Contribución a la amortización y explotación de la obra, y VII Tarifas, las tarifas a repercutir a los usuarios beneficiados por la actuación en el que se contempla la recuperación de todos los costes asociados a la infraestructura, entre los que se encuentran los de explotación, e inversión a cargo de los usuarios.

11 ¿La actuación contribuye a incrementar la disponibilidad y regulación de recursos hídricos en la cuenca?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El proyecto, aunque no es un proyecto específico de regulación, contribuye en cierta medida a aumentar la disponibilidad y regulación de recursos hídricos, en cuanto a que las infraestructuras proyectadas van a permitir un uso más eficiente, una reducción de las pérdidas de agua en las conducciones que va a redundar en una mejora de la disponibilidad de los recursos regulados en ambos embalses. No obstante, las dotaciones aumentarán una vez realizada la actuación, por lo que no se podría hablar de eficiencia en sentido estricto.

Al limitarse las extracciones de agua subterránea, igualmente se van a incrementar las disponibilidades de recursos subterráneos, que se va a destinar a la mejora ambiental a través del incremento de la recarga para el mantenimiento de ecosistemas como se ha señalado con anterioridad (p.e Tablas de Daimiel).

12. ¿La actuación contribuye a la conservación y gestión sostenible de los dominios públicos terrestres hidráulicos y de los marítimo-terrestres?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Constituyen el dominio público-hidráulico del estado, las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables, con independencia del tiempo de renovación. Con esta actuación se va a conseguir una limitación en la extracción de recursos subterráneos.

13. La actuación colabora en la asignación de las aguas de mejor calidad al abastecimiento de población?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación va a colaborar en gran medida a la asignación de recursos de mejor calidad para el abastecimiento a Ciudad Real y su Comarca. En este sentido, la sustitución de aguas subterráneas por aguas superficiales implica una mejor calidad de las mismas para abastecimiento.

14. ¿La actuación contribuye a la mejora de la seguridad en el sistema (seguridad en presas, reducción de daños por catástrofe, etc)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Al tratarse de un proyecto de abastecimiento, entre los objetivos de la actuación no se encuentran los comentados en el enunciado, por lo que no va a contribuir a la mejora de la seguridad en el sistema.

15. ¿La actuación contribuye al mantenimiento del caudal ecológico?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El proyecto considera, tal y como prevé la Directiva Marco del Agua, esta demanda ambiental como prioritaria frente al resto de usos del agua.

16. ¿Con cuál o cuáles de las siguientes normas o programas la actuación es coherente?

- a) Texto Refundido de la Ley de Aguas
- b) Ley 11/2005 por la que se modifica la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional
- c) Programa AGUA
- d) Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)

Justificar la respuesta:

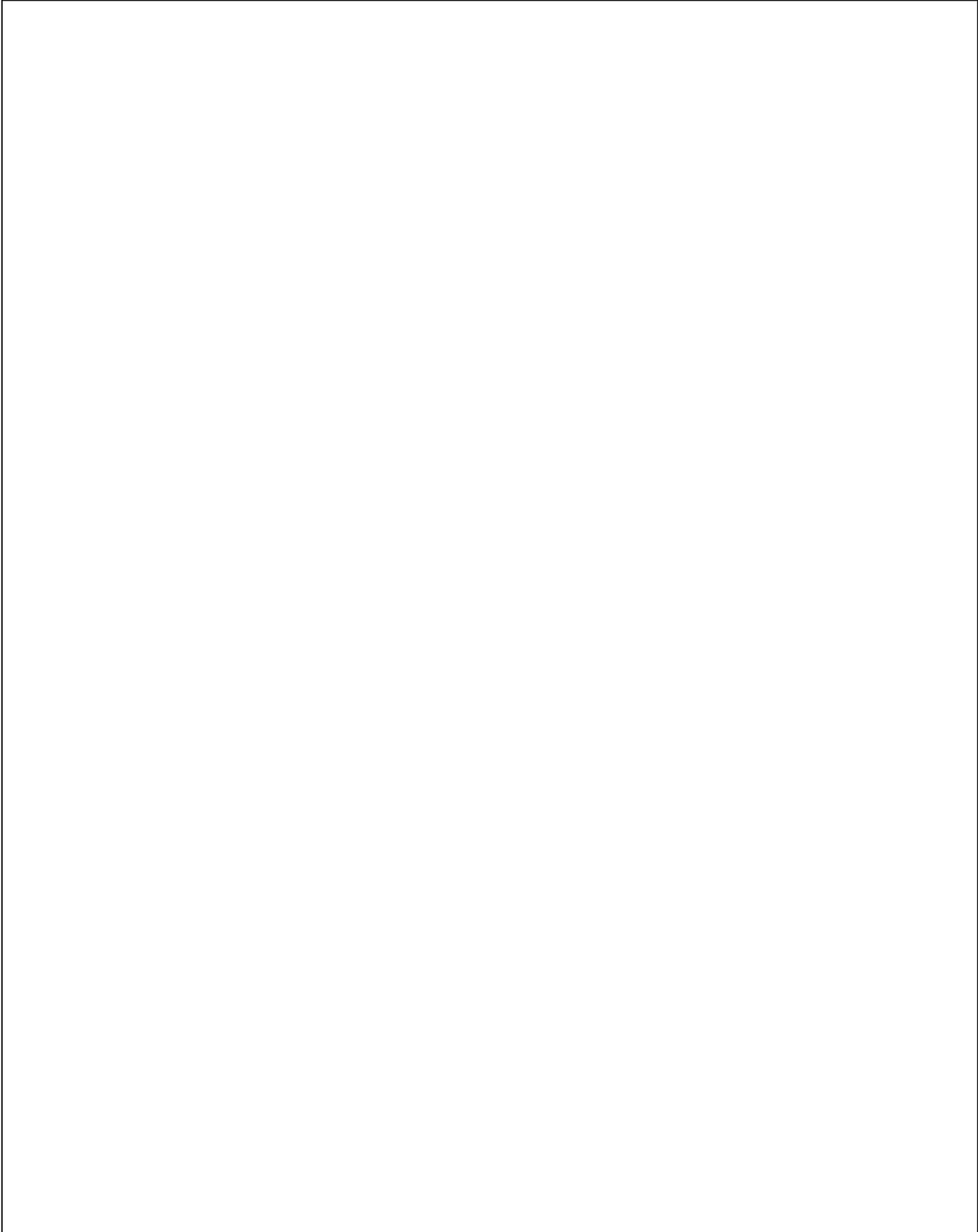
La actuación tiene por objetivos los previstos en el Texto Refundido de la Ley de Aguas, en concreto los previstos en el art. 40, al propiciar la protección del dominio público hidráulico (por disminuir el consumo de las aguas subterráneas) y al satisfacer las demandas de agua, el equilibrio y la armonización del desarrollo rural e incrementar las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

La actuación se encuentra incluida en el anejo de inversiones de la Ley 11/2005 por la que se modifica la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional

Conjuntamente, la actuación permite un ahorro y una mayor eficiencia en el uso del agua, así como una mayor garantía de disponibilidad y de calidad en el suministro. Ambos objetivos se encuentran recogidos en el Programa Agua.

La actuación promueve los objetivos previstos en la Directiva Marco del Agua y por consiguiente, los ejes básicos del Programa Agua, al posibilitar el suministro suficiente de agua superficial en buen estado, tal como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo, y evitar el deterioro a largo plazo de los aspectos cuantitativos y cualitativos de las aguas subterráneas. Por otra parte, tal y como ya se ha mencionado contribuye a un mejor estado de las aguas subterráneas y superficiales que tendrá repercusiones positivas en los ecosistemas terrestres asociados a dichas masas de agua.

En el caso de que se considere que la actuación no es coherente con este marco legal o de programación, se propondrá una posible adaptación de sus objetivos.



3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Se sintetizará a continuación la información más relevante de forma clara y concisa. Incluirá, en todo caso, la localización de la actuación, un cuadro resumen de sus características más importantes y un esquema de su funcionalidad.

Localización

Demarcación Hidrográfica: Guadiana.

Cuenca Hidrográfica: Guadiana.

Comunidad Autónoma: Castilla-La Mancha.

Provincia: Ciudad Real.

Municipios Abastecidos: Ciudad Real, Miguelturra, Poblete, Picón, Alcolea de Calatrava, Carrión de Calatrava y Torralba de Calatrava.

Igualmente, se han dimensionado las infraestructuras para poder atender el abastecimiento de los municipios de Malagón, Fernán Caballero, Fuente el Fresno y Los Cortijos.

Antecedentes

El actual sistema de abastecimiento de Ciudad Real abastece a los municipios de Ciudad Real, Miguelturra y Carrión de Calatrava. El funcionamiento actual de dicho sistema puede considerarse como satisfactorio, aunque se considera que está llegando al límite de su capacidad.

También ocurre que alguna de las infraestructuras de dicho sistema de abastecimiento están en condiciones precarias debido a la antigüedad de las mismas. Concretamente se han detectado los siguientes problemas fundamentales en el sistema de abastecimiento actual:

- El canal de abastecimiento desde la presa de Gasset es muy viejo y necesita de un mantenimiento muy frecuente.
- La capacidad de tratamiento de la ETAP se encuentra al límite de los volúmenes demandados en la actualidad, además algunas de las instalaciones y equipos de la ETAP están en mal estado o en condiciones precarias.
- La impulsión de hormigón desde la ETAP hasta los depósitos de La Atalaya se encuentra bastante deteriorada, pudiendo considerarse que ha llegado al final de su vida útil.
- La capacidad de regulación de los depósitos de La Atalaya es muy limitada para los volúmenes que se están demandando y mucho más para los que se prevén próximamente.
- Falta de un cierre del anillo exterior de Ciudad Real para completar la red de distribución del sistema.

Ante este panorama, se consideró necesario el prever una actuación para resolver las deficiencias actuales y que también solucionara las previsiones futuras de necesidades de abastecimiento. La actuación fue incluida en el Anexo II de la Ley 10/2001, de 5 de Julio, del Plan Hidrológico Nacional, por lo que se encuentra declarada de interés general.

La actuación prevista inicialmente, y que se sacó a concurso, contemplaba un sistema de abastecimiento que diera servicio a los siguientes municipios:

- Ciudad Real
- Carrión de Calatrava
- Picón
- Torralba de Calatrava
- Miguelturra
- Alcolea de Calatrava
- Poblete

Para ello se justificaba necesario proyectar los siguientes elementos o infraestructuras:

- Nueva conducción de abastecimiento desde la presa de Gasset hasta la ETAP de Ciudad Real.
- Ampliación de la ETAP de Ciudad Real de manera que se aumente la capacidad de tratamiento de la misma.
- Nueva impulsión desde la ETAP de Ciudad Real hasta los depósitos de La Atalaya.
- Nuevo depósito de almacenamiento en La Atalaya.
- Cierre del anillo hídrico exterior de Ciudad Real.
- Completado de parte de la red de distribución de Ciudad Real.

Objeto

El objeto del Proyecto es la definición, valoración y justificación de la infraestructura hidráulica necesaria para poder atender las necesidades de Ciudad Real, Miguelturra, Carrión de Calatrava, Alcolea de Calatrava, Picón, Poblete, Torralba de Calatrava, Fernán Caballero, Malagón, Fuente el Fresno y Los Cortijos.

Las obras objeto del proyecto, son las siguientes:

- Nueva conducción desde la presa de Gasset hasta la ETAP de Ciudad Real.
- Ampliación de la ETAP de Ciudad Real, hasta una capacidad de tratamiento de 900 l/s.
- Nueva impulsión desde la ETAP de Ciudad Real hasta el nuevo depósito de La Atalaya.
- Nuevo depósito de regulación de La Atalaya, con una capacidad de 27.500 m³.
- Cierre del anillo hídrico exterior de la red de distribución de Ciudad Real.
- Sistema de abastecimiento de las barriadas de La Atalaya y La Poblachuela.
- Tubería de conexión entre el anillo hídrico exterior de Ciudad Real y la red de distribución de Miguelturra.

Descripción de las obras

Construcción de una nueva tubería de diámetro 800 mm. y longitud 11 Km., siguiendo aproximadamente la traza de la existente, desde el embalse de Gasset hasta la ETAP de Ciudad Real. Adicionalmente construcción de una nueva estación de bombeo, junto a la ETAP, e impulsión de 4 Km. de longitud y 50 m.c.a., para llevar el agua a los nuevos depósitos de 30.000 m³ de capacidad a ubicar en cabecera y cola del sistema. Construcción del cierre de la red arterial de distribución de abastecimiento tanto a la zona Norte como Sur.

La ampliación del sistema comarcal se realizará mediante una estación de bombeo e impulsión con una nueva tubería de diámetro 350 mm y longitud 12 Km desde la ETAP de Ciudad Real hasta la conexión con las conducciones existentes de abastecimiento a Fernán Caballero y Malagón-Fuente el Fresno, junto al embalse de

Gasset, y una nueva conducción de 200 mm de diámetro y de 24 Km de longitud desde Malagón hasta Los Cortijos y la construcción de los nuevos depósitos necesarios para regulación del nuevo ramal.

1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO DE MEJORA DE LA CONDUCCIÓN PARA ABASTECIMIENTO A CIUDAD REAL. CONDUCCIÓN GASSET-ETAP

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Provincia de ubicación..... Ciudad Real
- Términos Municipales..... Fernán Caballero, Miguelturra y Ciudad Real
- Número de Municipios abastecidos..... 11
- Origen del agua de abastecimiento..... Embalse de Gasset
- Población máxima abastecida (año 2.030)..... 143.460 habitantes
- Caudal de diseño conducción Presa de Gasset-ETAP 833 l/s
- Longitud de conducción Presa de Gasset-ETAP 11.431 m

CONEXIÓN CON OBRA DE TOMA Y BOMBEO EN GASSET

- Punto de Conexión con Obra de Toma En conducto de Desagüe de Fondo
- Cota del eje del desagüe de fondo 612,95 m
- Cota de N.M.N. en presa de Gasset..... 625,50 m
- Cota mínima de toma 614,00 m
- Tipología del conducto de aspiración Fundición Dúctil clase K9
- Diámetro del conducto de aspiración 1.000 mm
- Longitud del conducto de aspiración 102 m
- Dimensiones en planta del edificio de bombeo 16,40 x 8,40 m
- Nº de bombas en el bombeo en Gasset..... 2+1
- Caudal unitario de las bombas ≈ 420 l/s
- Altura manométrica máxima del bombeo 8,50 m
- Potencia eléctrica de las bombas ≈ 56 KW / Ud
- Potencia del motor de las bombas 75 KW / Ud

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y GRUPO ELECTRÓGENO

- Dimensiones en planta del edificio del C.T..... 8,50 x 7,90 m
- Potencia del transformador instalado 250 KVA
- Potencia del grupo electrógeno instalado..... 135 KVA

CONDUCCIÓN EMBALSE DE GASSET-ETAP DE CIUDAD REAL

La conducción desde el embalse de Gasset a la ETAP de Ciudad Real, se ha diseñado de manera que siga sensiblemente el trazado del actual canal de abastecimiento, el cual se demolerá. Además, dicha conducción se ha subdividido en los siguientes tramos:

- Tramo I Presa de Gasset-estribo de aguas arriba de El Vicario
- Tramo II Estribo de aguas arriba de la estructura de paso de El Vicario
- Tramo III Estructura de paso sobre el embalse de El Vicario
- Tramo IV Estribo de aguas abajo de la estructura de paso de El Vicario

- Tramo V Estribo de aguas abajo de El Vicario-ETAP de Ciudad Real

Las tipologías de las tuberías, las longitudes y los diámetros de los tramos en que se subdivide esta conducción, son los siguientes:

Tramo	Tipología	Diámetro (mm)	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)
I	Fundición clase K9	1.000	0+000	9+671	9.671
II	Fundición clase K9	800	9+671	9+836	165
III	Acero Helico. L275	800	9+836	10+352	516
IV	Fundición clase K9	800	10+352	10+363	11
V	Fundición clase K9	1.000	10+363	11+431	1.068
<i>Total</i>			0+000	11+431	11.431

- Cota inicial de la conducción 613,00 m
- Cota final de la conducción 604,80 m
- Caudal de diseño de la conducción 833 l/s

El paso de esta conducción sobre el embalse de El Vicario se realiza aprovechando la estructura de paso existente, que consiste en apoyos de hormigón armado espaciados 20 metros entre sí.

El paso bajo la Carretera N-401 se realiza mediante una hincia de un tubo de hormigón armado de 1.600 mm de diámetro.

A lo largo de la conducción proyectada hay una serie de arquetas, concretamente hay las siguientes:

- Arquetas para alojamiento de ventosas 29 Ud
- Arquetas para desagües 30 Ud
- Arquetas para alojamiento de válvulas de corte 6 Ud
- Arquetas para alojamiento de caudalímetro 1 Ud

INSTRUMENTACIÓN Y TELECONTROL

- Canalización para Fibra Óptica (tubos de PEAD ϕ 90 mm) 2 x 11.431 m
- Longitud de cable de Fibra Óptica 11.511 m
- Arquetas para colocación del cable de Fibra Óptica 215 Ud
- Nº de Controladores en la presa de Gasset 1 Ud

SERVICIOS AFECTADOS

- Tipo de Servicios Afectados Líneas eléctricas, telefónicas y Gasoducto
- Ubicación de líneas eléctricas afectadas P.K. 0+830 y 3+670
- Ubicación de línea telefónica afectada P.K. 11+330
- Ubicación de gasoducto afectado P.K. 1+800

2.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO DE MEJORA DE LA CONDUCCIÓN PARA ABASTECIMIENTO A CIUDAD REAL. AMPLIACIÓN ETAP, IMPULSIÓN Y DEPÓSITO DE LA ATALAYA Y CIERRE DEL ANILLO HÍDRICO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Provincia de ubicación Ciudad Real
- Términos Municipales Fernán Caballero, Ciudad Real y Miguelturra
- Número de Municipios abastecidos 11
- Origen del agua de abastecimiento Embalse de Gasset
- Ampliación de capacidad de tratamiento de ETAP 400 l/s
- Capacidad futura total de tratamiento de ETAP 900 l/s
- Caudal de diseño Impulsión ETAP-La Atalaya 776 l/s
- Longitud de Impulsión ETAP-La Atalaya 3.917 m
- Capacidad de nuevo depósito de La Atalaya 27.500 m³
- Longitud del Cierre del Anillo Hídrico Exterior de Ciudad Real 1.217 m
- Longitud de la Conexión entre el Anillo Hídrico y Miguelturra 1.300 m
- Caudal de diseño Impulsión ETAP-Fernán Caballero 86 l/s
- Longitud de Impulsión ETAP-Fernán Caballero 11.225 m

AMPLIACIÓN DE LA ETAP DE CIUDAD REAL

- Capacidad actual de tratamiento de la ETAP 500 l/s
- Capacidad de tratamiento de la ampliación de la ETAP 400 l/s
- Capacidad de tratamiento prevista de la ETAP 900 l/s
- Potencia de Transformador 800 KVA
- Potencia del Grupo Electrógeno 360 KVA

LÍNEA DE AGUA

BOMBEO DE AGUA BRUTA

- Caudal a impulsar 900 l/s
- Nº unidades 4 (3+1)
- Caudal unitario 300 l/s
- Altura manométrica 8
- Potencia 45,0 kW

CÁMARA DE PREOZONIZACIÓN

- Caudal a tratar 900 l/s
- Nº unidades 1
- Volumen unitario primer Compartimento 108 m³
- Tiempo de retención a Q punta 2 min
- Número de difusores cerámicos 22
- Volumen unitario zona tranquilización 67,50 m³
- Tiempo de retención a Q punta 1,25 min

CÁMARAS DE MEZCLA RÁPIDA

- Caudal a tratar 400 l/s
- Nº unidades 2

- Volumen unitario 16,5 m³
- Tiempo de retención a Q punta 1,38 min
- N° Agitadores por cámara 1
- Potencia unitaria 1,10 kW

CÁMARAS DE FLOCULACIÓN

- Caudal a tratar 400 l/s
- N° unidades 2
- Volumen unitario 271,2 m³
- Tiempo de retención a Q punta 23 min
- N° Agitadores por cámara 2

DECANTACIÓN LAMELAR

- Caudal a tratar 400 l/s
- N° unidades 2
- Forma del decantador Rectangular con cuatro cuencos tronco piramidales
- Tipo Lamelar
- Longitud unitaria 16.13 m
- Anchura unitaria 10 m
- N° canaletas longitudinales por decantador 7
- N° canaletas transversales por decantador 1
- N° de bombas de recirculación de fangos 2 (1+1)
- Caudal unitario 100 m³/h
- Destino Cámaras de mezcla
- N° de bombas de recirculación de fangos 3(2+1)
- Caudal unitario 30 m³/h
- Destino de purga de fangos Depósito de homogenización de fangos

FILTROS DE ARENA

- Caudal a tratar 400 l/s
- N° unidades 6
- Superficie unitaria 42m²
- Tipo de relleno Arena
- Repartición de caudal Canal con central
- N° filtros en lavado 1
- Tiempo entre lavados 48 horas
- Ciclo de lavado
 - 1° Aire (Esponjamiento)
 - 2° Aire-Agua (Arrastre)
 - 3° Agua (Aclarado)
- N° soplantes de lavado 2 (1+1)
Común con lavado de filtros de carbón activo
- Caudal unitario 2.520 m³/h
- N° bombas de lavado 3 (2+1)
Común con lavado de filtros de carbón activo
- Caudal unitario 630 m³/h

DEPOSITO DE AGUA FILTRADA

- Volumen deposito de agua filtrada 290 m³

DEPOSITO DE RECUPERADA

- Caudal a tratar 400 l/s
- Capacidad del deposito de agua recuperada 2 lavados
- Volumen deposito de agua recuperada 412,5 m³
- N° de bombas de agua recuperada 2 (1+1)
- Caudal unitario 225 m³/h
- Destino agua recuperada Arqueta de entrada a líneas nuevas
- N° de bombas de agua recuperada 2 (1+1)
- Caudal unitario 225 m³/h
- Destino fangos Depósito de homogeneización de fangos

BOMBEO A FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

- Caudal a tratar 400 l/s
- N° de bombas de recirculación de fangos 3 (2+1)
- Caudal unitario 720 m³/h
- Altura 7 m.c.a
- Potencia 30,0 kW
- Destino Cámaras de mezcla

FILTROS DE CARBÓN ACTIVO GRANULAR

- Caudal a tratar 400 l/s
- N° unidades 4
- Superficie unitaria 42 m²
- Tipo de relleno Carbón Activo Granular
- Repartición de caudal Canal con vertedero central
- N° filtros en lavado 1
- Tiempo entre lavados 48 horas
- Ciclo de lavado 1° Aire (Esponjamiento), 2° Aire-Agua (Arrastre)
- N° soplantes de lavado 2 (1+1)
Común con lavado de filtros de arena
- Caudal unitario 2.520 m³/h
- N° bombas de lavado 3 (2+1)
Común con lavado de filtros de arena
- Caudal unitario 630 m³/h

LÍNEA DE FANGOS

DEPÓSITO DE HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS

- Origen de los fangos
 - Purga de decantación lamelas (líneas nuevas)
 - Fangos del depósito de recuperación de agua de lavado

- Purga de fangos de líneas acelerador existentes
- Volumen 270 m³
- Tiempo de retención 1 día

ESPESAMIENTO DE FANGOS POR GRAVEDAD

- N° unidades 1
- Origen de los fangos
 - Depósito de homogenización de fangos
 - Fangos de líneas densadeg existentes
- Diámetro 6,4 m

DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

- N° unidades 1
- Caudal 7,5 m³/h

TOLVA DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS

- N° unidades 1
- Capacidad de almacenamiento 20 m³

DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

	Punto de dosificación	Dosis media	Dosis Punta
Preozonización	Cámara de preozonización	1 ppm	1,5 ppm
Precloración	Cámara de mezcla rápida	3 ppm	4 ppm
Cloración final	Entrada al depósito de agua tratada	1 ppm	3 ppm
Sulfato de alúmina	Cámara de mezcla rápida	20 ppm	50 ppm
Poliectrolito	Salida cámara de mezcla rápida	0,1 ppm	0,2 ppm

TRATAMIENTO DE FUGAS DE CLORO

Método de tratamiento	Adsorción con hidróxido sódico al 25%
Destino de la sosa gastada	Tratamiento por gestor autorizado

BOMBEO ETAP DE CIUDAD REAL-DEPÓSITO DE LA ATALAYA

- N° de bombas en el bombeo a La Atalaya 3+1
- Caudal unitario de las bombas ≈ 260 l/s
- Altura manométrica del bombeo 97,03 m
- Potencia eléctrica de las bombas ≈ 393 Kw
- Volumen del calderín antiarriete 10.000 litros

IMPULSIÓN ETAP DE CIUDAD REAL-DEPÓSITOS DE LA ATALAYA

- Tipología de la Impulsión ETAP-La AtalayaFundición Dúctil clase K9
- Diámetro de la Impulsión ETAP-La Atalaya..... 800 mm
- Longitud de la Impulsión ETAP-La Atalaya 3.917 m
- Cota inicial de la Impulsión 600,40 m
- Cota final de la Impulsión..... 685,70 m
- Caudal de diseño de la Impulsión 776 l/s

NUEVO DEPÓSITO DE LA ATALAYA

- Volumen del nuevo depósito de La Atalaya.....27.500 m³
- TipologíaDe hormigón armado y planta rectangular
- CubiertaPlacas nervadas sobre jácenas pretensazas prefabricadas
- Longitud interior módulo 55,00 m
- Anchura interior módulo 43,80 m
- Capacidad total27.463 m³
- Módulos 2
- Cota solera..... 680,00 m.s.n.m.
- Cota máxima de coronación 691,95 m.s.n.m.
- Carrera de agua..... 5,70 m
- Conducción de salida a depósitos existentes Fundición dúctil junta flexible
- Conducción de vaciado..... Fundición dúctil junta flexible

CIERRE DEL ANILLO HÍDRICO EXTERIOR DE CIUDAD REAL

- Tipología del Cierre del Anillo Hídrico.....Fundición Dúctil clase K9
- Diámetro del Cierre del Anillo Hídrico..... 500 mm
- Longitud del Cierre del Anillo Hídrico..... 1.217 m

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A LA POBLACHUELA Y LA ATALAYA

- Tipología de tuberías PEAD PE100

El resumen de las tuberías del sistema de abastecimiento a La Poblachuela y La Atalaya, es el siguiente:

	LA ATALAYA	LA POBLACHUELA	TOTAL
DIÁMETRO (mm)	<i>LONGITUD (m)</i>	LONGITUD (m)	LONGITUD (m)
110	6.601	-----	6.601
125	-----	1.967	1.967
160	2.295	3.019	5.314
180	-----	1.671	1.671
200	626	3.594	4.220
250	-----	3.043	3.043
TOTAL	9.522	13.294	22.816

CONDUCCIÓN DE CONEXIÓN ANILLO HÍDRICO-MIGUELTURRA

- Tipología de la Conducción a MiguelturraFundición Dúctil clase K9
- Diámetro de la Conducción a Miguelturra..... 300 mm
- Longitud de la Conducción a Miguelturra..... \approx 1.300 m

IMPULSIÓN ETAP DE CIUDAD REAL-FERNÁN CABALLERO

- Tipología de la Impulsión ETAP-Fernán Caballero.....Fundición Dúctil clase K9
- Diámetro de la Impulsión ETAP-Fernán Caballero..... 300 mm
- Longitud de la Impulsión ETAP-Fernán Caballero..... 11.225 m
- Cota inicial de la Impulsión 600,40 m
- Cota final de la Impulsión..... \approx 670,00 m
- Caudal de diseño de la Impulsión..... 86 l/s

4. EFICACIA DE LA PROPUESTA TÉCNICA PARA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS¹

1. Alternativas posibles para un análisis comparado coste-eficacia (Posibles actuaciones que llevarían a una consecución de objetivos similares en particular en el campo de la gestión de recursos hídricos):

El agua disponible para el sistema de abastecimiento de Ciudad Real y su comarca, tiene su origen actual en los siguientes elementos:

- Embalse de Gasset, a través de un canal de abastecimiento y de una tubería en presión de 600 mm de diámetro.
- Sondeos en Torralba de Calatrava y Ojos de San Lorenzo.
- Sondeos en el propio recinto de la ETAP.

Con objeto de contar con un sistema de abastecimiento comarcal fiable y de garantías en cantidad y calidad, lo previsto será utilizar únicamente los recursos procedentes del embalse de Gasset, a través de la conducción proyectada, y también las aguas trasvasadas al embalse de Gasset procedentes del embalse de Torre de Abraham, a través de una conducción prevista por HIDROGUADIANA.

Por todo ello, se ha realizado un estudio de soluciones, en el que se ha estudiado distintas tipologías de las conducciones y distintos procesos para la ampliación de la ETAP de Ciudad Real.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CONDUCCIÓN.

Para la definición y selección del tipo de conducción idóneo para este proyecto se han analizado los siguientes aspectos:

- Estudio de diámetros de las conducciones.
- Estudio de Alternativas de los Materiales.
- Estudio económico de las tuberías

1.- ESTUDIO DE DIÁMETROS DE LAS CONDUCCIONES.

Junto con la elección del material de la tubería, la determinación de su diámetro constituye el elemento de mayor importancia en el diseño de la instalación. El diámetro incide no sólo en el precio de la obra, sino que también condiciona de manera importante la funcionalidad, dado que está directamente relacionado con la capacidad de la conducción.

Dependiendo del material adoptado existen una serie de diámetros normalizados o nominales, que además harán referencia a la circunferencia exterior en el caso de los plásticos o a la interior en el resto. La designación del diámetro nominal en los tubos de fundición dúctil depende, a su vez, de la serie a la que pertenezcan, debiéndose tener en cuenta posteriormente el revestimiento de mortero interior.

Como hemos indicado anteriormente, el diámetro de la tubería incide fundamentalmente en dos aspectos, el comportamiento hidráulico reflejado en el régimen de velocidades del flujo, por un lado, y el precio de la obra, por otro.

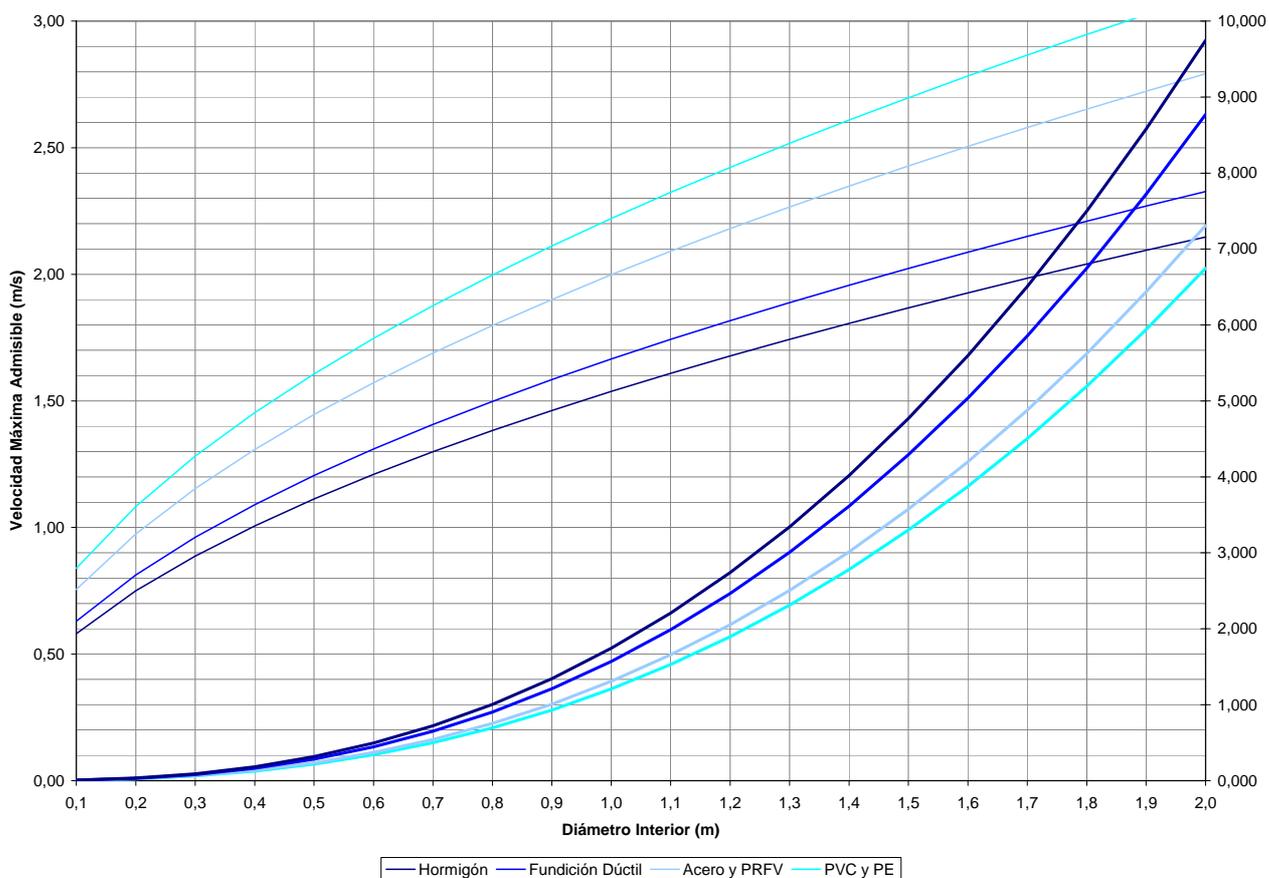
¹ Originales o adaptados, en su caso, según lo descrito en 2.

1.1.- Criterio de Velocidades Admisibles

La relación entre la sección de una conducción y la velocidad del flujo en su interior, para un caudal determinado, es inmediata bajo la hipótesis de régimen permanente. Cuanto mayor esta sección, que vendrá determinada por el diámetro, menor será la velocidad en su interior y viceversa.

La velocidad del flujo incide, por un lado, en las pérdidas de carga lineales que pudieran generarse y, por otro, en la durabilidad de la conducción, en función del material de la misma. La durabilidad exigible a la tubería, sin embargo, es una cualidad intrínseca al propio material, como hemos visto en el apartado anterior, por lo que estas velocidades máximas admisibles vendrán determinadas por él.

En la "Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión" del CEDEX, así como en las diversas publicaciones técnicas elaboradas por distintos fabricantes se proporcionan valores orientativos de velocidades máximas admisibles. Así, por ejemplo, la IET-80, a falta de estudios concretos, recomienda de manera general no exceder velocidades de 3 m/s en tubos de hormigón. En la Guía Técnica del CEDEX se hace referencia a la expresión de Mougnie, que relaciona la velocidad con el diámetro interno, éste en metros. Si, además, se acepta que la expresión anterior haya sido desarrollada para el caso de tuberías de hormigón, las velocidades máximas admisibles para otros materiales, a igualdad de pérdida de carga, calculadas simplificadaamente con la fórmula de Manning, quedarían reflejadas en la siguiente gráfica y tabla correspondiente. Aunque la fórmula de Mougnie proporciona valores algo conservadores, se emplea de forma habitual en el diseño de conducciones.



VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES SEGÚN DIÁMETROS Y MATERIALES					CAUDALES MÁXIMOS ADMISIBLES SEGÚN DIÁMETROS Y MATERIALES				
Diámetros (m.)	Materiales				Diámetros (m.)	Materiales			
	Hormigón	Fundición Dúctil	Acero y PRFV	PVC y PE		Hormigón	Fundición Dúctil	Acero y PRFV	PVC y PE
0,1	0,58	0,63	0,76	0,84	0,1	0,005	0,005	0,006	0,007
0,2	0,75	0,81	0,98	1,08	0,2	0,024	0,026	0,031	0,034
0,3	0,89	0,96	1,15	1,28	0,3	0,063	0,068	0,082	0,091
0,4	1,01	1,09	1,31	1,45	0,4	0,126	0,137	0,164	0,183
0,5	1,11	1,21	1,45	1,61	0,5	0,218	0,237	0,284	0,316
0,6	1,21	1,31	1,57	1,75	0,6	0,342	0,370	0,445	0,494
0,7	1,30	1,41	1,69	1,88	0,7	0,500	0,542	0,650	0,722
0,8	1,38	1,50	1,80	2,00	0,8	0,695	0,753	0,904	1,004
0,9	1,46	1,58	1,90	2,11	0,9	0,930	1,008	1,209	1,343
1,0	1,54	1,67	2,00	2,22	1,0	1,207	1,308	1,569	1,744
1,1	1,61	1,74	2,09	2,32	1,1	1,529	1,656	1,987	2,208
1,2	1,68	1,82	2,18	2,42	1,2	1,897	2,055	2,466	2,740
1,3	1,74	1,89	2,27	2,52	1,3	2,313	2,506	3,007	3,341
1,4	1,81	1,96	2,35	2,61	1,4	2,780	3,012	3,615	4,016
1,5	1,87	2,02	2,43	2,70	1,5	3,300	3,575	4,290	4,767
1,6	1,93	2,09	2,50	2,78	1,6	3,874	4,197	5,036	5,596
1,7	1,98	2,15	2,58	2,87	1,7	4,504	4,879	5,855	6,506
1,8	2,04	2,21	2,65	2,95	1,8	5,192	5,624	6,749	7,499
1,9	2,09	2,27	2,72	3,03	1,9	5,939	6,434	7,721	8,578
2,0	2,15	2,33	2,79	3,10	2,0	6,747	7,309	8,771	9,746

Por otro lado, velocidades excesivamente bajas pueden dar lugar a problemas de sedimentaciones e incrustaciones, por lo que no se admitirán velocidades inferiores a 0,5 m/s. De forma general podemos indicar que los valores habituales de velocidades máximas en servicio para tuberías a presión pueden oscilar entre 1,5 y 2,5 m/s.

1.2.- Rango de Velocidades de las Conducciones

Los caudales máximos de diseño de las conducciones proyectadas, obtenidos en el Anejo nº4 “Estudio de Necesidades de Abastecimiento”, son los siguientes:

- Conducción Presa de Gasset – ETAP de Ciudad Real: 833 l/s
- Impulsión ETAP de Ciudad Real – Depósitos de La Atalaya: 776 l/s

Por otro lado, los caudales mínimos que se prevé que circulen por las conducciones proyectadas, también obtenidos en el Anejo nº4, son los siguientes:

- Conducción Presa de Gasset – ETAP de Ciudad Real: 391 l/s
- Impulsión ETAP de Ciudad Real – Depósitos de La Atalaya: 391 l/s

Así para un rango de diámetros que oscila entre 600 y 1.100 mm, las velocidades que se dan para los caudales de diseño correspondientes, son las siguientes:

VELOCIDAD EN EL INTERIOR DE LA CONDUCCIÓN (m/s)							
CONDUCCIÓN	CAUDALES (l/s)	DIÁMETROS INTERIORES (mm)					
		600,00	700	800	900	1.000	1.100
Presa de Gasset - ETAP	833,00	2,95	2,16	1,66	1,31	1,06	0,88
	391,00	1,38	1,02	0,78	0,61	0,50	0,41
ETAP - Depósitos de La Atalaya	776,00	2,74	2,02	1,54	1,22	0,99	0,82
	391,00	1,38	1,02	0,78	0,61	0,50	0,41

A la vista de las velocidades obtenidas, se concluye que el diámetro 600 mm es pequeño, pues en él se producen velocidades elevadas (mayores de 2,50 m/s). También se considera que las velocidades son algo elevadas para el diámetro 700 mm. Por otro lado se tiene que los diámetros 800, 900 y 1.000 mm, podrían ser válidos, mientras que para el diámetro 1.100 mm las velocidades para la situación para caudales mínimos están por debajo de lo aconsejado, así es un diámetro demasiado grande.

Por lo tanto se van estudiar las posibilidades de diámetros de 800, 900 y 1.000 mm.

2.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE MATERIALES.

La selección del material a utilizar en una conducción de transporte de agua a presión depende de muchos factores:

1. Costo
2. Facilidad de transporte y montaje
3. Resistencia a cargas internas y externas
4. Protección requerida
5. Mantenimiento necesario
6. Vida útil prevista

Existen otros factores a tener en cuenta de más difícil valoración, como son la tradición de un determinado material en la zona y el conocimiento que montadores y personal de mantenimiento tengan del mismo.

2.1.-Requerimientos Generales de los Materiales

A las tuberías de transporte de agua a presión se les exige una serie de propiedades hidráulicas, estructurales, etc. que pueden clasificarse de la siguiente forma.

- a) Desde el punto de vista funcional hidráulico será necesaria:
 - Impermeabilidad para que no se produzcan fugas del fluido que transporta, la cual no es sólo función del material de la tubería, sino también del tipo, calidad y número de uniones necesarias entre los elementos.
 - Mínima rugosidad interna que suponga pocas pérdidas de energía en el transporte y no permita la incrustación de sales y materiales que lleve el fluido en suspensión y/o disolución.

b) Desde el punto de vista estructural la tubería deberá tener:

- Suficiente resistencia frente a las acciones externas e internas tanto en la fase de explotación como en la de construcción.
- Resistencia a la corrosión, tanto interna como externa; y resistencia al envejecimiento, es decir, al mantenimiento de las propiedades del material con el tiempo.

c) El material idóneo para las tuberías debe presentar otras características como:

- Flexibilidad para adaptarse a la forma del trazado de la zanja tanto en planta como en alzado. Esto facilita el curvado y disminuye el número de piezas en formas de codos.
- Facilidad de transporte y montaje. Esto depende de la densidad del material y el espesor a disponer por razones de resistencia mecánica.

2.2.- Caracterización de los Materiales

Existe una amplia gama de materiales para tubería. Los que presentan una utilización más generalizada son:

- Metales: Acero y fundición.
- Plásticos: Polietileno (PE), policloruro de vinilo (PVC-U) y poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).
- Con cemento: Hormigón armado o pretensado y con camisa de chapa.

Metales

Se caracterizan, como materiales para la fabricación de tuberías, por las siguientes características generales:

- a) Se trata de materiales de comportamiento elástico desde el punto de vista estructural (siempre que no se supere el límite elástico propio del material), pudiendo también trabajar, no obstante, una vez superado éste, en una cierta zona plástica, antes de llegar a la rotura. Las acciones que recaen sobre ellos, siempre que trabajen en zona elástica, producen deformaciones y tensiones que no dependen del tiempo que dure la aplicación de dichas acciones. Tienen un amplio rango de temperaturas dentro del cual no se ven afectadas sus propiedades de manera sensible.
- b) Presentan altas resistencias mecánicas, sobre todo trabajando a tracción, lo que les hace aptos para el caso de presiones de servicio altas o medias; cuando las presiones de servicio son bajas puede ocurrir que se desaproveche material, pues el espesor de cálculo (muy bajo, sobre todo para diámetros pequeños o medios) se verá superado por el espesor realmente dispuesto, que no puede bajar de un cierto mínimo, por razones prácticas de fabricación y constructivas.
- c) Son materiales de porosidad prácticamente nula, lo que unido a su buen comportamiento mecánico, excepcional trabajando a tracción, garantizan muy bien la estanqueidad en el cuerpo de los tubos, quedando dependiente la estanqueidad de la tubería fundamentalmente de la calidad de las uniones entre ellos.

- d) Por el contrario, en lo referente a la resistencia a la corrosión, son materiales vulnerables frente a ella, teniendo que disponerse las adecuadas medidas de protección para las tuberías metálicas enterradas (revestimientos y protección catódica).
- e) Presentan, en general, una rugosidad no muy alta en las paredes internas de los tubos, rugosidad que, además, se ve disminuida con la aplicación de los revestimientos de protección contra la corrosión, citados anteriormente, por ejemplo, de resinas epoxi.
- f) Se trata de materiales de gran densidad, lo que tiene por consecuencia, a pesar de que normalmente se disponen espesores reducidos, que tengan un elevado peso por metro lineal de tubería. Esto determina la necesidad de disponer maquinaria pesada y medios potentes de manipulación e izado en la fase de construcción y montaje de la tubería en obra.

Tuberías de Acero

Los tubos se fabrican por dos sistemas diferentes: Sin soldadura (por extrusión a partir de un producto macizo) o con soldadura (por conformación a partir de un producto plano laminado en caliente o en frío, hasta obtener la forma cilíndrica y posterior soldado de los bordes; la soldadura puede ser longitudinal o helicoidal). A continuación, se dan unos valores indicativos medios, pero en cada caso se deberán utilizar los valores correspondientes a la clase o tipo de acero que se esté considerando:

- Densidad : 7.800 kg / m³.
- Rugosidad absoluta en pared interna de la tubería (valor indicativo): $K = 0,05$ mm.
- Resistencia mínima a tracción: 360 a 650 Mpa
- Límite elástico mínimo: 225 a 355 Mpa
- Alargamiento mínimo en rotura: 19 a 25 %
- Módulo elástico: 210.000 Mpa
- Diámetro nominal (DN), igual al diámetro exterior: de 25 a 2500 mm
- Presión máxima de trabajo: En la práctica actual de las tuberías de agua no tiene límite (puede teóricamente alcanzar perfectamente valores del orden de 50-100 bar, en función del tipo de acero y de la relación e/D_e).
- Longitud media mínima de los tubos: 6 a 14,5 m.
- Uniones entre tubos: por soldadura (a tope o a solape); no soldadas (enchufe, manguito o bridas).
- Protección frente a la corrosión: revestimientos metálicos, de resinas epoxi, de materiales plásticos (polietileno, poliuretano, etc.), de mortero de cemento, además del sistema de protección catódica.
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,01 mm/m °C

Tuberías de Fundición

La fundición para la fabricación de tuberías deberá ser dúctil o también denominada nodular; habiéndose eliminado completamente la fundición gris para ello, por su inconveniente de rotura frágil. Hay dos sistemas de fabricación: colada en molde de arena o metálico y colada por centrifugación. Igualmente se indican unos valores medios, a efectos informativos:

- Densidad : 7.050 kg / m³
- Rugosidad absoluta en pared interna de la tubería: $K = 0,10$ mm.
- Resistencia mínima a tracción: 420 Mpa.

- Límite convencional de elasticidad: 270 - 300 Mpa.
- Alargamiento en rotura: 5 a 10 %
- Módulo elástico: 170.000 Mpa.
- Dureza Brinell máxima: 230 – 250
- Diámetro Nominal (DN), prácticamente igual al diámetro interior: de 60 a 2000 mm Espesor mínimo: 6 mm (tubos) y 7 mm (piezas especiales).
- Presión nominal (PN): 10 - 16 - 25 - 40 bar
- Longitud de los tubos: 6 m (para tubos hasta DN 600).
- Uniones entre tubos: Enchufe, manguito, bridas, mecánica (no acorrojada y acorrojada). No admite uniones soldadas.
- Protección frente a la corrosión: revestimiento bituminoso (no suele necesitar protección catódica).

Plásticos

Sus características generales son las siguientes:

- a) Como indica su propia denominación, se trata de materiales de comportamiento mecánico no elástico, trabajando siempre en zona plástica, por su propia estructura molecular y polimérica. Así que las deformaciones y tensiones que se producen en las tuberías de materiales plásticos, a consecuencia de las acciones que recaen sobre ellas, son función del tiempo de dura la aplicación de las acciones. También son susceptibles de manera apreciable a la temperatura de servicio, disminuyendo, en general, sus características mecánicas en cuanto sube la temperatura. No obstante, se tiene en cuenta dicha disminución de resistencia con el tiempo, tomando los correspondientes coeficientes de seguridad (curvas de regresión), disponiéndose ya de suficiente experiencia acumulada de sus años de servicio, para poder garantizar su buen comportamiento a lo largo del período de proyecto (usualmente 50 años).
- b) Los materiales plásticos se dividen en dos grandes grupos: termoplásticos y termoestables. Los primeros pueden manipularse, mediante la acción combinada de calor y presión, para cambiar de forma tantas veces como se quiera, sin variar su composición química ni su estructura molecular. Son termoplásticos el polietileno y el policloruro de vinilo. Los termoestables experimentan durante su fabricación un proceso químico irreversible, que impide su manipulación para cambio de forma posteriormente; un ejemplo de plástico termoestable es el poliéster.
- c) La resistencia mecánica de los plásticos no es muy grande, lo que los hace apropiados para tuberías que trabajen a presiones bajas o medias, quedando excluida su utilización para el caso de altas presiones de servicio; en los diámetros pequeños admiten presiones apreciables, sin embargo, según va creciendo el diámetro la presión de servicio se va haciendo cada vez más pequeña.
- d) Dan muy buena prestación en lo referente a la estanquidad en el cuerpo de los tubos, por su casi nula porosidad y su buen comportamiento frente a las tensiones de tracción, dependiendo por tanto la estanqueidad de la tubería del tipo y calidad de las uniones entre los tubos.
- e) Son materiales de gran resistencia a la corrosión, por lo que son ideales para su utilización cuando se atraviesan terrenos muy agresivos y/o se transportan fluidos de naturaleza agresiva. No necesitan, por ello, sistemas de protección frente a la corrosión, como los metales.

- f) Tienen muy poca rugosidad en las paredes internas de los tubos, lo que determina su excelente comportamiento para el movimiento del fluido, produciéndose un apreciable ahorro en el consumo de energía en su transporte por la tubería.
- g) Se trata, en general, de materiales de baja densidad, lo que determina un peso por metro lineal de tubería pequeño, lo que facilita su manipulación y montaje.

Tuberías de Polietileno (PE)

El material empleado en la fabricación de los tubos es resina de polietileno, obtenida por polimerización del etileno. Hay cinco clases de resina utilizables como material de tubería: las denominadas PE 32, PE 40, PE 63, PE 80 y PE 100, en orden creciente de resistencia mecánica. En general, la fabricación de los tubos es por extrusión y la de las piezas especiales por inyección en moldes o mediante manipulación, soldando trozos de tubos. En principio, no se utiliza este material cuando la temperatura del agua a transportar sea superior a 45 °C. Como ejemplo, y a título meramente informativo, en lo que sigue a continuación, se indican algunas características del polietileno tipo PE 100:

- Densidad : 950 a 965 kg/m³. Se trata de polietileno de alta densidad (PEAD 100).
- Rugosidad absoluta pared interna de la tubería: $K = 0,008$ mm.
- Tensión mínima requerida (MRS): 10 MPa. [valor del "límite inferior de confianza" (LCL) aproximado por defecto al número más próximo de una serie de números normalizados (números de Renard)]. LCL es el valor de la tensión de tracción tangencial a la sección circular de la tubería que se produce en el material trabajando a presión interna a larga duración (50 años) y a 20 °C, con un nivel de confianza no menor del 97,5 %.
- Tensión de diseño: la tensión de tracción admisible del material trabajando a presión interna y que se obtiene dividiendo MRS por un coeficiente de seguridad (C), que en el caso del HDPE 100 y para agua, se toma $C = 1,25$; por lo tanto, tensión de diseño = 8 MPa.
- Resistencia a la tracción: > 19 MPa.
- Módulo "elástico": 1.200 MPa.
- Presión nominal (PN): es la presión interna máxima de trabajo permitida en utilización continuada durante 50 años a la temperatura de servicio de 20 °C. Está normalizada en los siguientes valores: 4 - 6,3 - 10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 bar.
- Alargamiento en la rotura: > 350 %.
- Diámetro nominal (DN): coincide con el diámetro exterior y hay una gama que va de 20 a 1600 mm.
- Longitud de los tubos: 12 m para tubos rectos; para diámetros igual o menores de 90 mm se puede presentar en bobinas o rollos con tope de PN en 16 bar.
- Uniones entre tubos: mediante soldadura (por calor y presión), que puede ser a tope, por manguitos electrosoldables y por embocadura; mediante accesorios mecánicos: con embocadura para junta elástica, a compresión y con bridas metálicas.
- Protección frente a la corrosión: no necesita.
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,2 mm/m °C.
- Temperatura de inducción a la oxidación: > 230 °C.
- Color: negro o azul (éste último aplicable especialmente al agua potable; el color amarillo se suele reservar para PE de media densidad para tuberías de gas). El color negro se consigue mediante la

adición de un pigmento que hace que el material sea más resistente a la acción de los rayos ultravioleta. Los tubos de color azul no se deben exponer a la luz solar.

Tuberías de Policloruro de Vinilo no Plastificado (PVC-U)

El material empleado en la fabricación de los tubos es resina de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). En general, la fabricación de los tubos se hace por extrusión y la de las piezas especiales por inyección en moldes o bien a partir del tubo. En principio, no se utiliza este material cuando la temperatura del agua a transportar es superior a 45 °C o en instalaciones expuestas a las radiaciones solares. Se dan unos valores medios, como los siguientes:

- Densidad: 1.350 a 1.460 kg/m³.
- Rugosidad absoluta en pared interna de la tubería: K = 0,01 mm.
- Tensión mínima requerida (MRS): > 25 MPa. Véase la definición de MRS en el apartado referente al polietileno.
- Tensión de diseño: 12,5 MPa, para un coeficiente de seguridad (C= 2).
- Resistencia a la tracción: > 47 MPa (valor mínimo).
- Módulo "elástico": 3.500 MPa.
- Presión nominal (PN): (con la misma definición que para el polietileno) está normalizada en el siguiente rango de valores: 6 a 25 bar.
- Alargamiento en la rotura: > 80 %.
- Diámetro nominal (DN): coincide con el diámetro exterior y hay una gama que va de 12 a 1000 mm
- Longitud de los tubos: 6 m (longitud nominal normalizada).
- Uniones entre tubos: junta elástica (con anillo elastomérico), junta con bridas (metálicas o de plástico), junta mecánica (Gibault, etc.) y junta encolada. No admite uniones por soldadura.
- Protección frente a la corrosión: no necesita.
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,08 mm/m °C.
- Temperatura de reblandecimiento Vicat: > 80 °C (tubos) y > 74 °C.
- Color : gris, azul o crema.

Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV)

Se trata de un material compuesto de una resina plástica reforzada con fibras de vidrio. La fabricación de los tubos se realiza por uno de los tres procedimientos siguientes: arrollamiento mecánico sobre mandril, centrifugación o contacto; las piezas especiales, a su vez, se fabrican de una de las tres maneras siguientes: moldeo por contacto, moldeo mecanizado o por soldadura de trozos de tubo.

El tubo consiste en una única pieza estructural constituida por tres capas perfectamente adheridas entre sí: 1a capa, revestimiento interior, a base de resina termoestable (poliéster) o termoplástica; su misión es proporcionar las características hidráulicas, químicas y la resistencia a la abrasión. 2a capa, parte estructural, básicamente constituida por resina termoestable (poliéster), fibra de vidrio y, según el procedimiento de fabricación empleado, carga estructural de cuarzo u otro material inerte; es la que soporta fundamentalmente los esfuerzos mecánicos. 3a capa, revestimiento exterior, formado por resina termoestable (poliéster) y, según el procedimiento de fabricación utilizado, cargas o aditivos que garanticen sus propiedades; su misión es garantizar la protección del tubo. Aunque depende mucho de los sistemas empleados en su fabricación, se exponen a continuación, algunos valores medios de sus características:

- Densidad: 1.900 kg/m³.
- Rugosidad absoluta pared interna de la tubería: K = 0,030 mm.
- Contenido en fibra de vidrio: > 10 % en peso.
- Temperatura de distorsión térmica de la resina de poliéster: > 70 °C.
- Módulo "elástico": 10.000 - 20.000 MPa.
- Presión nominal (PN): varía en el siguiente rango de valores: 2,5 a 63 bar.
- Rigidez circunferencial específica = representa su rigidez a flexión transversal por unidad de longitud del tubo a corto o a largo plazo.
- Rigidez nominal (rigidez circunferencial específica a corto plazo): está normalizada en los siguientes valores, 630 - 1.250 - 2.500 - 5.000 - 10.000 Pa.
- Dureza Barcol: > 80 % del valor correspondiente a la resina utilizada.
- Diámetro nominal (DN): coincide aproximadamente con el diámetro interior en la llamada Serie A y con el diámetro exterior en la Serie B; hay una gama que va de 100 a 3000 mm.
- Longitudes nominales de los tubos: 3-5- 6-10-12 m.
- Uniones entre tubos: Flexibles (enchufe y campana, con anillo elastomérico, y manguitos con elemento de estanqueidad); Rígidas (con bridas, fijas o móviles; encoladas, con enchufe y extremo liso; roscadas; vendadas a tope). Este último tipo de unión equivale a una soldadura, pero es de gran dificultad su realización en obra.
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,02 mm/m °C.
- Protección frente a la corrosión: no necesita.

Materiales con Cemento

Son materiales compuestos, que combinan con una matriz pétreo (cemento y áridos; mortero u hormigón) otros materiales (fibras diversas, armaduras de acero) que mejoran su comportamiento mecánico a tracción. Tienen las siguientes características generales:

- a) Presentan buena resistencia mecánica, si exceptuamos el problema de su mal comportamiento a tracción, lo que se mejora con armaduras y fibras, pero sigue quedando el problema de la estanqueidad, lo que obliga en el caso de las tuberías de hormigón a la disposición de una camisa de chapa de acero embebida en la masa del hormigón, que se encarga de asegurar la estanqueidad, que de otra manera las fisuras del material pétreo no garantizaría. Igualmente se deberá prestar atención al tipo de unión entre los tubos, en lo que respecta a la estanqueidad del conjunto.
- b) Respecto a la resistencia a la corrosión, las armaduras y la camisa de chapa deben ser protegidas frente a ella, lo que se consigue cuidando el espesor y calidad del recubrimiento de hormigón, así como con ciertos revestimientos o pinturas (alquitrán, pinturas de poliuretano, etc.), en el caso de terrenos agresivos. Esto tiene una importancia marcada en el caso de las tuberías de hormigón pretensado, en los que es de vital importancia evitar la corrosión de las armaduras de pretensado.
- c) Presentan una rugosidad relativamente alta de las paredes interiores de la tubería, comparativamente con los materiales metálicos y plásticos.
- d) Por su propia concepción estructural resultan tuberías de espesor apreciable, lo que determina dos hechos, uno positivo y otro negativo. El primero, su gran rigidez transversal, lo que les hace muy

resistentes a las acciones exteriores de aplastamiento u ovalización, procedentes del relleno del terreno, sobrecargas, etc. Esto tiene más importancia cuanto mayor sea el diámetro. Sin embargo, en cuanto a la presión interior, se tiene que limitar su utilización al caso de las presiones bajas y medias. Como las tensiones producidas por la presión interior dependen del producto presión por diámetro, cuando este producto supera cierto valor, la cuantía de armaduras a colocar es tal que no es practicable hacer el tubo de hormigón armado, pasando en ese caso al tipo de hormigón pretensado.

- e) El hecho negativo citado anteriormente consiste en el gran peso resultante por metro lineal de tubería, lo que determina una difícil manipulación en obra, y que se deba acortar la longitud de los tubos, lo que obliga a mayor número de uniones entre ellos.

Tubo de hormigón armado o pretensado (sin camisa de chapa de acero): Aunque teóricamente se podrían utilizar, para presiones interiores de hasta 4 bar, tuberías de hormigón armado sin camisa de chapa, no es una práctica recomendable en el caso de abastecimiento de agua potable, para evitar el peligro de contaminaciones por entrada de agua externa.

Tubo de hormigón armado con camisa de chapa: Está formado por una pared de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa de acero, que le confiere estanqueidad, y una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, arrollada sobre la camisa. Normalmente la camisa de chapa está situada más próxima al paramento interior que las armaduras y entre este paramento y la camisa pueden disponerse armaduras transversales y longitudinales o bien un mallazo, dependiendo del diámetro del tubo.

Tubo de hormigón pretensado transversalmente, con camisa de chapa: Está formado por un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa, que le confiere estanqueidad, un alambre de acero de alta resistencia que se enrolla helicoidalmente alrededor del núcleo, postensado a una tensión previamente fijada, que se designa tensión de zunchado, y un revestimiento exterior, de espesor y naturaleza variable, cuya misión principal es la protección del alambre. El núcleo zunchado, sin el revestimiento exterior, se denomina primario. Este tipo de tubo tiene dos variantes: camisa embebida y camisa revestida, según que la camisa de chapa del núcleo esté revestida de hormigón por ambos lados o bien únicamente por el interior.

- Presión de timbre: Es la presión interior que, en ausencia de cargas externas, debe soportar el tubo con ciertos criterios tensionales aplicables al hormigón y a las armaduras. Coincide con la presión en la que aparece la fisuración controlada.
- La clasificación de los tubos de hormigón se realiza en base al tipo de tubo de que se trate, a su diámetro nominal (DN) y a su presión de timbre. Los tubos de hormigón armado o pretensado no quedan unívocamente clasificados con el diámetro nominal y la presión de timbre, puesto que para un mismo problema planteado tenemos disponibles diversas soluciones, variando parámetros tales como el espesor, la cuantía y disposición de armaduras, etc.
- Diámetros normalizados (DN) (suele coincidir con el diámetro interior): de 200 a 4.000 mm.
- Longitud de los tubos: como límite, se suele tomar el ratio de que no exceda de 21 veces el DN (según va creciendo el diámetro se limitará, además, la longitud por razones prácticas, para limitar el peso de cada unidad de tubo, que haga posible su transporte y manipulación en obra).
- Densidad: 2.400 kg/m³.
- Rugosidad absoluta pared interna de la tubería: $K = 0,30 - 3,0$ mm.
- Módulo elástico (a compresión): 28.000 - 35.000 MPa.

- Uniones entre tubos: En general, se utilizan uniones a base de boquillas de chapa de acero, que vienen soldadas a la camisa de chapa, aunque con mayor espesor que ella; la unión entre boquillas se puede hacer mediante soldadura o por acoplamiento de encaje de las propias boquillas, disponiendo como elemento de estanquidad anillos elastoméricos.
- Protección frente a la corrosión: Se necesita protección catódica para las armaduras y la camisa de chapa de acero.

A continuación se incluye una tabla resumen con las principales características de los diferentes materiales considerados.

	Polietileno (PE)	Policloruro de vinilo (PVC)	Acero (A)	Fundición Dúctil (FD)	Poliéster (PRFV)	Hormigón con Camisa (HCCH)
Densidad (Kg/m ³)	960	1420	7850	7050	1900	2400
Fragilidad	No	No	No	No	Sí a los choques	Sí al transporte
Presiones nominales (bar) (gamas comerciales)	25	25	100	40	32	25
Protección catódica	No necesita	No necesita	Necesita protección especial	Buena, salvo terrenos agresivos	No necesita	Buena, salvo corrientes del terreno
Alargamiento mínimo en rotura (%)	350	80	5-10	350	-	-
Facilidad de reparación	Fácil	Fácil	Bastante fácil	Fácil	Fácil	Difícil
Normalización de piezas especiales	Sí, limitada a pequeñas presiones	Sí	Sí	Sí	Sí, en otros materiales	Bajo pedido
Tipos de juntas	Rácor roscado o soldado	Enchufe o encolada	Soldadura al arco	Enchufe o acerrojada con elastómero	Varias	Manguito con anillo o soldadura
Peso (facilidad de transporte)	Escaso a medio	Escaso a medio	Elevado a medio	Medio	Discreto	Elevado
Longitudes comerciales (m)	6 y 12	6	12	6 y 7	6	6
Rugosidad (mm)	Muy Buena 0,008	Muy buena 0,01	Bastante buena 0,05	Buena (revestida) 0,1	Muy buena 0,03	Media 0,3-3,0
Localización electromagnética	No	No	Sí	Sí	No	Sí

2.3.- Empleo de materiales en función del diámetro

La existencia o no de diámetros comerciales repercute, por una parte, en el precio y por otra en la existencia de repuestos, tema a tener en consideración en el caso de averías. A continuación se muestra una tabla con los diámetros comerciales disponibles para los principales materiales.

Acero	Fundición	PE	PRFV	Hormigón
Cualquier	600-1000	50-300	300-1400	300-2500

Por su parte, la siguiente tabla nos muestra la preferencia de uso de materiales en función del diámetro, según la "Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión" elaborada por el CEDEX.

Material	Diámetro (mm)																	
	200	300	350	400	500	600	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500	3000	3500	4000
PVC																		
Polietileno																		
Fundición Dúctil																		
PRFV																		
Acero																		
Hormigón Armado con Camisa Chapa																		

Uso Ocasional 
Uso habitual 

Dicha tabla procede de estudios estadísticos y ha de ser tomada simplemente a modo indicativo, pues cualquier material que para un diámetro determinado cumpla, tanto los condicionantes hidráulicos, como estructurales y de precio competitivo, se puede considerar como adecuado.

A la vista de los diámetros manejados (800, 900 y 1.000 mm), se descarta el empleo de materiales plásticos como el PVC y el PE, dado que los diámetros habituales de los mismos resultan bastante inferiores a los necesarios para las conducciones a proyectar.

2.3.- Factores a tener en cuenta en la selección

Tipo de Terreno y Agua a Transportar

A la vista del estudio geológico-geotécnico, el terreno por el que discurre la conducción no presenta unas características especiales que condicionen el tipo de material a utilizar. La inexistencia de grandes pendientes y la ausencia de deslizamientos en los terrenos por los que discurre la traza permite utilizar cualquier tipo de material incluso aquellos que poseen una menor flexibilidad.

En ningún caso se espera el contacto de las conducciones con aguas de características físico-químicas agresivas que requiera el uso de un material de especiales características o la disposición de manguitos de protección.

Peso de los Tubos

El peso de las conducciones afecta al coste de transporte, tipo de maquinaria a utilizar y rendimientos en la ejecución de la obra.

Los dos primeros factores afectan directamente al coste que será un punto analizado posteriormente, el último factor afecta a la velocidad de la ejecución.

En este sentido, los materiales más favorables serían los de tipo plástico (poliéster) el más desfavorable el hormigón y, en un punto intermedio, se encontrará, el acero y la fundición.

Presión de Diseño

Se debe garantizar que la presión máxima de servicio sea inferior a la presión máxima que es capaz de soportar la tubería. En este sentido, los materiales plásticos son idóneos para presiones medias y bajas, mientras que el hormigón armado y los metales son apropiados para presiones medias y altas respectivamente. La siguiente tabla muestra las presiones máximas de trabajo según el material.

Acero	Fundición	PE	PRFV	Hormigón
50-100 bar	10-40 bar	4-25bar	2,5-63 bar	-

Las presiones de servicio en el presente proyecto pueden clasificarse de medias a bajas, ya que no superan en ningún momento 15 bar. Cualquiera de los materiales anteriores podría funcionar correctamente bajo estos valores aunque utilizar metales supondría un cierto desaprovechamiento de las características mecánicas de la tubería.

Durabilidad de los Materiales

Las redes de tuberías se diseñan para dar un servicio óptimo durante un periodo de tiempo que en la mayoría de los casos se estima en 50 años de vida útil. Lógicamente existen numerosos parámetros de la tubería que varían con el tiempo. Entre estos parámetros destaca:

Rugosidad

El aumento de la rugosidad influye negativamente en la pérdida de propiedades hidráulicas de la tubería. Este aumento se produce entre otras causas por la corrosión, desgaste, acumulación de residuos, etc. La ley de variación de la rugosidad en función de la "edad" de la tubería no es demasiado bien conocida. Se puede calcular la rugosidad k_t correspondiente a la edad de t años de funcionamiento de la conducción mediante la siguiente expresión lineal:

$$k_t = k_0 + \alpha \cdot t$$

siendo k_0 y k_t la rugosidad inicial y a los t años, y α un parámetro dependiente de la agresividad del agua transportada y del diámetro.

Este efecto es mayor en las tuberías de metal y hormigón que en las de plástico pudiendo llegar a ser la rugosidad de una tubería de fundición usada 40 veces superior a una de polietileno.

Existen numerosos métodos para mitigar este efecto como son la aplicación de revestimientos interiores y la limpieza y cepillado regular del interior de los tubos.

Resistencia

Los materiales plásticos sufren una variación de sus propiedades resistentes con el tiempo más apreciable que las tuberías metálicas o de hormigón.

3.- ESTUDIO ECONÓMICO DE TUBERÍAS

Desde el punto de vista económico existe una gran diferencia entre unos materiales y otros en función del diámetro adoptado. Para los diámetros menores los plásticos son mucho más baratos que los metales mientras que para los mayores diámetros los metales son los que presentan precios más competitivos, debido a un mayor aprovechamiento del material.

Coste de la Tubería

Según lo establecido en el apartado 2.2.3. del presente Anejo, los materiales que en principio pudieran ser aptos para las conducciones objeto del proyecto serían el PRFV, la fundición dúctil, el acero y el hormigón armado con camisa de chapa. Por su parte, en el apartado 2.1.2. se han seleccionado como posibles diámetros los de 800, 900 y 1.000 mm, descartando los diámetros de 600 y 700 mm por velocidades altas y el de 1.100 mm por velocidades bajas. En el cuadro siguiente se resumen los precios medios por metro lineal de tubo para cada uno de los materiales estudiados, obtenidos a partir de precios actuales de mercado de diferentes fabricantes. Además,

también se ha indicado el porcentaje de incremento de precio con respecto al material más barato.

PRECIOS DE TUBERÍAS EN FUNCIÓN DEL MATERIAL Y DEL DIÁMETRO INTERIOR

MATERIALES	DIÁMETROS INTERIORES (mm)					
	800		900		1,000	
	€/ml	%	€/ml	%	€/ml	%
Fundición Dúctil	251.32	51	295.46	52	345.96	62
P.R.F.V.	176.85	6	205.42	6	244.65	15
Acero Helicosoldado	166.56	0	193.82	0	213.22	0
HAcCCH	205.37	23	244.37	26	265.10	24

Como puede apreciarse en la tabla, la fundición dúctil y el hormigón armado con camisa de chapa son los materiales que presentan un mayor coste por metro lineal de tubo, mientras que el PRFV y el acero presentan valores similares.

Coste de Instalación y Puesta en Obra

En el coste final de la tubería no sólo influye el coste del tubo, sino que también se deben tener en cuenta otros factores como el peso, que influye en el coste de transporte, los medios y mano de obra necesaria para su colocación, que influye en el coste de ejecución, el rendimiento de los equipos, etc. De este modo se han estimado los costes de instalación para los distintos diámetros estudiados, que se presentan a continuación. El coste de instalación y puesta en obra se ha estimado como un porcentaje del coste de la tubería.

COSTE DE PUESTA EN OBRA E INSTALACIÓN SEGÚN MATERIAL Y DIÁMETRO INTERIOR

MATERIALES	DIÁMETROS INTERIORES (mm)								
	800			900			1,000		
	%/ Tub.	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	%/ Tub.	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	%/ Tub.	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)
Fundición Dúctil	8	251.32	20.11	8	295.46	23.64	8	345.96	27.68
P.R.F.V.	15	176.85	26.53	15	205.42	30.81	15	244.65	36.70
Acero Helicosoldado	19	166.56	31.65	19	193.82	36.83	19	213.22	40.51
HAcCCH	15	205.37	30.81	15	244.37	36.66	15	265.10	39.77

Como puede observarse, la instalación y puesta en obra supone un incremento sobre el coste del tubo que oscila entre el 8% y el 19%, según materiales. De todos ellos, el de mayor facilidad de ejecución sería la fundición dúctil, seguido del PRFV (15%). Se supone que en el caso del tubo de HAcCCH la junta es elástica, por lo tanto el coste de ejecución resulta inferior al correspondiente si la junta se realiza con soldadura, y suele estar en torno al 15%. En el caso del acero hay que realizar la soldadura de las juntas, por eso el coste es superior, y suele estar en torno al 20% del coste de la tubería.

Otros costes de ejecución

En el coste final del metro lineal de conducción terminada influyen también los costes de ejecución de la zanja, los de relleno de la misma y una serie de costes adicionales asociados a medidas especiales de protección de la tubería durante la vida útil de la obra. A continuación se recogen los factores más importantes que dan lugar a incrementos de costes en los precios finales de ejecución de la tubería.

El coste de la excavación de la zanja y de la ejecución del relleno de la misma, se puede considerar similar para todos los tipos de tubería. Aunque es verdad que el relleno a efectuar para las tuberías de Acero y de PRFV es más cuidadoso debido a la menor rigidez de las mismas y a su forma de desarrollar la resistencia, esa variación no es

muy significativa y se decide adoptar como un coste similar en todos los casos y por ello no se tiene en cuenta.

Otros costes de ejecución son los elementos especiales de protección frente a la corrosión para las tuberías de carácter metálico. Esta necesidad de protección vendrá determinada por la resistividad del suelo.

Las protecciones a disponer afectan solo a las tuberías de Acero, pues en las de fundición no es necesario disponer ninguna protección especial (como mangas de polietileno) pues no hay yesos en la zona, tampoco es necesario en las de hormigón armado con camisa de chapa con junta elástica pues no tiene continuidad y por lo tanto no se produce corrosión. La protección a disponer sería Protección Catódica para el Acero, y el importe de la misma respecto del coste de la tubería sería el siguiente:

OTROS COSTES DE EJECUCIÓN SEGÚN MATERIAL Y DIÁMETRO INTERIOR									
MATERIALES	DIÁMETROS INTERIORES (mm)								
	800			900			1,000		
	%/ Tub.	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	%/ Tub.	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	%/ Tub.	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)
Acero Helicosoldado	2.0	166.56	3.33	2.0	193.82	3.88	2.0	213.22	4.26

En el caso de la Tubería de Hormigón Armado con Camisa de Chapa, la Protección Catódica tiene menores requerimientos que para la Tubería de Acero, pues el hormigón ofrece cierta protección a las armaduras y a la camisa.

Costes Totales de las Tuberías

El coste total de ejecución de las distintas tuberías en función del material adoptado y del diámetro, teniendo en cuenta todos los factores económicos que se han comentado en apartados precedentes, resulta de la siguiente forma.

COSTE DE PUESTA EN OBRA E INSTALACIÓN SEGÚN MATERIAL Y DIÁMETRO INTERIOR												
MATERIALES	DIÁMETROS INTERIORES (mm)											
	800				900				1,000			
	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	Otros (€/m)	Total (€/m)	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	Otros (€/m)	Total (€/m)	Tubería (€/m)	Instal. (€/m)	Otros (€/m)	Total (€/m)
Fundición Dúctil	251.32	20.11	-----	271.43	295.46	23.64	-----	319.10	345.96	27.68	-----	373.64
P.R.F.V.	176.85	26.53	-----	203.38	205.42	30.81	-----	236.23	244.65	36.70	-----	281.35
Acero Helicosoldado	166.56	31.65	3.33	201.54	193.82	36.83	3.88	234.52	213.22	40.51	4.26	258.00
HAcCCH	205.37	30.81	-----	236.18	244.37	36.66	-----	281.03	265.10	39.77	-----	304.87

4.- SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE TUBERÍAS

Una vez estudiados los posibles diámetros para las conducciones a proyectar, los posibles materiales a usar y el coste económico de los mismos, se está en condiciones de seleccionar el tipo de tuberías a adoptar.

Para el cierre del anillo hídrico se elige la tubería de Fundición Dúctil, pues ese es el material de gran parte del resto del anillo hídrico ya existente.

La tubería de hormigón postesado con camisa de chapa y junta elástica se desecha puesto que el trazado de las conducciones es bastante irregular y con muchas curvas. Esta tubería es dificultosa de instalar en estas condiciones puesto que las juntas permiten muy poco ángulo de giro y habría que realizar una gran cantidad de piezas especiales de ángulo, para adaptarse al trazado requerido, siendo entonces enormemente caro, pues las piezas especiales se fabrican específicamente para cada giro.

Por el mantenimiento y control que exige la protección catódica para las tuberías enterradas de Acero Helicosoldado, se decide no disponer esta tubería enterrada. Sin embargo se decide utilizar como tubería autoportante para el paso del embalse de El Vicario pues es la única autoportante. Y además no necesitaría protección catódica pues los tubos no van enterrados.

Parece que económicamente la tubería más ventajosa para ser utilizada en los tramos enterrados es la de P.R.F.V., aunque bien es cierto que la tubería de Fundición Dúctil aunque es más cara, es una tubería más robusta, más resistente y duradera, y de una instalación más fácil y menos cuidadosa que la de P.R.F.V.

Por este motivo se decide colocar como tipología general de tuberías enterradas la de Fundición Dúctil.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA ETAP

Los tratamientos normalmente aplicados son:

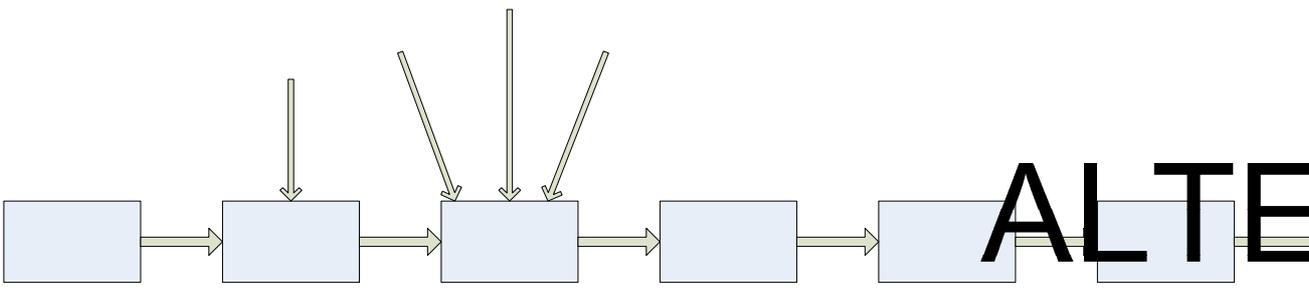
- tratamiento físico normal.
- tratamiento químico y desinfección (por ejemplo, pre-oxidación coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección final).

En condiciones normales, el agua de entrada no tiene grandes problemas, pero tendremos que tener en cuenta, que en situaciones excepcionales (sequías que hacen bajar mucho el nivel del embalse de Gasset, etc.), la calidad del agua bruta puede bajar mucho, y hace que a los tratamientos normales, tenemos que añadir procesos adicionales para asegurar la eliminación total del hierro, manganeso y cianuros. En el agua bruta que tenemos, los procesos de tratamiento tienen que:

1. preoxidar el agua, por lo menos hasta conseguir la conversión del hierro y manganeso a su forma oxidada, y la eliminación de las algas presentes en el agua bruta.
2. manipulación química, incluyendo ajuste del pH para conseguir precipitaciones de metales pesados, seguido por la coagulación y la floculación de todas las partículas sólidas.
3. eliminación de la mayor parte de los sólidos del agua, por sedimentación y decantación; la recirculación de fangos sedimentados a los reactores de floculación acelera este proceso de floculación.
4. eliminación de todas las partículas sólidas restantes, por filtración a través de lechos de arena y/o carbón; para el lavado de dichos filtros se emplea agua filtrada, por lo que es necesario construir un depósito para retener el volumen de agua filtrada necesaria.
5. desinfección final, para asegurar la esterilidad del agua filtrada y convertirla en agua tratada (potable); el efecto de la desinfección tiene que durar hasta que el agua llega a los grifos de la última casa en el recorrido de abastecimiento.

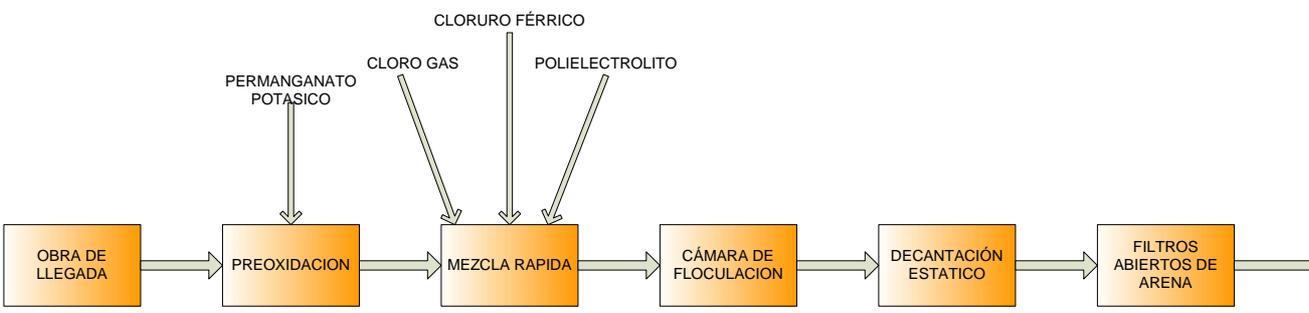
Al existir distintos procesos unitarios existen múltiples alternativas de combinación, que pueden dar una solución global mejor que los procesos unitarios por separado.

Se estudiarán cuatro alternativas:



ALTERNATIVA

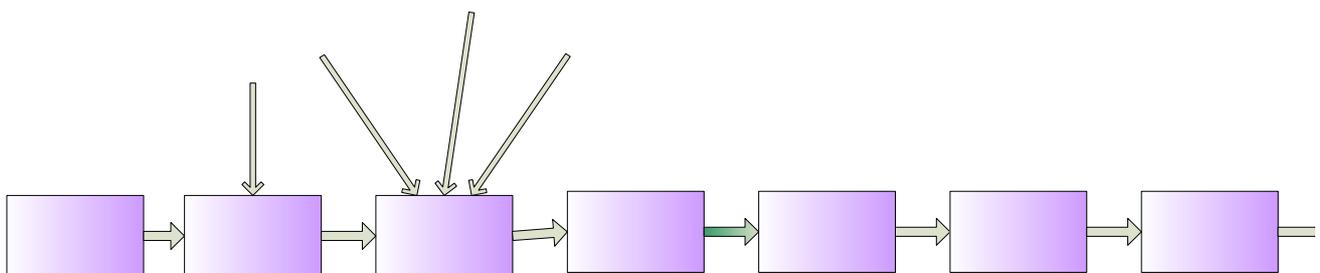
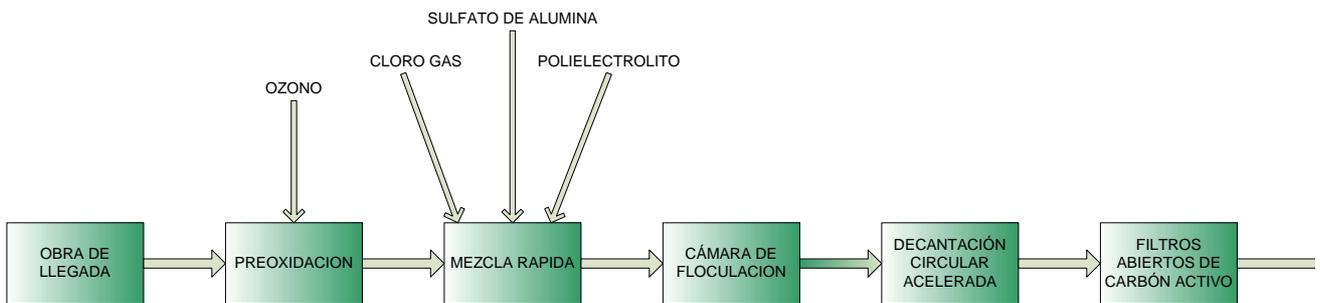
ALTERNATIVA 2



HIF

OZONO

ALTERNATIVA 3



IDONEIDAD TÉCNICA

La estación de tratamiento estará compuesta de distintos procesos, que configuran el tratamiento del agua para uso humano. De cada una de las alternativas de los procesos de tratamiento se estudiará

- Se recomienda preferentemente el uso de ozono como preoxidante de las aguas brutas, ya que es el preoxidante más fuerte, y el único que en las situaciones de agua de peor calidad (crecimiento de algas, con presencia de hierro y manganeso), da la calidad de agua necesaria. Debido a las variaciones de las características del agua de entrada, se preverá una dosificación de cloro gas en la cámara de mezcla para la desinfección, los casos en los que no sea necesaria una preoxidación fuerte.
- Debido a que en las instalaciones existentes se utiliza sulfato de alúmina, se recomienda preferentemente su uso como coagulante de las aguas brutas. Como potenciador de la coagulación se utilizará el polielectrolito aniónico.
- Estudiadas las alternativas propuestas, se recomienda el uso de decantadores lamelares, ya que tienen un funcionamiento más sencillo, aceptan bien las variaciones de caudal, y por su geometría, la disposición

permite reducir el espacio necesario.

- De las alternativas, estudiadas la mejor opción en este caso son los filtros abiertos de arena.
- una adsorción a través de filtros de carbón activo posterior se obtiene una calidad del agua óptima
- Como desinfectante final, la mejor opción es adopción de cloro gas como agente desinfectante final, por el tamaño de las instalaciones.

COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO

COSTES DE INVERSIÓN Y EXPLOTACIÓN

La alternativa que tiene un coste de inversión más alta es la alternativa nº 4, siendo la que mas procesos tiene, para asegurar la calidad.

Los costes de personal son similares en todos los casos. En los parámetros en los que existe mas diferencia es en el consumo eléctrico.

SUPERFICIE OCUPADA

La alternativa que ocupa menor espacio es la nº 4 (tendiendo en cuenta los procesos similares en las cuatro alternativas), ya que la geometría del decantador lamelar, permite la disposición compacta de las instalaciones, con una disminución de espacio muy importante.

Los decantadores estáticos (alternativa nº 2) necesitan un espacio muy importante, al igual que los filtros de cerrados (Alternativa nº 1). La geometría de los decantadores circulares acelerados hacen no se puedan modular, y que tengan unas necesidades de espacio muy grande

CALIDAD DEL AGUA TRATADA

La calidad del agua tratada de peor calidad es la de la alternativa nº 2 ya que el decantador estático no tiene capacidad de reacción en caso de punta de caudal o contaminación.

Las alternativas nº 1 y nº 3 dan agua de buena calidad, pero el proceso propuesto en la alternativa nº 4 da una calidad muy superior y una fiabilidad del proceso frente a las puntas de contaminación, al utilizar después de la filtración el proceso combinado de ozonización y filtración a través de lechos de carbón activo.

IMPACTO AMBIENTAL

En los cuatro casos el impacto ambiental es similar, pero en la alternativa nº 4 el espacio ocupado es inferior (a igualdad de procesos), con lo que el impacto ambiental será inferior.

TABLA RESUMEN

	SOLUCIÓN Nº 1	SOLUCIÓN Nº 2	SOLUCIÓN Nº 3	SOLUCIÓN Nº 4
COSTES DE INVERSIÓN (X ₁)	6	7	5	5
COSTES DE EXPLOTACIÓN (X ₂)	6	7	7	6
SUPERFICIE OCUPADA (X ₃)	6	5	6	8
CALIDAD DEL AGUA TRATADA (X ₄)	6	5	7	10
IMPACTO AMBIENTAL (X ₅)	5	6	6	7
VALORACIÓN TOTAL (X_T)	69	71	76	91

$$X_T = 2 X_1 + 2 X_2 + X_3 + 4 X_4 + 3 X_5$$

CONCLUSIÓN

De las líneas de tratamiento propuestas se elige la ALTERNATIVA N° 4, que es la que mejor se adapta a los criterios de selección adoptados

Es la alternativa más completa de todas, al combinar la filtración a través de lechos de arena y la filtración a través de lechos de carbón activo, que garantiza una calidad del agua muy superior que en las otras alternativas, pudiendo eliminar puntas de distintos contaminantes con plaguicidas, que no se puede tratar de otra manera

La forma de los equipos hace más fácil su adaptación al espacio disponible, pudiendo optar por una configuración compacta.

Facilidad de explotación del sistema de decantación, frente a los otros sistemas. El sistema lamelar tiene mayor capacidad de absorber puntas de diferentes contaminantes.

La utilización de ozono como oxidante asegura, la eliminación de las algas y la oxidación del hierro y manganeso, presente puntualmente en el agua, pudiendo adaptar la dosificación a las necesidades en cada caso. Con otros oxidantes como el permanganato, es más difícil de ajustar la dosis, con los correspondientes problemas de exceso y defecto. A esto hay que añadir, que en algunos casos las dosificaciones de permanganato necesarias no se pueden aplicar.

La cloración final es más conveniente con cloro gas, debido al tamaño de las instalaciones.

Aunque los costes de instalación y explotación son los más altos, es la única alternativa que garantiza la calidad del agua de salida con todas las calidades de agua de entrada.

2. Ventajas asociadas a la actuación en estudio que le hacen preferible a las alternativas posibles citadas:

- ❖ Mejor calidad del agua.
- ❖ Modernización de infraestructuras.
- ❖ Ampliación de la capacidad de regulación.
- ❖ Mayor control.

5. VIABILIDAD TÉCNICA

Deberá describir, a continuación, de forma concisa, los factores técnicos que han llevado a la elección de una tipología concreta para la actuación, incluyéndose concretamente información relativa a su idoneidad al tenerse en cuenta su fiabilidad en la consecución de los objetivos (por ejemplo, si supone una novedad o ya ha sido experimentada), su seguridad (por ejemplo, ante sucesos hidrológicos extremos) y su flexibilidad ante modificaciones de los datos de partida (por ejemplo, debidos al cambio climático).

Si se dispone del documento de supervisión técnica del proyecto se podrá realizar una síntesis del mismo.

- ❖ **Fiabilidad:** La solución propuesta va a proporcionar una fiabilidad total al sistema garantizando el suministro a las poblaciones en condiciones óptimas, sustituyendo los sistemas actuales de menor fiabilidad.
- ❖ **Seguridad:** La solución proyectada va a dotar de mayor seguridad al actual sistema de abastecimiento a las poblaciones, especialmente frente a situaciones de sequía.
- ❖ **Flexibilidad:** El sistema de abastecimiento proyectado dotará de mayor flexibilidad al abastecimiento actualmente existente al contar fundamentalmente con nuevos elementos de regulación.

La tipología de tubería elegida es esencialmente Fundición, empleada en numerosos abastecimientos a municipios y caracterizada entre otras cosas por su gran durabilidad, lo que garantizará el funcionamiento en perfectas condiciones durante toda la vida útil de la infraestructura, dotando a todo el sistema de unas condiciones de FIABILIDAD, SEGURIDAD Y FLEXIBILIDAD.

Por último la ETAP diseñada va a proporcionar FIABILIDAD, SEGURIDAD Y FLEXIBILIDAD al actual sistema de abastecimiento.

6. VIABILIDAD AMBIENTAL

Se analizarán aquí las posibles afecciones de la actuación a la Red Natura 2000 o a otros espacios protegidos, incluyéndose información relativa a si la afección se produce según normativas locales, autonómicas, estatales o europeas e indicándose la intensidad de la afección y los riesgos de impacto crítico (de incumplimiento de la legislación ambiental).

1. ¿Afecta la actuación a algún LIC o espacio natural protegido directamente (por ocupación de suelo protegido, ruptura de cauce, etc. o indirectamente (por afección a su flora, fauna, hábitats o ecosistemas durante la construcción o explotación pro reducción de apuntes hídricos, barreras, ruidos, etc.)?

A. DIRECTAMENTE

- a) Mucho
- b) Poco
- c) Nada
- d) Le afecta positivamente

B. INDIRECTAMENTE

- a) Mucho
- b) Poco
- c) Nada
- d) Le afecta positivamente

Tal y como declara la Autoridad responsable de supervisar la Red Natura 2000, emitida el 7 de abril de 2005, el proyecto no tendrá repercusiones significativas sobre los lugares incluidos en la red natura 2000 dado que las obras proyectadas no se encuentran no se ubican dentro, ni en las proximidades, de dichos lugares

2. Describir los efectos sobre el caudal ecológico del río y las medidas consideradas para su mantenimiento así como la estimación realizada para el volumen de caudal ecológico en el conjunto del área de afección.

No tiene efectos.

Se especificará, además, si se han analizado diversas alternativas que minimicen los impactos ambientales y si se prevén medidas o actuaciones compensatorias. En este último caso, se describirán sus principales efectos y se hará una estimación de sus costes.

3. Alternativas analizadas

Por una parte, se han analizado alternativas para la elección de diámetros y material de la conducción. Conjuntamente se ha analizado el trazado de la conducción con menor impacto ambiental, habiendo optado en los primeros 11 km por seguir la traza del actual canal de abastecimiento. El resto de la conducción se traza igualmente en paralelo con las conducciones existentes. El cruce del Vicario se realiza con tubería autoportante en paralelo a la ya existente.

Por último se han analizado diferentes alternativas para la determinación del proceso de potabilización de la ETAP, con el fin de escoger el tratamiento de agua más adecuado.

4. Impactos ambientales previstos y medidas de corrección proponibles (*Describir*).

De la valoración de impactos realizada en el documento de información ambiental se deduce que los impactos se producirán únicamente durante la fase constructiva, siendo en su mayoría poco significativos y compatibles; no obstante se han previsto en el proyecto la adopción durante el desarrollo de las obras de medidas preventivas y correctoras que minimizan las posibles afecciones. Las medidas adoptadas van destinadas a paliar la producción de polvo, ruidos, afecciones a la calidad de las aguas del embalse del Vicario, a la

vegetación y a la fauna, por último se ha previsto la restauración ambiental de la banda de afección.

6. Efectos esperables sobre los impactos de las medidas compensatorias (*Describir*).

No se han previsto medidas compensatorias.

7. Costes de las medidas compensatorias:

No se han previsto medidas compensatorias.

8. Si el proyecto ha sido sometido a un proceso reglado de evaluación ambiental se determinarán los trámites seguidos, fecha de los mismos y dictámenes.

La tipología ambiental de la actuación, no tipificada dentro de ninguno de los dos anexos de la Ley 6/2001 de Evaluación Ambiental, y el hecho de que no afecte a ningún espacio protegido de la red natura 2000, hace que el proyecto no deba someterse al proceso reglado de evaluación ambiental. Este dictamen fue emitido en fecha por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, tras analizar la documentación ambiental referente a la actuación.

Adicionalmente a lo anterior se incluirá información relativa al cumplimiento de los requisitos que para la realización de nuevas actuaciones establece la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE). Para ello se cumplimentarán los apartados siguientes:

9. Cumplimiento de los requisitos que para la realización de nuevas actuaciones según establece la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)

Para la actuación considerada se señalará una de las dos siguientes opciones.

- a. La actuación no afecta al buen estado de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece ni da lugar a su deterioro
- b. La actuación afecta al buen estado de alguna de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece o produce su deterioro

Si se ha elegido la primera de las dos opciones, se incluirá su justificación, haciéndose referencia a los análisis de características y de presiones e impactos realizados para la demarcación durante el año 2005.

Justificación

La actuación no afecta al buen estado de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece.

En el caso de haberse señalado la segunda de las opciones anteriores, se cumplimentarán los dos apartados siguientes (A y B), aportándose la información que se solicita.

A. Las principales causas de afección a las masas de agua son (*Señalar una o varias de las siguientes tres opciones*).

- a. Modificación de las características físicas de las masas de agua superficiales.
- b. Alteraciones del nivel de las masas de agua subterráneas
- c. Otros (*Especificar*): _____

B. Se verifican las siguientes condiciones (I y II) y la actuación se justifica por las siguientes razones (III, IV)

que hacen que sea compatible con lo previsto en el Artículo 4 de la Directiva Marco del agua:

I. Se adoptarán todas las medidas factibles para paliar los efectos adversos en el estado de las masas de agua afectadas

Descripción²:

II La actuación está incluida o se justificará su inclusión en el Plan de Cuenca.

- a. La actuación está incluida
- b. Ya justificada en su momento
- c. En fase de justificación
- d. Todavía no justificada

III. La actuación se realiza ya que *(Señalar una o las dos opciones siguientes)*:

- a. Es de interés público superior
- b. Los perjuicios derivados de que no se logre el buen estado de las aguas o su deterioro se ven compensados por los beneficios que se producen sobre *(Señalar una o varias de las tres opciones siguientes)*:

- a. La salud humana
- b. El mantenimiento de la seguridad humana
- c. El desarrollo sostenible

IV Los motivos a los que se debe el que la actuación propuesta no se sustituya por una opción medioambientalmente mejor son *(Señalar una o las dos opciones siguientes)*:

- a. De viabilidad técnica
- b. Derivados de unos costes desproporcionados

² Breve resumen que incluirá las medidas compensatorias ya reflejadas en 6.5. que afecten al estado de las masas de agua

7. ANALISIS FINANCIERO Y DE RECUPERACION DE COSTES

El análisis financiero tiene como objetivo determinar la viabilidad financiera de la actuación, considerando el flujo de todos los ingresos y costes (incluidos los ambientales recogidos en las medidas de corrección y compensación establecidas) durante el periodo de vida útil del proyecto. Se analizan asimismo las fuentes de financiación previstas de la actuación y la medida en la que se espera recuperar los costes a través de ingresos por tarifas y cánones; si estos existen y son aplicables, de acuerdo con lo dispuesto en la Directiva Marco del Agua (Artículo 9).

Para su realización se deberán cumplimentar los cuadros que se exponen a continuación, suministrándose además la información complementaria que se indica.

1. Costes de inversión, y explotación y mantenimiento en el año en que alcanza su pleno funcionamiento. Cálculo del precio (en €/m³) que hace que el “VAN del flujo de los ingresos menos el flujo de gastos se iguale a 0” en el periodo de vida útil del proyecto

VAN

*El método de cálculo/evaluación del análisis financiero normalmente estará basado en el cálculo del **VAN (Valor Actual Neto)** de la inversión.*

*El **VAN** es la diferencia entre el valor actual de todos los flujos positivos y el valor actual de todos los flujos negativos, descontados a una tasa de descuento determinada (del 4%), y situando el año base del cálculo aquel año en que finaliza la construcción de la obra y comienza su fase de explotación.*

La expresión matemática del VAN es:

$$\text{VAN} = \sum_{i=0}^t \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^t}$$

Donde:

B_i = beneficios

C_i = costes

r = tasa de descuento = 0'04

t = tiempo

Nota: Para el cálculo del VAN se puede utilizar la tabla siguiente. Para introducir un dato, comenzar haciendo doble “clic” en la casilla correspondiente.

Costes Inversión	Vida Util	Total (pr. 2010)	Valor Residual	Total (pr 2006)	Inversion a amortizar
Terrenos	—	464.684	464.684	442.520	0
Construcción	40	25.818.712	9.682.017	24.880.110	16.136.695
Equipamiento	25	8.606.237	0	8.293.370	8.606.237
Asistencias Técnicas	-	1.115.198	0	1.056.000	1.115.198
Tributos					
Otros	-	561.142	0	528.000	561.142
IVA	-				
Valor Actualizado de las Inversiones (Año 2009)		36.565.974	10.146.701	35.200.000	26.419.273

Costes de Explotación y Mantenimiento	Total
Personal	146.264
Mantenimiento	182.830
Energéticos	36.566
Administrativos/Gestión	36.566
Financieros	331.301
Otros	
Valor Actualizado de los Costes Operativos	733.527

Año de entrada en funcionamiento	2.010
m3/día facturados	52.986
Nº días de funcionamiento/año	365
Capacidad producción:	19.340.000
Coste Inversión (inversión a amortizar)	26.419.273
Coste Explotación y Mantenimiento	733.527

Porcentaje de la inversión en obra civil en(%)	75,00
Porcentaje de la inversión en maquinaria (%)	25,00
Periodo de Amortización de la Obra Civil	40
Período de Amortización de la Maquinaria	25
Tasa de descuento seleccionada	4
COSTE ANUAL EQUIVALENTE OBRA CIVIL €/año	1.001.095
COSTE ANUAL EQUIVALENTE MAQUINARIA €/año	422.787
COSTE DE REPOSICION ANUAL EQUIVALENTE €/año	1.423.883
Costes de inversión €/m3	0,0736
Coste de operación y mantenimiento €/m3	0,0379
Precio que iguala el VAN a 0	0,1116

NOTA: El IVA de la actuación, asciende a la cantidad de 4.724.949 €(u.m 2006), siendo 100% deducible y por tanto no formando parte de la inversión.

NOTA: Se ha considerado como valor residual para los terrenos el 100% de la inversión realizada y para la inversión en obra Civil el 37,5%, equivalente a considerar que el valor residual es lo que le queda al bien por amortizar en función de la vida útil una vez finalizado el periodo de estudio, es decir los 25 años desde el inicio de la explotación. Para el resto de componentes de la inversión, esto es, Asistencias Técnicas, Equipamiento, Otros Costes e IVA se ha considerado para el cálculo un valor residual de 0 €

2. Plan de financiación previsto

Miles de Euros (pr. 2006)

FINANCIACION DE LA INVERSIÓN	2006	2007	2008	...	Total
Aportaciones Privadas (Usuarios)					
Presupuestos del Estado					
Fondos Propios (Hidroguadiana)					
Prestamos	355	4.547	12.849		17.751
Fondos de la UE	132	3.225	9.367		12.724
Aportaciones de otras administraciones					
Otras fuentes (IVA DEDUCIBLE)	50	1.170	3.506		4.725
Total	537	8.942	25.721	...	35.200

Miles de Euros (pr. 2009)

FINANCIACION DE LA INVERSIÓN	2006	2007	2008	...	Total
Aportaciones Privadas (Usuarios)					
Presupuestos del Estado					
Fondos Propios (Hidroguadiana)					
Prestamos	388	4.824	13.234		18.446
Fondos de la UE	144	3.422	9.648		13.214
Aportaciones de otras administraciones					
Otras fuentes (IVA DEDUCIBLE)	54	1.241	3.611		4.906
Total	587	9.486	26.493	...	36.566

3. Si la actuación genera ingresos (*si no los genera ir directamente a 4*)
Análisis de recuperación de costes

Miles de Euros (pr. corrientes)

Ingresos previstos por canon y tarifas (según legislación aplicable)	1	2	3	...	25	Total
Uso Agrario						Σ
Uso Urbano	1.202	1.238	1.275		2.444	43.833
Uso Industrial						Σ
Uso Hidroeléctrico						Σ
Otros usos						Σ
Total INGRESOS	1.202	1.238	1.275		2.444	43.833

	Ingresos Totales previstos por canon y tarifas	Amortizaciones (según legislación aplicable)	Costes de conservación y explotación (directos e indirectos)	Descuentos por laminación de avenidas	Miles de Euros % de Recuperación de costes Ingresos/costes explotación amortizaciones
TOTAL (pr. corrientes)	43.833	22.849	24.713		92,16%
TOTAL (pr. 2009)	25.799	14.278	15.756		85,90%

3.1. Sistema tarifario

Los beneficiarios de la actuación pagarán una tarifa en función del volumen suministrado, es decir, el proyecto obtendrá sus ingresos a través de la venta del agua de acuerdo con el servicio prestado y como se quieren recuperar los costes de inversión, incluso los de financiación del importe de la inversión no subvencionada con Fondos de la Unión Europea (COHESIÓN), explotación y ambientales producidos por el mismo se ha establecido una tarifa media de 0,096 €/m³ (a pr 2010), para los 25 años de duración del Convenio.

Sobre esta cantidad, se aplicará el IVA correspondiente.

La tarifa vigente en Ciudad Real y su Comarca para el abastecimiento de agua en alta, es de 0,032 €/m³ y viene fijada por la Confederación Hidrográfica del Guadiana. Es preciso comentar, que esta tarifa aprovecha el efecto escala resultado de considerar el total del volumen regulado.

La información recopilada sobre las tarifas vigentes de agua (distribución en baja) a aplicar arroja los siguientes resultados, en el caso del Ayuntamiento de Ciudad Real, principal consumidor:

A) CUOTA FIJA. EUROS

Por trimestre y usuario..... 5,527

B) CUOTA VARIABLE. EURO/M3

B.1 Uso doméstico.

- De 0 a 10 m³ trimestre y usuario..... 0,124
- De 11 a 20 m³ trimestre y usuario.....0,279
- De 21 a 45 m³ trimestre y usuario.....0,558
- De 46 a 100 m³ trimestre y usuario.....1,519
- Más de 100 m³ trimestre y usuario.....2,159
- Miguelturra y Carrión de Cva..... 0,310

B.2 Uso industrial. EURO/M3

- Primeros 100 m³ trimestre y usuario..... 0,527
- El consumo que exceda de 100 m³ hasta 250 m³.... trimestre y usuario..... 0,734
- El consumo que exceda de 250 m³ hasta 500 m³.... trimestre y usuario..... 0,889
- El consumo que exceda de 500 m³ trimestre y usuario..... 1,064

B.3 Universidad..... 1,405

C) A tal efecto se consideran incluidos en uso industrial, aquellas actividades económicas de transformación y producción así como también las industrias hoteleras, hospitales, colegios, institutos, residencias en general, organismos e instituciones de carácter benéfico-social, sin ánimo de lucro, las estaciones de servicio con trenes de lavado y los restaurantes, cafeterías, bares y similares y las tintorerías. La inclusión en el padrón de uso industrial será siempre rogada.

D) CUOTA DE REAPERTURA DE SUMINISTRO POR CAUSA DE CORTE EN CASO DE IMPAGO.....31 Euros

4. Si no se recuperan los costes totales, incluidos los ambientales de la actuación con los ingresos derivados de tarifas **justifique a continuación** la necesidad de subvenciones públicas y su importe asociados a los objetivos siguientes:

Por Decisión de la Comisión Europea de fecha 19/10/2006, relativa a la concesión de una ayuda del Fondo de Cohesión para este proyecto, según solicitud nº 2005.ES.16C.PE.026, se otorga según lo indicado en la Decisión C(2006) 5073, una ayuda total de 12.724.009 €.

1. Importe de la subvención en valor actual neto (Se entiende que el VAN total negativo es el reflejo de la subvención actual neta necesaria):

12,724 millones de euros. Este es el importe de ayuda contemplado en la Decisión favorable de la Comisión Europea de fecha 19/10/2006.

2. Importe anual del capital no amortizado con tarifas (subvencionado):

El importe anualizado de la subvención a percibir asciende a 0,508 millones de €, durante los 25 años de vigencia del Convenio.

3. Importe anual de los gastos de explotación no cubiertos con tarifas (subvencionados):

Todos los gastos de explotación van a ser cubiertos por las tarifas, esto implica tanto los gastos directos como los indirectos.

4. Importe de los costes ambientales (medidas de corrección y compensación) no cubiertos con tarifas (subvencionados):

Los costes ambientales se recuperan con las Tarifas. El coste de las medidas correctoras del impacto de ambiental, está incluido en la inversión.

5. ¿La no recuperación de costes afecta a los objetivos ambientales de la DMA al incrementar el consumo de agua?

- a. Si, mucho
- b. Si, algo
- c. Prácticamente no
- d. Es indiferente
- e. Reduce el consumo

Justificar:

La no recuperación del importe aportado por los Fondos de la UE no supone un incremento en el consumo de agua, no afectando a los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua, ya que los costes de explotación se van a recuperar totalmente.

6. Razones que justifican la subvención

A. La cohesión territorial. La actuación beneficia la generación de una cifra importante de empleo y renta en un área deprimida, ayudando a su convergencia hacia la renta media europea:

- a. De una forma eficiente en relación a la subvención total necesaria
- b. De una forma aceptable en relación a la subvención total necesaria
- c. La subvención es elevada en relación a la mejora de cohesión esperada
- d. La subvención es muy elevada en relación a la mejora de cohesión esperada

Justificar la contestación:

Como ya se ha comentado, la actuación se encuentra en Castilla-La Mancha declarada región objetivo 1, entre otros aspectos, porque los niveles de renta y desarrollo se encuentran por debajo de la media europea, tal y como queda patente en la Decisión de la Comisión Europea (nº CCI:2000.ES.16.1.PO.006). La contribución, en parte de la actuación a la fijación de la población al territorio puede dar lugar a la generación de empleo y renta favoreciendo por tanto la cohesión territorial.

B. Mejora de la calidad ambiental del entorno

- a. La actuación favorece una mejora de los hábitats y ecosistemas naturales de su área de influencia
- b. La actuación favorece significativamente la mejora del estado ecológico de las masas de agua
- c. La actuación favorece el mantenimiento del dominio público terrestre hidráulico o del dominio público marítimo terrestre
- d. En cualquiera de los casos anteriores ¿se considera equilibrado el beneficio ambiental producido respecto al importe de la subvención total?
 - a. Si
 - b. Parcialmente si
 - c. Parcialmente no
 - d. No

Justificar las respuestas:

La liberación de los recursos subterráneos y su efecto en el conjunto de las actividades que suponen la sobreexplotación del acuífero 23 va a contribuir a la mejora de la calidad ambiental.

C. Mejora de la competitividad de la actividad agrícola

- a. La actuación mejora la competitividad de la actividad agrícola existente que es claramente sostenible y eficiente a largo plazo en el marco de la política agrícola europea
- b. La actuación mejora la competitividad pero la actividad agrícola puede tener problemas de sostenibilidad hacia el futuro
- c. La actuación mejora la competitividad pero la actividad agrícola no es sostenible a largo plazo en el marco anterior
- d. La actuación no incide en la mejora de la competitividad agraria
- e. En cualquiera de los casos anteriores, ¿se considera equilibrado el beneficio producido sobre el sector agrario respecto al importe de la subvención total?

- a. Si
- b. Parcialmente si
- c. Parcialmente no
- d. No

Justificar las respuestas:

La actuación no favorece la competitividad agrícola al tratarse de un proyecto de abastecimiento.

D. Mejora de la seguridad de la población, por disminución del riesgo de inundaciones o de rotura de presas, etc.

- a. Número aproximado de personas beneficiadas: _____ habitantes.
- b. Valor aproximado del patrimonio afectable beneficiado: _____
- c. Nivel de probabilidad utilizado: avenida de periodo de retorno de _____ años
- d. ¿Se considera equilibrado el beneficio producido respecto al importe de la subvención total?

- a. Si
- b. Parcialmente si
- c. Parcialmente no
- d. No

Justificar las respuestas:

Al tratarse de un proyecto pensado exclusivamente para garantizar el abastecimiento a Ciudad Real y su Comarca, no se contempla entre los objetivos del mismo la disminución del riesgo de inundaciones o de rotura de presas, por lo que la población no mejora en seguridad entendida bajo este punto de vista.

E. Otros posibles motivos que, en su caso, justifiquen la subvención (*Detallar y explicar*)

Dentro de otros motivos que se pueden considerar como justificativos de la subvención, podemos destacar la contribución de la actuación a garantizar el suministro del abastecimiento a las poblaciones, así como proporcionar aguas de una mejor calidad que las obtenidas de recursos subterráneos.

A continuación explique como se prevé que se cubran los costes de explotación y mantenimiento para asegurar la viabilidad del proyecto.

En virtud del Convenio firmado entre Hidroguadiana, S.A y los Ayuntamientos de Ciudad Real, Alcolea de Calatrava, Carrión de Calatrava, Miguelturra, Picón, Poblete y Torralba de Calatrava, todos los costes de explotación de explotación y mantenimiento de la infraestructura, van a ser repercutidos directamente a los usuarios beneficiados por la actuación en la tarifa del agua, con lo que se cubrirán íntegramente.

8. ANÁLISIS SOCIO ECONÓMICO

El análisis socio económico de una actuación determina los efectos sociales y económicos esperados del proyecto que en último término lo justifican. Sintéticelo a continuación y, en la medida de lo posible, realízelo a partir de la información y estudios elaborados para la preparación de los informes del Artículo 5 de la Directiva Marco del Agua basándolo en:

1. Necesidades de nuevas aportaciones hídricas para abastecer a la población
 - a. Población del área de influencia en:
 - 1991: 86.628 habitantes
 - 1996: 89.661 habitantes
 - 2001: 92.794 habitantes
 - Padrón de 31 de diciembre de 2005: 103.387 habitantes
 - b. Población prevista para el año 2015: 116.944 habitantes
 - c. Dotación media actual de la población abastecida: 250 l/hab y día en alta
 - d. Dotación prevista tras la actuación con la población esperada en el 2015: 300 l/hab y día en alta
- Observaciones:

A la vista de lo analizado en los apartados anteriores, en los que se ha visto la población futura según el método recomendado por el MOPU, y la población futura prevista en los documentos de planeamiento existentes, se decide adoptar las siguientes cifras de población para el año horizonte de 2.030:

Municipio	Población Estable 2.030	% P.Esti/P.Esta	Población Estival 2.030	Población 2.030
Ciudad Real	85.000	-----	-----	85.000
Miguelturra	25.487	14 %	3.568	29.055
Carrión de Calatrava	3.198	31 %	991	4.189
Alcolea de Calatrava	1.809	23 %	416	2.225
Picón	863	27 %	233	1.096
Poblete	1.560	9 %	140	1.700
Torralba de Calatrava	2.696	36 %	971	3.667
Fernán Caballero	1.084	77 %	835	1.919
Malagón	8.564	6 %	514	9.078
Fuente el Fresno	3.521	18 %	634	4.155
Los Cortijos	1.176	17 %	200	1.376
TOTAL	134.958		8.502	143.460

Para la estimación de la dotación para cada uno de los Municipios estudiados, se ha empleado en el proyecto la metodología que se explica a continuación.

Para la obtención de la dotación futura, se ha seguido como referencia las "Instrucciones y Recomendaciones Técnicas Complementarias para la Elaboración de los Planes Hidrológicos de Cuencas Intercomunitarias", concretamente en su Anexo 1 se dan unos valores de Dotaciones máximas en litros por habitante y día (estas dotaciones incluyen las pérdidas en conducciones, depósitos y distribución).

En dichas Instrucciones aparecen las siguientes tablas:

<i>Primer Horizonte. Año 2.002</i>			
Población abastecida por el sistema (Municipio, área metropolitana, etc.)	Actividad Industrial Comercial		
	Alta	Media	Baja
Menos de 10.000	270	240	210
De 10.000 a 50.000	300	270	240
De 50.000 a 250.000	350	310	280
Más de 250.000	410	370	330

<i>Primer Horizonte. Año 2.012</i>			
Población abastecida por el sistema (Municipio, área metropolitana, etc.)	Actividad Industrial Comercial		
	Alta	Media	Baja
Menos de 10.000	280	250	220
De 10.000 a 50.000	310	280	250
De 50.000 a 250.000	360	330	300
Más de 250.000	410	380	350

A la vista de las tablas anteriores, se considera que las dotaciones a aplicar a los Municipios estudiados sean las siguientes:

- Poblaciones de menos de 10.000 habitantes: 300 l/hab·día
- Poblaciones de 10.000 a 50.000 habitantes: 350 l/hab·día
- Poblaciones de 50.000 a 250.000 habitantes: 400 l/hab·día
- Poblaciones de más de 250.000 habitantes: 450 l/hab·día

Es importante destacar que dentro de estas recomendaciones de dotación, se consideran incluidos los consumos domésticos, industriales, de servicios municipales y las fugas de las redes. Por lo tanto, a no ser que hubiera una industria muy importante concreta, la dotación de cada población viene determinada por el número de habitantes.

2. Incidencia sobre la agricultura:

- a. Superficie de regadío o a poner en regadío afectada: _____ ha.
 - b. Dotaciones medias y su adecuación al proyecto.
 1. Dotación actual: _____ m³/ha.
 2. Dotación tras la actuación: _____ m³/ha.
- Observaciones:

Se trata de un proyecto de abastecimiento, que no incide directamente en la actividad agrícola.

3. Efectos directos sobre la producción, empleo, productividad y renta

1. Incremento total previsible sobre la producción estimada en el área de influencia del proyecto

A. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo

B. DURANTE LA EXPLOTACIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo

g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?

- 1. primario
- 2. construcción
- 3. industria
- 4. servicios

Justificar las respuestas:

g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?

- 1. primario
- 2. construcción
- 3. industria
- 4. servicios

Durante la construcción de las obras aumentará la producción en los sectores de la construcción, servicios e industria, por todo lo que conlleva de volumen de contratación una obra de estas características. El efecto aunque importante, disminuirá en la fase de explotación, por razones obvias.

4. Incremento previsible en el empleo total actual en el área de influencia del proyecto.

A. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo

g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?

- 1. primario
- 2. construcción
- 3. industria
- 4. servicios

Justificar las respuestas:

B. DURANTE LA EXPLOTACIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo

g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?

- 1. primario
- 2. construcción
- 3. industria
- 4. servicios

La ejecución de esta infraestructura en la fase de construcción puede contribuir a un aumento considerable del empleo en el sector de la construcción y servicios, así como en industrias auxiliares de la construcción y durante la fase de explotación en los mismos sectores con mucha menos insistencia.

5. La actuación, al entrar en explotación, ¿mejorará la productividad de la economía en su área de influencia?

- a. si, mucho
- b. si, algo
- c. si, poco
- d. será indiferente
- e. la reducirá
- f. ¿a qué sector o sectores afectará de forma significativa?

- 1. agricultura
- 2. construcción
- 3. industria
- 4. servicios

Justificar la respuesta

La entrada en explotación de la infraestructura va a favorecer la fijación de la población al territorio, el desarrollo de la capital de la provincia y el mantenimiento por tanto de las actividades actuales y la posible aparición y fomento de actividades turísticas. En general el aumento de garantía para el abastecimiento con el

que contribuye el proyecto va a potenciar y mejorar las expectativas de crecimiento empresarial de la zona.

6.. Otras afecciones socioeconómicas que se consideren significativas (*Describir y justificar*).

El proyecto contribuye a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de los municipios beneficiados, en cuanto que va a proporcionar una mayor disponibilidad y calidad de recursos, mayor dotación por habitante y día, mayor garantía y menor impacto en épocas de sequía.

7.. ¿Existe afección a bienes del patrimonio histórico-cultural?

- 1. Si, muy importantes y negativas
- 2. Si, importantes y negativas
- 3. Si, pequeñas y negativas
- 4. No
- 5. Si, pero positivas

Justificar la respuesta:

No se han detectado afecciones del proyecto al patrimonio histórico-cultural.

9. CONCLUSIONES

Incluya, a continuación, un pronunciamiento expreso sobre la viabilidad del proyecto y, en su caso, las condiciones necesarias para que sea efectiva, en las fases de proyecto o de ejecución.

El proyecto es:

Por todo lo expuesto anteriormente el proyecto es **VIABLE** desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social.

El proyecto contribuye al objetivo del uso sostenible del agua a través del cumplimiento de la Directiva, que marca los objetivos de calidad de los recursos hídricos para abastecimiento.



Fdo.:

Nombre: Francisco Pastor Payá

Cargo: Director Técnico

Institución: Hidroguadiana, S.A



Informe de viabilidad correspondiente a:

Título de la Actuación: **MEJORA DE LA CONDUCCIÓN PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA A CIUDAD REAL DESDE EL EMBALSE DE GASSET Y NUEVO DEPÓSITO EN CIUDAD REAL**

Informe emitido por: Hidroguadiana S.A.

En fecha: Noviembre de 2006

El informe se pronuncia de la siguiente manera sobre la viabilidad del proyecto:

Favorable

No favorable:

¿Se han incluido en el informe condiciones para que la viabilidad sea efectiva, en fase de proyecto o de ejecución?

No

Sí. (Especificar):

Resultado de la supervisión del informe de viabilidad

El informe de viabilidad arriba indicado

Se aprueba por esta Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, autorizándose su difusión pública sin condicionantes previos

Se aprueba por esta Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, autorizándose su difusión pública, con los siguientes condicionantes:

- **Se formalizará un acuerdo por el que los usuarios beneficiados o, en su caso, los municipios (o la Comunidad Autónoma) se responsabilizan de los costes de mantenimiento, explotación y conservación de las actuaciones.**
- **Este compromiso deberá también establecer que se aplicarán unas tarifas tales que se tienda, en el año 2010, a una recuperación total de los costes de generación del agua.**

No se aprueba por esta Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad. El órgano que emitió el informe deberá proceder a replantear la actuación y emitir un nuevo informe de viabilidad

Madrid, a 16 de marzo de 2007

El Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad

Fdo. Antonio Serrano Rodríguez