

DOCUMENTO N° 1

MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN	3
3. ÁMBITO GEOGRÁFICO	6
4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	9
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	9
4.2. REHABILITACIÓN DEPÓSITOS	9
4.2.1. Depósito semienterrado	9
4.2.2. Depósito elevado	13
4.3. REHABILITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	15
4.3.1. Situación actual	15
4.3.2. Obra civil	16
4.3.3. Instalaciones electromecánicas y tuberías	20
4.4. CONDUCCIONES	24
4.5. OBRAS DE CONEXIONADO HIDRÁULICO	27
4.5.1. Conexión con red de Canal de Isabel II	27
4.5.2. Conexión con impulsión de trasvase	29
4.5.3. Conexión con aducción DN 800 mm	30
4.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	30
4.7. SISTEMA DE TELEMANDO Y CONTROL	33
5. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DEL PROYECTO	35
5.1. DEPÓSITO	35
5.2. ESTACIÓN DE BOMBEO	35
5.3. CONDUCCIONES	37
6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	39
7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	40
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	42
9. TRAZADO Y REPLANTEO	43
10. CÁLCULOS HIDRÁULICOS	43
11. CÁLCULOS ESTRUCTURALES	46

12. CÁLCULOS MECÁNICOS	49
13. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	49
14. SUPERVISIÓN Y CONTROL	50
15. SERVICIOS AFECTADOS	51
16. SEGURIDAD Y SALUD	51
17. INCIDENCIA AMBIENTAL DE LAS OBRAS	51
18. PLAN DE OBRA	52
19. RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA	55
20. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS	56
20.1. Clasificación del contratista	56
20.2. Revisión de precios	56
20.3. Plazo de ejecución y garantía	57
21. PRESUPUESTO	57
22. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO	59
23. CONCLUSIÓN	60

1. ANTECEDENTES

La División de Plaza de Castilla, con motivo del plan de mantenimiento de 2012, vació para su limpieza el Depósito de Tres Cantos, momento en el que Técnicos de Canal de Isabel II Gestión detectaron una serie de defectos o deficiencias de cierta magnitud. Por este motivo se solicitó a la División de Proyectos de Abastecimiento su colaboración en el análisis de esta infraestructura para evaluar las posibles medidas correctoras necesarias, así como el pertinente proyecto de reparación, si procediera.

El 17 de septiembre de 2012 técnicos del Departamento de Programación y Proyecto junto con técnicos de la División de Plaza de Castilla, visitan el Depósito de Tres Cantos. Se inspeccionan las instalaciones y se corroboran las impresiones que se detallan en el informe preliminar realizado por el Cantón el 11 de Octubre de 2012 por la División de Proyectos de Abastecimiento. En él se describen también las acciones correctoras realizadas por la División de Plaza de Castilla más urgentes y de menor cuantía presupuestaria consistentes en:

1. Tratamiento de fisuras existentes en los dos paramentos verticales (uno en cada vaso opuestos al pasillo entre vasos).

2. Tratamiento antioxidante (chorreado con arena y pintado) de tres compuertas, una en un vaso y dos en el otro, comprobándose el funcionamiento y estanqueidad de todas.

En el mencionado informe se describen los fallos de funcionamiento y averías de la estación elevadora existiendo equipos fuera de servicio y con un funcionamiento precario por lo que se propone acometer una reforma integral de la misma reformando los elementos más importantes como los siguientes:

1. Añadir seccionamiento general de compañía.
2. Cambio de las celdas de 20kV a celdas prefabricadas.
3. Renovación completa de toda la parte de 6 kV.
4. Nueva batería de condensadores de mayor capacidad.
5. Nuevo cuadro de baja y sinóptico.
6. Nueva automatización y SCADA.
7. Instalación de protecciones por temperatura en estator de motor y bomba y

rodamientos.

También se propone, aprovechando la necesidad de renovación de los equipos de la elevadora, optimizar su funcionamiento, independizando las bombas que funcionen para el trasvase de Tres Cantos hasta el Canal del Atazar de las bombas que funcionen para abastecer al municipio, así como la posibilidad de utilizar la nueva infraestructura creada como consecuencia de la puesta en servicio de los nuevos desarrollos urbanísticos. Como es el caso de la nueva tubería que abastece por gravedad desde el depósito de Pinar a Nuevo Tres Cantos.

El 4 de Julio de 2013 Técnicos del Cantón de Plaza de Castilla, del Departamento de Programación y Proyecto y de Acciona Ingeniería realizan una visita al depósito en servicio detectándose, a pesar de las primeras actuaciones realizadas, las deficiencias que se analizan más adelante. Posteriormente se realizan visitas sucesivas que han ido clarificando los aspectos tanto hidráulicos como estructurales a tener en cuenta en el Proyecto.

2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

El objeto del presente proyecto es la definición de detalle, de las obras e instalaciones necesarias para la rehabilitación de los **depósitos de Tres Cantos** y su **estación elevadora**, y como consecuencia de estas obras, las **conducciones** necesarias para su conexionado fruto de la mejora de funcionamiento del sistema, así como la renovación y adaptación de las **instalaciones eléctricas** y elementos de **instrumentación y control**.

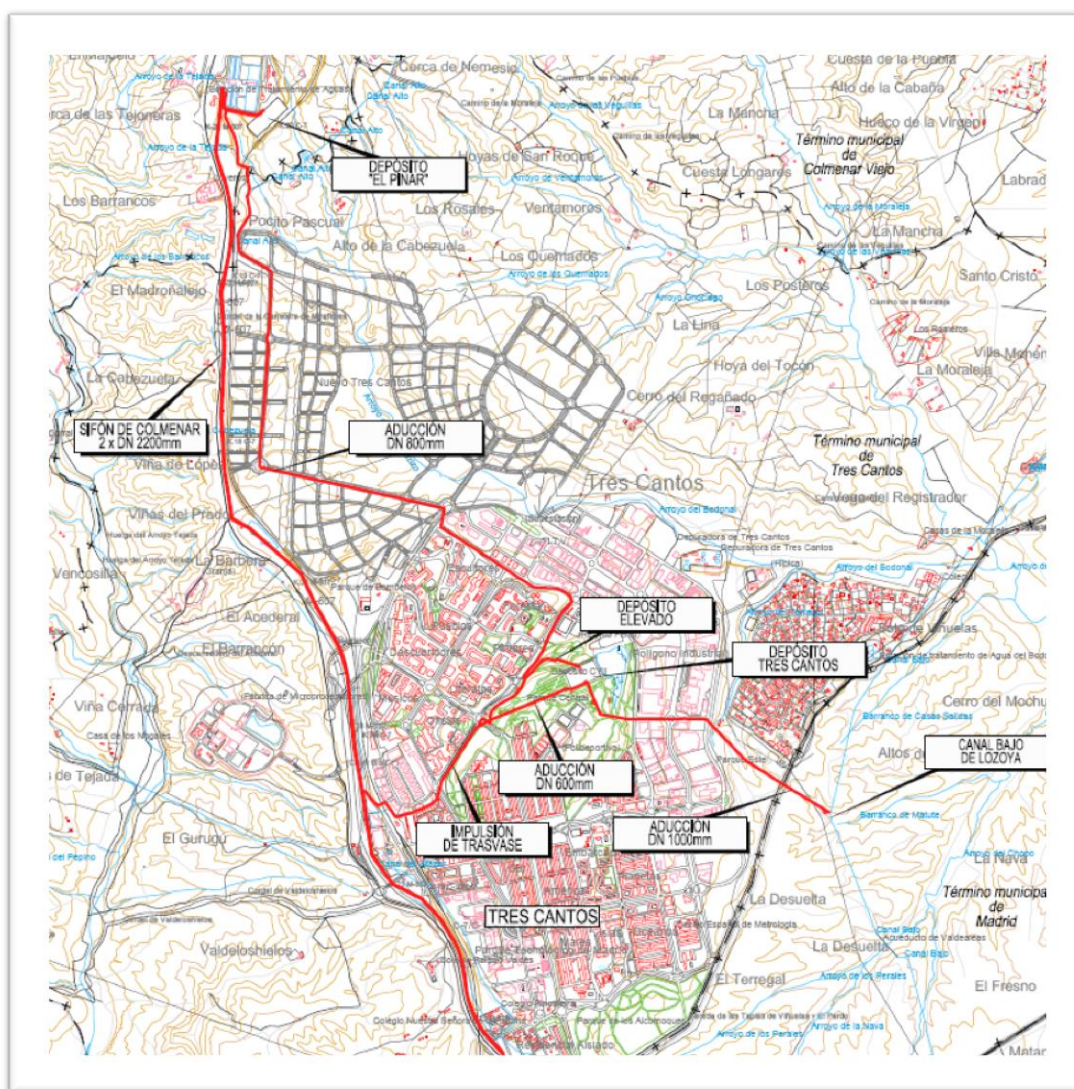
En la actualidad, una parte del municipio de Tres Cantos se abastece desde un depósito semienterrado de 74.967,3 m³ de capacidad distribuido en dos cámaras gemelas, que a su vez alimenta mediante un bombeo a un **depósito elevado** desde donde parten las arterias principales de la red de distribución municipal y una tubería de trasvase. Desde el depósito elevado se alimenta por tanto a la red de distribución de Tres Cantos, pero también se pueden trasvasar caudales al Sifón de Colmenar.

El agua que llega al **depósito semienterrado de Tres Cantos**, procede de las estaciones de tratamiento de Colmenar y El Bodonal, a partir de dos conducciones de toma, una del Canal del Atazar, con diámetros variables de (DN 600 mm, DN 800 mm y DN 1.000mm), que discurre a través de la Ronda de Poniente, la Avenida de la Vega, y Parque Central hasta el depósito, y otra toma, desde el Canal Bajo, con tubería de 1000 mm de diámetro, cuyo trazado discurre bajo el Parque del Este y la calle de la Imprenta. El abastecimiento del municipio de Tres Cantos fue diseñado para poder abastecerse desde dos fuentes distintas de suministro, Canal del Atazar y Canal Bajo de Lozoya, aunque la alimentación habitual del abastecimiento se realiza preferentemente desde ésta última y la alimentación de socorro desde el Atazar.

Dentro del depósito, situada entre sus dos cámaras, se dispone de una **estación elevadora**, equipada con 8 grupos de bombeo, para elevar el agua al depósito elevado de 627 m³ de capacidad y una altura de 66 m sobre el terreno, desde el que se reparte los caudales demandados a la red de distribución y se trasvasan caudales al canal del Atazar, a las dos ramas del Sifón de Colmenar (dos tuberías de DN 2.200 mm).

Dado la antigüedad de los equipos de bombeo de esta estación, el funcionamiento de la misma se realiza actualmente en precario con fallos en el funcionamiento y bombas

fuera de servicio por falta de equipos de repuesto, al no existir en el mercado. Las bombas existentes además de ser antiguas están sobredimensionadas para abastecer a la red de distribución, cuando no se utiliza el trasvase.



Para realizar el **trasvase** de caudales y debido a la diferencia de cotas hidráulicas entre el depósito elevado y la conexión al Canal del Atazar, Sifón del Colmenar, es necesario obturar una válvula en el llamado nudo 9 (Glorieta de la Ciudad de Columbia) para que no se vacíe el depósito elevado que presuriza la red de distribución de Tres Cantos, con la consiguiente pérdida de energía en el sistema.

Como abastecimiento alternativo al municipio se puede conectar directamente el Canal del Atazar con la red de distribución y alimentar el depósito semienterrado, utilizando un tramo de la impulsión de trasvase entre el nudo 9 y el Canal del Atazar y unos tramos de tubería de 600 mm y 1000 mm de diámetro en los que se ha interpuesto

una válvula reductora de presión. Luego la alimentación del depósito semienterrado de Tres Cantos desde el Canal del Atazar utiliza una estación de reducción de presión.

Por otra parte se ha puesto en funcionamiento una **aducción de DN800 mm** procedente del **depósito El Pinar** para abastecer el desarrollo urbanístico Nuevo Tres Cantos. Desde Julio de 2011 esta conducción se está utilizando para abastecer por gravedad las zonas de menos cota altimétrica de Tres Cantos, como son el sector Industrial y algunos sectores del casco urbano, con el consiguiente ahorro energético.

Con este esquema de funcionamiento en situación actual, se pretende mejorar la explotación futura, ya que es necesario rehabilitar por antigüedad, dos de las piezas claves del sistema, como son el depósito regulador y la estación elevadora. Por lo que las obras definidas en éste proyecto corregirán las deficiencias de la infraestructura existente debido a su antigüedad, y mejoraran las posibilidades de funcionamiento del sistema de abastecimiento de Tres Cantos, con todos sus componentes, aprovechando la posibilidad de utilizar el potencial que tiene la nueva infraestructura creada como consecuencia de la puesta en servicio de los nuevos desarrollos urbanísticos.

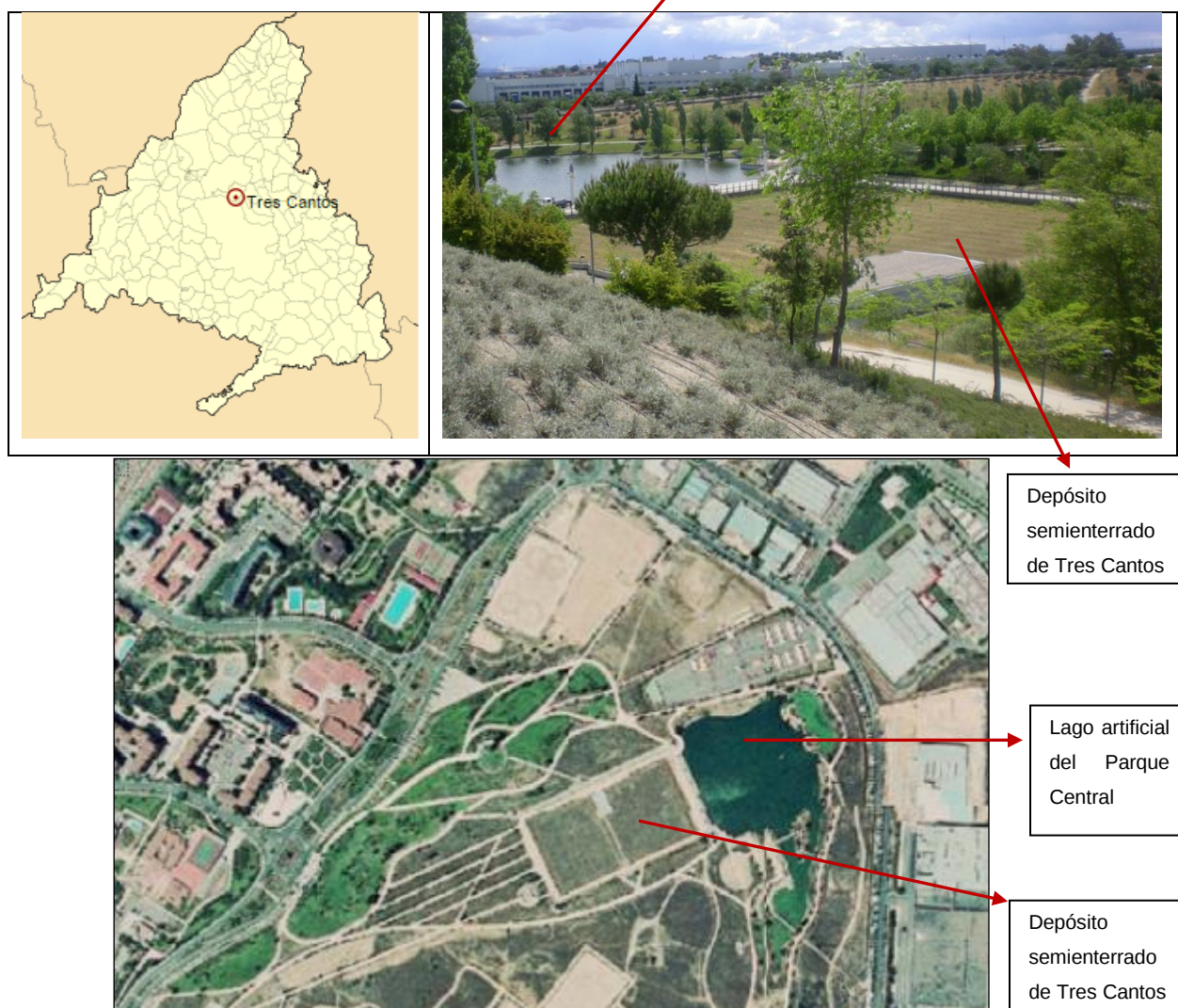
Por lo que se propone como nuevo esquema de funcionamiento la desconexión del bombeo del trasvase del depósito elevado y el dimensionamiento de los grupos de bombeo adecuados tanto para el trasvase como para la red de distribución, teniendo en cuenta en este caso como fuente de suministro normal para la alimentación de los Sectores Norte y Sur el depósito El Pinar a través de la prolongación de la aducción DN 800 mm y la instalación de unos grupos de bombeo en línea.

El nuevo esquema de funcionamiento propuesto permite la explotación del sistema con un elevado grado de seguridad en su funcionamiento, según se desprende del estudio hidráulico realizado con diferentes escenarios temporales, en los que se han considerado diferentes variantes de operación en función de las situaciones de fallo. Así para cada escenario temporal se han considerado tres situaciones de operatividad, lo que indica la versatilidad del sistema propuesto, el cual permite garantizar las demandas y que éstas no sean vulnerables al fallo.

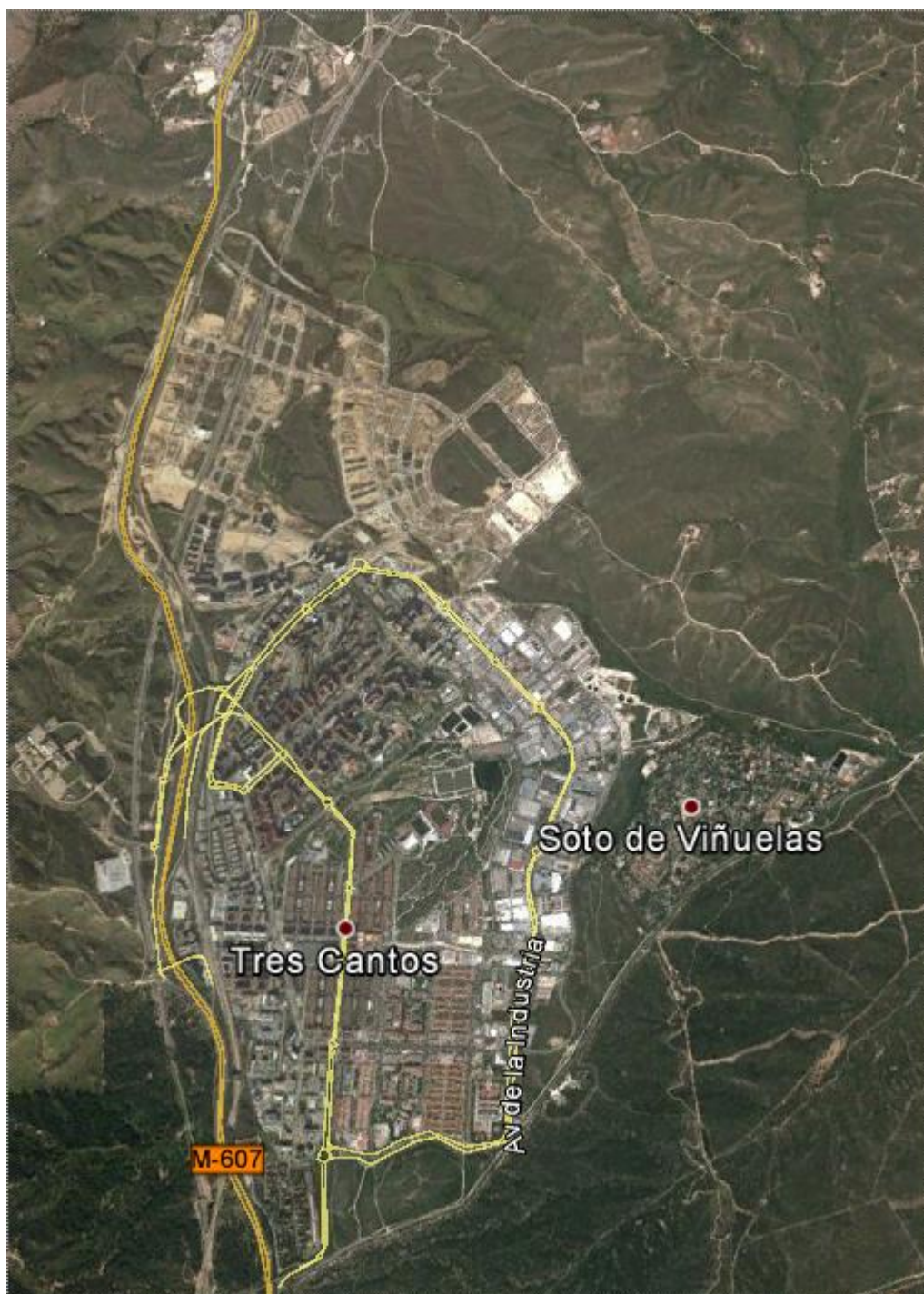
3. ÁMBITO GEOGRÁFICO

Las obras del presente proyecto se sitúan en el municipio de Tres Cantos, a unos 23 Km al norte de la ciudad de Madrid, entre las poblaciones El Goloso y Colmenar Viejo.

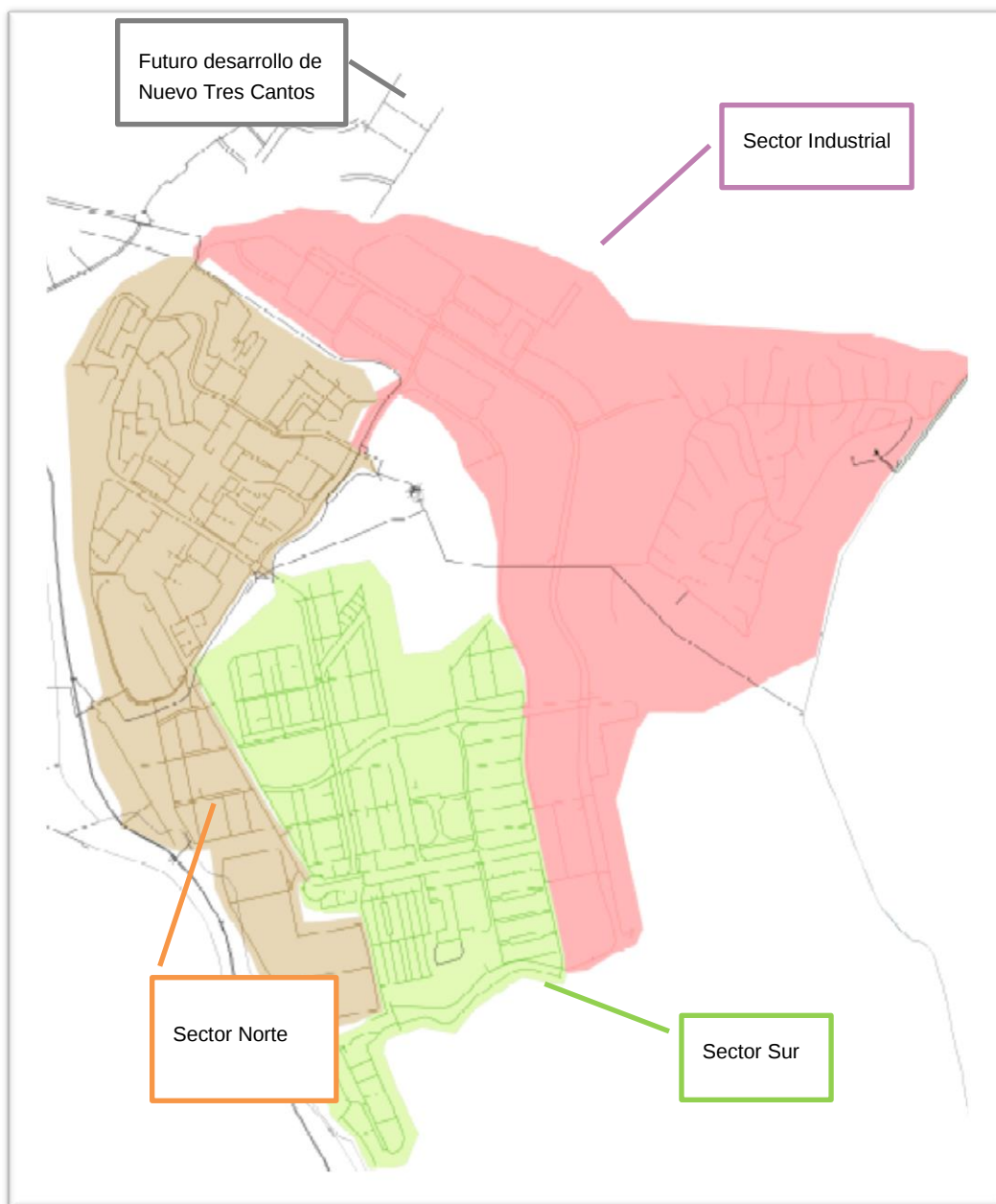
El depósito, se ubica dentro de las instalaciones del Parque Central al lado del Recinto Ferial y de un lago artificial.



El municipio de Tres Cantos tiene una población de 43.309 habitantes, según datos del Padrón Municipal a 1 de Enero de 2015, cuenta con desarrollos urbanísticos y una urbanización llamada Soto de Viñuelas asentada en la parte este de Tres Cantos.



A finales de 2010 se sectorizó la red de distribución de Tres Cantos en tres zonas: Tres Cantos Residencial Norte y Sur, Tres Cantos Industrial y Nuevo Tres Cantos como desarrollo urbano.



4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las obras a desarrollar en este proyecto son la rehabilitación general del depósito de Tres Cantos, la rehabilitación y modernización de su estación elevadora con la instalación de grupos de bombeo nuevos, con grupos específicos para la distribución municipal del piso cota 785,00 m.s.n.m. y el trasvase entre Canal Bajo de Lozoya y Canal del Atazar, las conducciones y conexiones hidráulicas de los grupos de bombeo, instalaciones eléctricas, y por último el sistema de control para adaptar la obra al funcionamiento conjunto del sistema.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las actuaciones a realizar:

4.2. REHABILITACIÓN DEPÓSITOS

4.2.1. Depósito semienterrado

El depósito semienterrado de Tres Cantos es una estructura de hormigón de planta rectangular y constituida por dos compartimentos independientes de dimensiones interiores 89,19 m x 97,09 m (8.471,85 m²) cada uno, separados por una sección central en la que se dispone de galería inferior de desagüe, galería intermedia de llenado y galería superior con pasillo para la conexión de los edificios de la estación elevadora y entrada de caudal. El pasillo superior, que actúa como eventual aliviadero, tiene una cubierta con una bóveda dispuesta ortogonalmente a las bóvedas de los dos vasos del depósito, cortándoles por su centro y a altura superior.

El depósito se cierra perimetralmente mediante muros de hormigón de secciones variables. La cubierta es abovedada con 21 cañones longitudinales de arco de circunferencia de radio $R=2,72$ m, de 4,15 m de luz y 1,02 m de flecha. Estos cañones se apoyan en vigas longitudinales de 0,50x0,515 m² de sección formando pórticos longitudinales con una malla de pilares de 4,65 m x 4,65 m, de 50 cm de diámetro, cimentados en pozos/pilote de 1m de diámetro y altura variable dependiendo del terreno existente. La cubierta abovedada del depósito está recubierta en su totalidad por tierras.

El depósito con las dos cámaras gemelas tiene un volumen de almacenamiento conjunto de 74.967,3 m³ para un tirante hidráulico de 4,60 m, comprendido entre la cota de solera a 691,30 m.s.n.m. y el nivel máximo de explotación a 695,90 m.s.n.m. (25 cm por debajo de la cota del aliviadero de seguridad).

Las actuaciones que se realizan en el depósito semienterrado de Tres Cantos son las siguientes:

- 1) Impermeabilización de las dos cámaras del depósito, con la reparación de las juntas de dilatación (solera y muros), la ejecución de una media caña (moldura cóncava) en la unión entre solera y muro, y el revestimiento continuo en solera, muros y estructura (pilares y vigas).

La ejecución de los tratamientos requiere lo siguiente:

Reparación de las juntas de dilatación y ejecución de medias cañas.

- Preparación de superficies por medios mecánicos y ejecución de cajero.
- Colocación de fondo de junta a base de molde inerte.
- Aplicación de adhesivo epoxi sin disolventes.
- Aplicación de elastómero tixotrópico para relleno cajero.
- Aplicación de laminado epoxi y recubrimiento liso epoxi de 25 cm de anchura mínima.

Revestimiento interior del vaso (solera, muros, pilares y vigas).

- Preparación de superficies por medios mecánicos, mediante chorreado del hormigón.
- Aplicación de adhesivo epoxi sin disolventes.
- Aplicación de micromortero tixotrópico con fibra de vidrio.
- Aplicación de recubrimiento de acabado epoxi líquido.

- 2) Tratamiento de los techos deteriorados del depósito por ambiente agresivo de cloro. Se tienen superficies degradadas en las bóvedas de las dos cámaras del depósito, la bóveda del pasillo entre la obra de entrada y estación elevadora y

el techo de la obra de entrada. La ejecución del tratamiento requiere lo siguiente:

- Saneamiento de los recubrimientos mediante repicado por medios mecánicos y chorreado con árido seleccionado.
- Desoxidación de las armaduras mediante chorreado hasta alcanzar un grado de preparación SA-2.5.
- Pasivado de las armaduras mediante galvanizado “in situ” a base de recubrimiento epoxi con un contenido de cinc del 85%.
- Solapado con armadura nueva de zonas puntuales con reducción de sección superior al 30%.
- Regeneración de recubrimiento a base de mortero epoxi-cemento proyectado y fratasado con una dotación de 30 kg/m², equivalente a un espesor de 12-15 mm.
- Recubrimiento de protección química frente a gases, a base de formulado epoxi bicapa sin disolventes.

3) Tratamiento de cubiertas del depósito del que se retirará el recubrimiento de tierras, dejándolo visitable y con aislamiento térmico.

Antes de realizar las operaciones de tratamiento se deberá proceder a la retirada mediante medios manuales de todo el recubrimiento de tierras sobre la cubierta dejando al desnudo toda la cara superior de las bóvedas.

El tratamiento para cubierta vista no transitable (visitable con aislamiento térmico) en la zona de bóvedas consiste:

- Aislamiento térmico a base de poliuretano proyectado con una densidad de 145 kg/m³ (3 cm de espesor).
- Adhesivo de poliuretano.
- Extensión con llana de elastómero (dotación de 1,5 kg/m²).
- Revestimiento de protección para la radiación ultravioleta tipo acrilato-poliuretano bicomponente.

La cubierta formada por bóveda de hormigón armado y con el tratamiento

adoptado tiene un coeficiente de transmisión térmica de $0,44 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$.

Para la integración del depósito dentro del parque Central de Tres Cantos, el tratamiento anterior se remata con un césped artificial de tono verde y acabado de poliuretano. En el lado este de la cubierta del depósito se implantan el escudo de Tres Cantos sobre fondo verde de dimensiones $20,00 \times 21,00 \text{ m}$ y el logo de Canal de Isabel II Gestión sobre fondo verde de dimensiones $30,00 \times 8,00 \text{ m}$.

- 4) Tratamiento de las cubiertas de la estación elevadora y edificio de entrada de caudal, con un acabado formado por lámina impermeabilizante de betún elastomérico, geotextil anticontaminante de 140 gr/m^2 y capa de grava de 8 cm de espesor.
- 5) Saneamiento de fisuras de vigas bajo el puente grúa de la planta primera de la estación elevadora.
- 6) Impermeabilización en pozos de drenaje de la planta baja de la estación elevadora, mediante mortero aditivado flexible capaz de puentear microfisuras y sufrir elongaciones.
- 7) Aumento de la capacidad del aliviadero de seguridad del depósito mediante la ejecución de 12 taladros verticales de 150 mm de diámetro y $5,65 \text{ m}$ de longitud. Los taladros se ejecutarán en el pasillo de conexión de la primera planta de la estación elevadora con la obra de entrada y conectarán con la galería de desagüe. Los nuevos orificios se ejecutarán entre el espacio disponible entre dos orificios existentes ($\approx 5,00 \text{ m}$).
- 8) Renovación de las cuarenta y dos (42) entradas de ventilación dispuestas en la cubierta para la correcta aireación del depósito. Los huecos de aireación se disponen en el parte superior de la bóveda y hay uno en cada una de las 21 bóvedas de las dos cámaras del depósito.

En los huecos de aireación circulares de 200 mm de diámetro se instalan unas campanas cerámicas.

- 9) Ejecución de tres (3) entradas de ventilación en la cubierta del edificio de entrada de caudal para la correcta aireación del depósito. En los huecos de aireación circulares de 200 mm de diámetro se instalan unas campanas cerámicas.
- 10) Construcción de una acera perimetral al depósito de 1,50 m de ancho con mallazo equipotencial conectado a red de tierras que bordea todo el cerramiento metálico.
- 11) Sistema de drenaje para la recogida del agua de lluvia de la cubierta y transporte a la red de saneamiento municipal.

4.2.2. Depósito elevado

El depósito elevado de Tres Cantos es una estructura de hormigón de fuste cilíndrico de 6,40 m de diámetro interior y 66,00 m de altura entre la cota de urbanización y coronación. Los últimos 20 metros de la estructura, entre las cotas 772,10 m.s.n.m. y 792,10 m.s.n.m., se utiliza como depósito de agua que funciona como regulador de la oferta y demanda y como piso de presión para la distribución de los Sectores Norte y Sur de Tres Cantos. El depósito tiene un volumen de reserva contra incendios de 254,14 m³ entre las cotas 772,10 m.s.n.m. y 780,00 m.s.n.m. y se va a explotar con un nivel mínimo a cota 780,00 m.s.n.m y un nivel máximo a cota 785,00 m.s.n.m.

El depósito entro en servicio a principios de los años 80 y actualmente también se usa como torre de comunicaciones. Las estructuras metálicas que contiene son principalmente escaleras, plataformas y la tubería de 700 mm de diámetro nominal que comunica el depósito superior con la red de distribución.

Las estructuras no han tenido mantenimiento visible durante estos años y sufren desgaste por el tránsito de personas, contaminación por excrementos de palomas, desprendimientos por falta de preparación de superficie lo que motiva que el sistema de pintura aplicado no tenga prácticamente adherencia y zonas puntuales de corrosión.

Las estructuras exteriores están formadas por acero galvanizado y acero al carbono pintado. El acero al carbono presenta oxidación generalizada.

En el depósito elevado de Tres Cantos se realizarán las siguientes actuaciones:

- 1) Sustitución de anclajes al muro de hormigón, perfiles metálicos y suelo de tramex deteriorados de las seis plataformas interiores del depósito elevado entre las cotas 726,80 m.s.n.m. y 772,10 m.s.n.m.
- 2) Pintado de las escaleras verticales de conexión entre plataformas interiores.
- 3) Pintado tubería metálica DN700 mm en interior del depósito elevado.
- 4) Sustitución de anclajes al muro de hormigón, perfiles metálicos y suelo de tramex deteriorados de las ocho plataformas exteriores del depósito elevado entre las cotas 766,10 m.s.n.m. y 792,10 m.s.n.m.
- 5) Pintado de las escaleras verticales de conexión entre plataformas exteriores.
- 6) Impermeabilización del interior del depósito con la ejecución de medias cañas y la impermeabilización de solera y muros con el mismo tratamiento que usado en el depósito semienterrado.

El sistema de pintado de la estructura interior consiste:

- Tratamiento de la superficie deteriorada mediante cepillado de las zonas oxidadas y donde haya saltado la pintura actual dotando al acero de rugosidad para favorecer la adherencia mediante cepillos mecánicos, el grado de preparación será el establecido en la norma SSPC SP15.
- Aplicación de capa de imprimación. En zonas sin oxidación la aplicación de una capa de 100 micras de revestimiento epoxi y en zonas oxidadas de dos capas de 100 micras cada una de revestimiento epoxi.
- Aplicación de una capa de esmalte alquílico y en la tubería de una capa de esmalte acrílico con aluminio.

El sistema de pintado de la estructura exterior consiste:

- Tratamiento de la superficie deteriorada mediante cepillado de las zonas oxidadas y en el acero galvanizado dotando al acero de rugosidad para favorecer la adherencia mediante cepillos mecánicos, el grado de preparación será el establecido en la norma SSPC SP11.
- Aplicación de capa de imprimación. En zonas galvanizadas la aplicación de una capa de 70 micras de revestimiento epoxi y en zonas oxidadas de dos capas de 100 micras cada una de revestimiento epoxi.
- Aplicación de una capa de poliuretano bicomponente.

4.3. REHABILITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

4.3.1. Situación actual

Entre los dos compartimentos del depósito semienterrado y en su lado norte se implanta la estación elevadora de Tres Cantos que es un edificio de dos plantas, planta baja donde está la sala de máquinas y planta primera a cota de urbanización con acceso desde un vial de uso restringido para el mantenimiento de las instalaciones.

La estación elevadora tiene en la actualidad ocho grupos motor bomba, de los que cuatro (4) están OPERATIVOS (G4, G5, G6 y G7), dos (2) están OPERATIVOS CON GRAVES DEFICIENCIAS (G1 y G3) y dos (2) NO OPERATIVOS (G2 y G8).

La **planta baja** donde está la sala de máquinas tiene unas dimensiones interiores en planta de 25,50x9,60 m, siendo la cota de solera la 691,82 m.s.n.m. y teniendo acceso desde la planta primera a través de una escalera. Tres de los muros de la planta baja están rodeados por los canales de toma de los grupos de bombeo mientras que en el lado norte limita con el vial de acceso y por donde desembarca la escalera de conexión entre las dos plantas. En ella están instalados ocho grupos motor bomba de 530 kW de eje horizontal con disposición simétrica en espina de pez y con dos impulsiones de diámetro nominal 700 mm que recogen cada una el agua bombeada por cuatro de los grupos. Los grupos de bombeo se utilizan para la distribución de Tres Cantos y el trasvase entre los canales Bajo de Lozoya y Atazar.

La losa superior de la planta baja se apoya en dos vigas longitudinales de 0,70 m

de canto y 25,50 m de longitud que cargan en cinco pilares de 0,50x0,50 m. Para la extracción de los equipos de la planta baja se utilizan cuatro puentes grúas (capacidad de 5 toneladas) con una longitud de traslación de 9,60 m y que permiten el movimiento de dos grupos hasta el eje de simetría de la planta baja sobre la que hay cuatro huecos de 3,10x3,50 m practicados en la losa de hormigón de separación de las dos plantas.

La **planta primera** de la estación elevadora tiene unas dimensiones en planta de 32,00x13,50 m más cuatro anexos de 4,10x1,25 m en los que están los accionamientos manuales de ocho (8) compuertas murales para la alimentación de los grupos de bombeo desde los dos compartimentos del depósito, siendo la cota de solera la 696,82 m.s.n.m. Esta planta apoya sobre la losa superior de la planta baja y sobre los canales de alimentación de la estación elevadora y en ella están instalados los transformadores, cuadros eléctricos y los accionamientos manuales de veinticinco (25) compuertas murales utilizadas para la alimentación del bombeo y el sistema de desagüe del depósito.

En la planta primera hay un pórtico grúa de 10 toneladas que permite recoger los equipos de las dos plantas de la estación elevadora y trasladarlos hasta la puerta de entrada.

4.3.2. Obra civil

Los transformadores implantados en la planta primera de la estación elevadora se sustituyen por unos nuevos que se trasladan a un edificio de nueva construcción en la esquina noreste del depósito, enfrente al lago del Parque Central. El centro de transformación proyectado es de planta rectangular, presentando unas dimensiones exteriores en planta de 19,00x3,40 m y altura sobre cota de urbanización de 3,45 m.

La estructura está formada por una solera de hormigón armado de 0,70 m de canto, sobre la que se recrecen muros perimetrales hasta la cubierta formada por panel sandwich galvanizado. Los muros se construyen con bloques prefabricados Split de cara vista y la solera se recrece con hormigón en masa en una altura de 0,30 m hasta la cota de acabado interior que se sitúa a cota 699,45 m.s.n.m. La solera descansa en 10 micropilotes de ϕ 180 mm y 11 m de longitud y de un relleno de bloques de poliestireno expandido.

En el centro de transformación de nueva construcción se instalarán las celdas a

20 kV de protección general y tres transformadores de 1.000 KVA a 6000 V, en seco, para la alimentación de los grupos motor bomba de trasvase, siendo uno de ellos de reserva. Para los grupos de bombeo en línea y servicios auxiliares de la estación: válvulas motorizadas, polipastos, grupos de achique, ventiladores, extractores, climatización, alumbrado, fuerza, etc., se instalan dos transformadores de 250 KVA a 400 V, siendo uno de ellos de reserva.

La acometida eléctrica existente en media tensión de 20 kV se conectará con el nuevo centro de transformación desde el que saldrá una línea de 20 kV para el suministro de un pozo situado junto a la obra de toma del Canal Bajo de Lozoya y líneas de 6000 V y 400V para el suministro de la estación elevadora de Tres Cantos.

Para el conexionado hidráulico del bombeo en línea y trasvase se practican quince (15) huecos sobre la estructura de hormigón armado de la estación elevadora mediante broca diamantada. Los huecos a ejecutar en la estructura existente son los siguientes:

1) En la planta primera, dos (2) huecos de 500 mm de diámetro para el paso de tubos de las conducciones de conexión de los calderines con las impulsiones del bombeo de trasvase.

2) En la planta baja, trece (13) huecos con las siguientes dimensiones:

- Un (1) hueco de paso para personas y equipos de 1,20x2,20 m en el muro norte de la estación elevadora entre la obra de conexión con red de Canal de Isabel II y la sala de bombas. Previamente a la perforación del hueco se dispondrá de un dintel metálico.
- Un (1) hueco de 1,90x1,00 m en el muro norte de la estación elevadora para el paso de las dos tuberías de impulsión DN 700 mm del bombeo de trasvase. Previamente a la perforación del hueco se dispondrá de un dintel metálico.
- Un (1) hueco de 660 mm de diámetro en el muro norte de la estación elevadora para el paso de la conducción de alimentación del bombeo en línea. Entre el hueco y la tubería de acero inoxidable se dispondrá de una junta de poliuretano que garantiza la impermeabilidad entre el terreno y el interior de la

estación de bombeo.

- Un (1) hueco de 720 mm de diámetro en el muro norte de la estación elevadora para el paso de la conducción de impulsión del bombeo en línea.
- Un (1) hueco de 416 mm de diámetro en el muro norte de la estación elevadora para el paso del baipás para pruebas del bombeo de trasvase.
- Un (1) hueco de 206 mm de diámetro en el muro norte de la estación elevadora para el paso de desagüe de las impulsiones de trasvase y distribución en la obra de conexión con red de Canal de Isabel II.
- Un (1) hueco de paso para personas y equipos de 1,50x2,20 m en el muro oeste de la estación elevadora entre la galería utilizada para la instalación de la conducción de alimentación DN 600 mm del bombeo en línea y la sala de bombas. Previamente a la perforación del hueco se dispondrá de un dintel metálico.
- Dos (2) huecos de 3,02x1,27 m en el muro oeste de la estación elevadora para el paso de las cadenas de aspiración DN 300 mm de los grupos de bombeo en línea. Previamente a la perforación del hueco se dispondrá de un dintel metálico.
- Un (1) hueco de 416 mm de diámetro en el muro oeste de la estación elevadora como pasatubos de la tubería DN 300 mm del baipás para pruebas del bombeo de trasvase.
- Un (1) hueco de 356 mm de diámetro en el muro oeste de la galería de instalación de tubería de alimentación del bombeo en línea como pasatubos de la tubería DN 300 mm del baipás para pruebas del bombeo de trasvase.

Entre el hueco y la tubería de acero inoxidable se dispondrá de una junta de poliuretano que garantiza la impermeabilidad entre el depósito y el interior de la estación de bombeo.

- Un (1) hueco de 256 mm de diámetro en el muro este de la estación elevadora para el paso del baipás para pruebas del bombeo en línea. Entre el hueco y la tubería de acero inoxidable se dispondrá de una junta de poliuretano que garantiza la impermeabilidad entre el depósito y el interior de la estación de bombeo.
- Un (1) hueco de 65,4 mm de diámetro en el muro este de la estación elevadora como pasatubos de la tubería DN 25 mm de alimentación del depósito de servicios del sistema de cebado del bombeo de trasvase. Entre el hueco y la tubería de polipropileno se dispondrá de una junta de poliuretano que garantiza la impermeabilidad entre el depósito y el interior de la estación de bombeo.

En la solera de la planta baja de la estación elevadora se construyen cuatro bancadas de hormigón armado para el apoyo de los grupos del bombeo en línea (1,15x0,90 m) y tres bancadas para el apoyo del sistema de cebado del bombeo de trasvase (2 de 1,00x1,00 m y 1 de 1,00x1,40 m). Las nuevas bancadas de hormigón tienen el umbral a cota 691,95 m.s.n.m. y se conectarán con la losa existente mediante el siguiente procedimiento de ejecución:

- Picado hasta conseguir superficie rugosa y descubrir armaduras de la losa.
- Perforaciones de 30 cm ϕ 25 mm.
- Relleno con resina epoxi y puesta de anclaje de ϕ 16 mm.

El pavimento de la planta baja de baldosa hidráulica se levantará y se sustituirá por una capa de hormigón en masa con un mallazo electrosoldado que se conectará con la red de tierras existente. A la capa de hormigón se le aplicará un pavimento de uso industrial a base de resinas sintéticas mezcladas con arena de cuarzo.

La solera de la planta primera tiene una zona con suelo técnico de una elevación de 30 cm y el resto de la planta se terminará con un pavimento para aislamiento eléctrico de elastómero SBR/NR con rigidez dieléctrica de 50 kV y espesor de 4,50 mm.

Las rejillas existentes de tramex y chapa estriada en las dos plantas de la estación elevadora se sustituirán por unos elementos nuevos de las mismas características.

Para el acceso a los distintos equipos de la estación elevadora se renueva en su totalidad el pasillo que discurre por encima de las impulsiones generales. El pasillo tiene una plataforma de tramex galvanizado a cota 692,95 m.s.n.m. y distintas escaleras verticales para el acceso a la cota de acabado de la planta baja.

4.3.3. Instalaciones electromecánicas y tuberías

Los grupos de bombeo instalados en la planta baja de la estación elevadora se sustituyen por unos **grupos de bombeo específicos** para **el trasvase** entre el Canal Bajo de Lozoya y el Sifón de Colmenar y **la distribución** de los Sectores Norte y Sur de Tres Cantos. Se van a instalar nueve grupos motor bomba, cinco para el bombeo de trasvase y cuatro para el bombeo a la red de distribución de Tres Cantos.

- El bombeo de trasvase está formado por cinco grupos motor bomba (4+1R), uno de ellos en reserva, que sustituyen a cinco de los grupos de la estación elevadora existente.
- El bombeo en línea a la red de distribución está formado por cuatro grupos motobombas (2+2R), dos de ellos en reserva.

Adosada a la sala de bombas y conectada a través de una puerta de 1,20x2,20 m se ha proyectado una arqueta, de 9,65 m de longitud y ancho variable de 6,10 m y 3,25 m, para el conexionado con la red de Canal de Isabel II en la que se instala el seccionamiento general de la impulsión del bombeo en línea, los desagües de las conducciones de impulsión y el caudalímetro del baipás de puesta en marcha de los grupos de bombeo de trasvase.

En la planta baja de la estación elevadora se instalarán los siguientes equipos y tuberías para el funcionamiento del **bombeo en línea**:

- A) Tubería de alimentación a los grupos de bombeo en línea, de 600 mm de diámetro y donde se instala una válvula de mariposa de accionamiento eléctrico. La conducción de alimentación se instala en una parte del corredor de toma oeste de los grupos de bombeo de trasvase que se deja fuera de servicio.

B) Cadenas de aspiración (cuatro) por cada grupo de bombeo de 300 mm de diámetro y dotadas de válvulas de compuerta de accionamiento manual. Finalizan con una transición 300 / 250 junto con un manguito antivibratorio, que conecta con la brida de aspiración de las bombas.

C) Grupos motor bomba, compuesto por cuatro (4) bombas centrífugas de cámara partida de disposición verticalizada (2+2 Reserva) de un caudal de 60 l/s a una altura manométrica de 17 m y motor eléctrico de 22 kW.

D) Cadenas de impulsión (cuatro) por cada grupo de bombeo de 200 mm de diámetro, compuestas por un manguito antivibratorio, una válvula de retención de doble clapeta, un rodete de desmontaje y una válvula de compuerta de accionamiento manual.

E) Conducción de impulsión de diámetro variable 400 mm/ 600 mm con válvula de mariposa de accionamiento eléctrico DN 400 mm, caudalímetro DN 600 mm y válvula de mariposa DN 600 mm de accionamiento manual.

F) Baipás para la puesta en marcha de los grupos de bombeo, que recircula el agua bombeada al depósito de Tres Cantos. El Baipás se compone de una conducción de DN 200 mm en la que se intercala un caudalímetro y dos válvulas de compuerta.

G) Conducción de desagüe de 150 mm de diámetro, con una válvula de compuerta y mariposa de accionamiento manual del mismo diámetro que finaliza en una de las arquetas de desagüe de la sala de bombas.

H) Puente grúa con polipasto eléctrico de 1 tonelada para el mantenimiento de los equipos instalados en la obra de conexión con la red de Canal de Isabel II.

Para el funcionamiento del **bombeo de trasvase** se instalan los siguientes equipos y tuberías:

A) Cadenas de aspiración (cinco) por cada grupo de bombeo de 400 mm de diámetro y dotadas de válvulas de compuerta de accionamiento motorizado. Finalizan con una transición 400 / 350 junto con un manguito antivibratorio, que conecta con la brida de aspiración de las bombas. Las cadenas de aspiración se conectan con los ejes de toma existentes en una brida de DN 400 mm. En el interior de los corredores de toma

se renueva el circuito de aspiración formado concentrador 500/400, tramo recto de 0,60 m y codo de radio de curvatura 0,80 m de tubería de 400 mm de diámetro.

B) Grupos motor bomba, compuesto por cinco (5) bombas centrífugas de cámara partida de eje horizontal (4+1 Reserva) de un caudal de 300 l/s a una altura manométrica de 82 m y motor eléctrico de 355 kW.

C) Cadenas de impulsión (cinco) por cada grupo de bombeo de 400 mm de diámetro, compuestas por un manguito antivibratorio que conecta con la brida DN250 mm de la bomba, difusor simétrico 250/400 mm, una válvula de retención de desplazamiento longitudinal, un rodete de desmontaje y una válvula de mariposa de accionamiento manual.

D) Conducciones de impulsión (dos) de diámetros variables 400/ 700 mm que recogen los caudales bombeados del lado este y oeste de la sala de bombas, con dos válvulas de mariposa de accionamiento eléctrico de DN 700 mm. Aguas arriba de las dos válvulas de seccionamiento DN 700 mm se disponen en derivación de dos conducciones que conectan con la impulsión de DN 600 mm del bombeo en línea y que permiten utilizar los grupos de bombeo de trasvase en la distribución de Tres Cantos. En las conducciones de derivación se dispone de válvulas de mariposa de accionamiento eléctrico DN 600 mm.

E) Sistema de protección antiariete formado por dos calderines hidroneumáticos de 12 m³, instalados en la primera planta y conectados mediante conducción de DN 400 mm con cada una de las dos impulsiones generales.

F) Baipás para la puesta en marcha de los grupos de bombeo, que recircula el agua bombeada al depósito de Tres Cantos. El Baipás se compone de una conducción de DN 300 mm en la que se intercala un caudalímetro y dos válvulas de compuerta.

G) Sistema de cebado de la aspiración de los grupos de bombeo formado por dos bombas de vacío de anillo líquido (uno de ellos en reserva) y dos depósitos de 340 litros para agua de servicios y sistema de cebado.

H) Conducción de desagüe de la impulsión general de 150 mm de diámetro, con una válvula de compuerta y mariposa de accionamiento manual del mismo diámetro

que finaliza en una de las arquetas de desagüe de la sala de bombas.

I) Conducciones de desagüe de las impulsiones de los lados este y oeste de la estación elevadora de 150 mm de diámetro, con una válvula de compuerta y mariposa de accionamiento manual del mismo diámetro que finaliza en una de las arquetas de desagüe de la sala de bombas.

J) Bomba de achique en la obra de conexión con la red de Canal de Isabel II que el agua recogida en la obra en el colector de saneamiento de la calle de acceso a las instalaciones. El drenaje en la sala de bombas se realiza por gravedad a tres pozos conectados con la galería de desagüe del depósito mediante una tubería de DN 800 mm.

El sistema de alimentación del depósito y estación elevadora de Tres Cantos dispone de veintisiete (27) compuertas murales de las que se renovarán quince (15). Las nuevas compuertas murales tienen el cuerpo y tablero de acero inoxidable AISI 316 L con estanqueidad a 4 lados con cuñas de apriete regulables y cierres bronce-broce y elastómero. A continuación se indican las funciones de las compuertas murales que se renuevan de la instalación:

A) Obra de entrada de la aducción procedente del Sifón de Colmenar, donde se instalará una (1) compuerta mural de 1,40x1,40 m con actuador eléctrico Todo/Nada, limitador de par, finales de carrera y volante auxiliar de emergencia.

B) Galería de llenado, canales de alimentación grupos de bombeo y desagüe compartimentos depósito, donde se instalarán doce (12) compuertas murales de 0,70x0,80 m con actuador eléctrico Todo/Nada, limitador de par, finales de carrera y volante auxiliar de emergencia.

C) Desagüe de canales de alimentación bombeo, donde se instalarán dos (2) compuertas murales de 0,50x0,50 m con actuador manual e indicador mecánico de posición en columna de accionamiento.

Las tuberías y piezas especiales serán de acero inoxidable AISI 316 L y acero al carbono S-275-JR. La presión nominal de cálculo es la determinada en los cálculos hidráulicos y los espesores varían, según los diámetros, entre 8 mm y 12 mm.

Se han previsto los apoyos metálicos fijos y deslizantes necesarios para absorber las deformaciones que se producen por cambios de temperatura y tensiones de trabajo, provistos de tuercas de nivelación y anclaje que facilitan la alineación y el montaje de los diversos elementos.

4.4. CONDUCCIONES

Las conducciones se proyectan en fundición dúctil de 800 mm y 600 mm de diámetro interior para una clase de presión C40 (presión de funcionamiento admisible de 40 bar). Los extremos de los tubos son uno de ellos abocardado y el otro liso con junta flexible.

La instalación de la tubería se realiza en zanja de ancho variable entre 1,44 m y 2,68 m con taludes de excavación variables según el terreno y en su mayor parte entibados dado que su traza discurre por caminos y viales de carácter urbano.

La tubería se asienta sobre una cama de gravilla de 0,15 m de espesor con ángulo de apoyo a 120°, y toda ella envuelta de un relleno seleccionado con granulometría menor a 30 mm hasta 0,30 m por encima de la generatriz superior. El relleno de la zona de relleno principal, a partir de 30 cm por encima de la generatriz superior de los tubos, se realizará, en general, con material seleccionado de la propia excavación, compactado al 100% del Próctor Normal.

En uno de los laterales de la zanja de la impulsión de trasvase, apoyado en la zona de recubrimiento y paralelo a la tubería se sitúa un tritubo de polietileno de ϕ 50 mm para el tendido de cables de comunicación, envuelto en arena u hormigón en masa bajo viales.

En el proyecto de rehabilitación del nodo hidráulico de Tres Cantos se van a construir dos nuevas conducciones:

1) Conducción de alimentación del bombeo en línea para el suministro del casco urbano de Tres Cantos. Los grupos de bombeo se implantan en la planta baja de la estación elevadora actual de Tres Cantos.

La conducción de fundición dúctil de DN 600 mm y 358 m de longitud conecta con

la aducción DN 800 mm en una arqueta de seccionamiento junto a la Glorieta de Santa Teresa. La aducción DN 800 mm tiene su origen en el depósito El Pinar y suministra agua en la actualidad a los sectores de Nuevo Tres Cantos y Polígono Industrial.

El perfil longitudinal de la conducción es siempre descendente desde la obra de conexión, con pendientes variables entre el 0,40% y el 41,47%.

El trazado discurre en su totalidad por el Parque Central. Entre el P.K. 0+000 y el P.K. 0+290 el trazado se desarrolla por el vial de acceso a la estación elevadora y por el centro de uno de los caminos del parque. En el P.K. 0+277,61 el trazado gira para cruzar un vial perpendicular y entrar en una zona ajardinada en pendiente, hasta la arqueta de conexión donde finaliza.

2) Conducción de impulsión del bombeo de trasvase entre la estación elevadora y la chimenea de equilibrio situada junto a la estación de ff.cc. de Tres Cantos en la que conecta con la impulsión de trasvase existente. El tramo a ejecutar es una conducción de fundición dúctil, diámetro nominal de 800 mm y longitud de 1.563,5 m.

El perfil longitudinal de la conducción es siempre ascendente, con pendientes variables entre el 0,40% y el 41,44%.

El trazado de la conducción hasta el P.K. 0+742 se desarrolla por el Parque Central. En el tramo comprendido entre el P.K. 0+000 y el P.K. 0+126,13 el trazado va paralelo a la conducción de alimentación del bombeo en línea y al salir del mismo discurre por caminos del Parque. Entre el P.K. 0+640 y P.K. 0+670 la traza de la tubería de impulsión cruza dos calzadas de la Avenida del Parque a través del vano de un puente existente.

Entre el P.K. 0+020 y P.K. 0+040 se ejecutan tres arquetas para la medida del caudal de trasvase con las correspondientes válvulas de seccionamiento de conducción principal y baipás. Tienen unas dimensiones interiores en planta de 2,17 x 2,90 m, 1,51 x 2,40 m y 2,95 x 3,10 m. Tanto las paredes laterales como las cobijas desmontables de cubierta son de hormigón armado de espesor 0,30 m, mientras que las losas de cimentación tienen un espesor de 0,40 m. Las tres arquetas están enterradas, estando la cota de cimentación a 694,55 m.s.n.m.

Las cobijas permiten el mantenimiento y extracción de los elementos interiores de la arqueta mediante camión grúa en caso de ser necesario. En las cobijas se sitúan entradas de hombre de DN 600 mm para la inspección.

En el P.K. 0+720 se instala una arqueta ventosa con unas dimensiones interiores en planta de 1,44x2,40 m y una altura de 3,45 m. La arqueta de hormigón armado está formada por una losa de cimentación de espesor de 0,40 m, paredes laterales 0,30 m y cubierta de cobijas desmontables a cota de urbanización del camino. En el interior se dispone de una ventosa trifuncional de DN150 mm con válvula de aislamiento de compuerta del mismo diámetro. La ventilación de la arqueta se consigue mediante dos tuberías de ϕ 100 mm de acero galvanizado en caliente, con el extremo exterior curvado en forma de semicírculo.

Entre el P.K. 0+742 al P.K.0+820 la conducción atraviesa la Glorieta de la Ciudad de Columbia (Intersección de la Avenida de la Vega y el Parque Central) y discurre por uno de los carriles de la Avenida de la Vega hasta su entrada en la acera entre la Avenida de la Vega y el Parque Central.

Entre el P.K. 0+820 al P.K. 1+220 la traza discurre por la acera entre la Avenida de la Vega y el Parque Central de Tres Cantos, donde va paralela al eje de la tubería de impulsión existente y entre dos alineaciones paralelas de árboles delimitados por alcorques. Para no afectar a los árboles se renueva la traza de la tubería existente por una tubería de fundición dúctil de DN 600 mm y 373,30 m de longitud.

Entre el P.K. 1+220 al P.K. 1+290 el trazado cruza la Avda de los Encuartes y Travesera de la Luna.

En el P.K. 1+293,50 la conducción gira para entrar en el parterre central del pasaje entre la Ronda de Poniente y Ronda de la Luna y discurre hasta el P.K. 1+563,50 entre una alineación de árboles de diversas especies y una acera lateral en la que se sitúa una alineación de farolas.

4.5. OBRAS DE CONEXIONADO HIDRÁULICO

4.5.1. Conexión con red de Canal de Isabel II

La sustitución de los grupos de bombeos actuales por unos específicos para el trasvase y la distribución de Tres Cantos necesita de la conexión de la nueva impulsión del bombeo en línea y de la desconexión de las dos impulsiones de DN 700 mm del bombeo de trasvase con la tubería de impulsión existente de DN 1400 mm de hormigón armado con camisa de chapa de la estación elevadora.

El nuevo conexionado no se puede realizar en la planta baja de la estación elevadora por lo que se realiza en una arqueta anexa de hormigón armado con unas dimensiones interiores de 9,65 m de longitud, de 6,10 m y 3,25 m de ancho variable y 4,95 m de altura. Este recinto se ejecuta junto al muro norte de la estación elevadora y se intercomunica con la planta baja a través de un hueco de paso practicado en el muro de hormigón de 1,20x2,20 m.

En el interior de la obra de conexión se dispone de los siguientes equipos electromecánicos:

- 1) Seccionamiento general de accionamiento manual de DN 600 mm de la impulsión del bombeo en línea.
- 2) Desagües de las tuberías de impulsión del bombeo en línea (DN 1400 mm) y del bombeo de trasvase (DN 800 mm). Los desagües están formados por tubería de DN150 mm con válvula de compuerta, carrete de desmontaje y válvula de mariposa del mismo diámetro que vierten en uno los pozos de drenaje de la planta baja de la estación elevadora.
- 3) Conducción de desagüe del seccionamiento general de la impulsión de trasvase, situado en la obra de medición de caudal, formado por tubería de DN 150 mm.
- 4) Circuito de prueba de los grupos de bombeo de trasvase, formado por tubería de DN 300mm con caudalímetro electromagnético del mismo tamaño.

- 5) Bomba de drenaje para el achique de agua en el desmontaje de equipos y que desagua en la red de saneamiento del vial de acceso a la estación elevadora.
- 6) Puente grúa de 1 tonelada para la extracción a una plataforma de 1,20x1,00 m a la misma cota que la planta baja de la estación elevadora.
- 7) Presostato (1) de presión mínima en la impulsión para el funcionamiento del bombeo de trasvase.

Para que la excavación e inspección de la impulsión existente DN1400 mm no interfiera en los accesos a la estación elevadora y al Centro Cívico Torre del Agua se realiza un recinto de micropilotes de tres lados junto a la estación elevadora y con una losa de cubierta que permite la excavación bajo la misma y el descubrimiento de la conducción de impulsión con los accesos abiertos.

El recinto de micropilotes está formado por 40 unidades de 250 mm de diámetro, 9,65 m de longitud y con tubo interior de acero N80 de 127 mm de diámetro y 9,0 mm de espesor. La viga de coronación de 0,80 m de canto se ejecuta en dos fases para conexión con la pantalla de micropilotes y la losa superior de 0,40 m de canto. El recinto de micropilotes no tiene continuidad en dos de los lados para no interferir con la impulsión DN1400 mm y permitir el acceso al interior del recinto a través de una rampa durante la fase de excavación bajo losa. Cuando se descubra la impulsión se realiza el apeo sobre la solera de 0,50 m de espesor y se tomarán medidas de las piezas de calderería de la obra de conexión para su fabricación e instalación.

La calderería es de acero al carbono en las conexiones con las tuberías de fundición dúctil y hormigón armado con camisa de chapa mientras que es de acero inoxidable en las conexiones con la calderería de la estación elevadora. La conexión de la calderería de distintos tipos de acero se realiza mediante unión embridada con junta y material aislante en tornillería para evitar par galvánico que favorece el progreso de oxidación.

Una vez efectuada las conexiones con la nueva impulsión de trasvase y con la impulsión DN1400 mm se procede a la construcción de los muros interiores a la cortina de micropilotes de 0,30 m de espesor. La conexión de muro con la losa superior se realiza mediante la disposición de redondos de acero ϕ 20 mm en los pasatubos

dispuestos previos al hormigonado de la losa y que se rellenan con resina epoxi.

4.5.2. Conexión con impulsión de trasvase

La obra de conexión con la impulsión de trasvase presenta unas dimensiones interiores en planta de 5,10x4,80 m y una altura interior de 3,00 m. La estructura está constituida por los siguientes elementos:

- Recinto de micropilotes formado por 40 unidades de 250 mm de diámetro, 7,36 m de longitud y con tubo interior de acero N80 de 127 mm de diámetro y 9,0 mm de espesor. La viga de coronación de 0,80 m de canto se ejecuta en dos fases para la conexión con la pantalla de micropilotes y la losa superior de 0,30 m de canto.

El recinto de micropilotes no tiene continuidad en dos de los lados para no interferir con la impulsión de trasvase DN600 mm y permitir el acceso al interior del recinto a través de la zanja de la tubería DN 800 mm de renovación de la impulsión de trasvase.

Una vez ejecutada la losa superior se procede a la excavación bajo la misma, apeo de la impulsión en una solera de 0,40 m de espesor, toma de medidas, fabricación e instalación de las piezas de calderería de la nueva conexión.

- Solera de hormigón armado de 0,40 m de espesor situada a una profundidad de 3,30 m en relación al nivel de terreno natural.
- Muros de hormigón armado de 0,20 m, 0,30 m y 0,40 m de espesor, y 3,00 m de altura. La conexión de muro con la losa superior se realiza mediante la disposición de redondos de acero ϕ 20 mm en los pasatubos dispuestos previos al hormigonado de la losa y que se rellenan con resina epoxi.
- Cubierta formada por una losa de hormigón armado con cobijas que se apoyan en dos vigas de 0,45x0,35 m y 4,80 m de longitud. Las cobijas cubren un hueco en la losa superior de 1,80x5,10 m y son 6 unidades de unas dimensiones en planta de 1,80x0,85 m y un canto de 0,30 m.

En la losa se dispone de 3 bocas de hombre ϕ 600 mm para la inspección de la arqueta.

La estructura consta de un nivel donde se ubicará la calderería de conexión de tuberías de 800 y 600 mm de diámetro, dos válvulas de mariposa de accionamiento eléctrico con sus respectivos carretes de desmontaje así como dos ventosas trifuncionales de DN150 mm.

La ventilación de la arqueta se consigue mediante dos tubos de DN 100 mm de acero galvanizado en caliente, con el extremo exterior curvado en forma de semicírculo.

4.5.3. Conexión con aducción DN 800 mm

La obra de conexión de la aducción DN 800 mm con la conducción de alimentación del bombeo en línea se produce en una arqueta de seccionamiento existente con unas dimensiones en planta de 4,00x4,30 m. La arqueta de seccionamiento tiene una válvula de mariposa de accionamiento manual con su carrete de desmontaje de DN800 mm y baipás de DN200 mm.

Para remodelar la arqueta de seccionamiento se realizan las siguientes operaciones:

- 1) Fabricación pieza de acero en Te Brida-Brida de DN 800 mm y 1380 mm de longitud, con tres derivaciones de DN100 mm (conexión ventosa), DN 200 mm (conexión baipás) y DN 600 (conexión aducción bombeo en línea).
- 2) Instalación válvula de mariposa y carrete de desmontaje DN 800 mm.
- 3) Instalación Te BBB DN800/DN200.
- 4) Instalación de ventosa trifuncional y válvula de compuerta de DN100 mm.
- 5) Perforación con roca diamantada en muro de hormigón de hueco de ϕ 675 mm para el paso de la tubería de alimentación al bombeo en línea.

4.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En el proyecto de rehabilitación del Depósito de Tres Cantos, la instalación eléctrica del nuevo Centro de Transformación y el Edificio de bombas cuenta con los

siguientes elementos:

- La energía eléctrica del total de las instalaciones será suministrada desde una línea subterránea de 20 kV de la compañía Iberdrola en las proximidades de la instalación.
- El Centro de Transformación existente, integrado actualmente en la planta superior del edificio de bombas, será desmantelado en coordinación con el proceso de sustitución del sistema hidráulico según el plan de obra, que prevé mantener el funcionamiento parcial del depósito durante los trabajos de remodelación.
- En paralelo se llevará a cabo la construcción de un nuevo CT en edificio independiente situado en un extremo del depósito que lo hará más accesible a la Compañía y permitirá concentrar los equipos de media tensión en una única ubicación.
- La acometida subterránea se ejecutará mediante doble circuito de cable entubado HPERZ1 3X1X240 mm² AL desde la arqueta de conexión a definir por la Compañía hasta el centro de transformación.
- El centro de transformación subterráneo se ubica en el límite de la parcela y tendrá separación de accesos para el seccionamiento de la Compañía, las celdas y los transformadores propiedad del cliente.
- Se alimentarán 2 transformadores en baja tensión de 250 kVA y 3 transformadores de 1000 kVA de potencia y 6 kV en el secundario, tensión ésta necesaria para el suministro de las 5 bombas de trasvase. Uno de los transformadores en cada uno de los niveles, 400 V y 6 kV, funcionará como reserva.
- Desde el centro de transformación hasta el edificio de bombas, el suministro se realiza mediante canalización enterrada en banco de 6 tubos de hormigón.

- El Cuadro General de Baja Tensión dispondrá de los aparatos de corte, protección y control de la instalación.
- La alimentación a las bombas de 6 kV necesitarán unas celdas de línea, para la llegada de las tres líneas correspondientes a los tres trafos de 1000 kVAs, y las celdas de protección de cada una de las bombas de 6 kV.
- Habrá una instalación de alumbrado para el interior del cuarto de máquinas, el de equipos eléctricos y de control, y el CT.
- Habrá una instalación de fuerza que dé suministro a los diferentes consumos requeridos.
- La canalización de la instalación interior se realizará en bandeja aislante sin halógenos PC+ABS, con los circuitos de control y mando separados de los de fuerza.
- Se ha previsto la instalación de condensadores fijos para la corrección de factor de potencia en transformadores y motores MT, y una batería de regulación automática en el CCM de la estación de bombeo.
- Se ha previsto la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida SAI, para que en caso de fallo de suministro, los equipos de control críticos queden alimentados durante 5 horas.
- El recinto del bombeo y el del centro de transformación contarán con una red de tierra compuesta por conductor desnudo de cobre y picas de acero-cobre.

En el Anejo nº 8 de Cálculos Eléctricos se describen y recogen los cálculos realizados para el dimensionamiento de las líneas y equipos que componen la instalación eléctrica en el proyecto así como las hipótesis de cálculo, fórmulas y criterios utilizados.

4.7. SISTEMA DE TELEMANDO Y CONTROL

Dado que los puntos de control se encuentran muy localizados y en distancias relativamente cortas entre sí, se ha planteado un solo PLC (Controlador Lógico Programable) en el Depósito conectado con el Centro de Control de CYII Gestión, como en la actualidad, mediante VLAN sobre fibra óptica. Además, en la instalación en zanja de la conducción de impulsión se dispone de fibra óptica entre el depósito de Tres Cantos y la obra de conexión con el sifón de Colmenar.

El Sistema de Control, estará basado en un sistema SCADA

Todas las señales de estado y mando de los equipos electromecánicos cercanos así como de la instrumentación son gestionadas por dicho PLC.

El objetivo prioritario de Sistema de Control (SC) es controlar y garantizar el funcionamiento del bombeo del nudo hidráulico de Tres Cantos, obteniendo en todo momento la máxima seguridad de funcionamiento para las personas y las instalaciones, con el máximo rendimiento. Este control, abarcará también la instalación eléctrica asociada, supervisando el estado de los dispositivos de los cuadros eléctricos y analizando el rendimiento y optimizando los consumos de energía.

El modo de operación normal de las instalaciones será remoto automático sin la actuación directa de operador, aunque también permitirá, ocasionalmente, la operación en modo manual bajo las acciones y decisiones del operador.

En el nudo de Tres Cantos se pueden realizar las operaciones de almacenaje, interconexión y bombeo de agua de diferentes procedencias. Para poder realizar las operaciones con seguridad y evitar una falsa maniobra que podría repercutir en la calidad del servicio, se necesitan consignas, protecciones, enclavamientos y temporizaciones, actuando sobre válvulas de seccionamiento o regulación, grupos motorbomba, etc., mediante medidores de caudal, nivel, presión, indicadores de posición, etc.

El depósito estará capacitado para las siguientes posibilidades de funcionamiento, que se detallan en el documento A10_ Instrumentación y Control:

- Funcionamiento normal, donde el llenado del depósito de Tres Cantos se

produce desde el Canal Bajo de Lozoya y funcionan los bombeos de trasvase y en línea para el suministro al piso de presión del depósito elevado (cota 785,00/780,00 m).

- Funcionamiento excepcional 1, donde el llenado del depósito de Tres Cantos se produce desde el Canal Bajo de Lozoya y funcionan los grupos de bombeo de trasvase para trasvasar y suministrar al piso de presión del depósito elevado (cota 785,00/780,00 m). En este escenario el bombeo en línea no funciona y se disminuye la capacidad del bombeo de trasvase un 50%.

- Funcionamiento excepcional 2, donde el llenado del depósito de Tres Cantos se produce desde el Sifón de Colmenar y funcionan los grupos de bombeo de trasvase para suministrar al piso de presión del depósito elevado (cota 785,00/780,00 m). En este escenario el bombeo en línea no funciona así como la captación desde el Canal Bajo de Lozoya.

Los parámetros que se prevén controlar son los siguientes:

- Control de nivel: se controlará el nivel en cámaras de los depósitos a través de medidores en continuo y alarmas por alto y bajo. Adicionalmente se instalará un medidor de nivel mecánico en cada vaso.
- Control de válvulas: los accionamientos acoplados a las válvulas motorizadas irán dotados de sensores, proporcionando alarma en caso de mal funcionamiento. Asimismo, tendrán entradas y salidas analógicas y/o digitales para conocer la posición de las válvulas. Por último, las alarmas de disparo de protección eléctrica de los cuadros de alimentación a válvulas serán integradas en el sistema de control.
- Caudalímetros: de tipo electromagnético con medidor de presión, para medida de caudal circulante en conducción cerrada.
- Control de presión: se controlará la presión aguas arriba y aguas abajo de los bombeos.
- Grupos de bombeo: además las presiones aguas arriba y aguas abajo y del

caudal de salida, se controlará mediante señales digitales la marcha-paro de los grupos, alarmas y estados de las válvulas.

5. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DEL PROYECTO

A continuación se resumen en líneas generales los criterios de diseño seguidos para cada una de las actuaciones proyectadas.

5.1. DEPÓSITO

Se considerará que los trabajos de impermeabilización del depósito son satisfactorios (reparación de juntas de dilatación, ejecución de medias cañas y revestimiento interior del depósito) cuando se cumpla el ensayo de estanqueidad del depósito, donde se tiene que medir el nivel de la superficie del agua durante un periodo de 7 días, con intervalos de 24 horas. Durante estos 7 días de prueba, el descenso máximo del nivel de agua no tiene que superar $1/500$ de la profundidad media del agua con el depósito lleno.

Durante el proceso de verificación de la estanqueidad el contratista puede realizar otros trabajos, pero en ningún caso puede solicitar día de parada por causas ajenas a su trabajo, al considerarse que se está verificando el trabajo hecho.

En caso de que el ensayo no sea satisfactorio se procederá de nuevo a la reparación y posterior prueba de verificación de la estanqueidad de 7 días más. Estas posibles reiteraciones en la fase de vaciado y mejora de la impermeabilización a realizar para lograr el cumplimiento del ensayo de estanqueidad no se encuentran contempladas en el plan de obra, y queda totalmente condicionada su realización a las necesidades de explotación de la red por parte de CYII Gestión.

Todos los elementos y productos que en fase de servicio y explotación del depósito estén en contacto con el agua tendrán que cumplir los certificados y normas para estar en contacto con agua potable garantizando el registro sanitario de potabilidad.

5.2. ESTACIÓN DE BOMBEO

La estación elevadora de Tres Cantos y conducciones asociadas a la misma,

resultan fundamentales para los objetivos que se pretenden conseguir con este proyecto, tanto en el escenario de funcionamiento normal y excepcional.

En el nudo hidráulico de los depósitos de Tres Cantos se tiene un **funcionamiento normal**, donde el bombeo de trasvase se alimenta del agua almacenada en el depósito de Tres Cantos (cota solera 691,30 m.s.n.m.) mientras el bombeo en línea se alimenta de la aducción DN 800 mm procedente del depósito El Pinar (cota solera 768,00 m.s.n.m.). En el caso que se tenga una avería en la aducción o en el bombeo en línea, se tiene un funcionamiento de emergencia en el que los grupos motor bomba de trasvase se podrán utilizar para el suministro al núcleo urbano de Tres Cantos desde el depósito elevado.

La selección de bombas de trasvase, horizontales de cámara partida de 300 l/s a una altura de 82 m.c.a. tienen una curva Q-H muy tendida, con una amplia zona de trabajo con rendimientos superiores al 83%, permite que se puedan utilizar indistintamente para el bombeo de trasvase y la distribución al casco urbano de Tres Cantos, con alturas manométricas comprendidas entre 90,8 y 73,2 metros para el bombeo de trasvase y con alturas manométricas comprendidas entre 94,3 y 80,5 metros para el bombeo de emergencia a la red de distribución de Tres Cantos.

La optimización energética no sólo ha condicionado los grupos motor bomba, sino los tipos y diámetros de válvulas y tuberías, fundamental en una instalación que funcionará todos los días del año para la distribución al casco urbano de Tres Cantos.

Se han realizado diversas modelizaciones de los regímenes permanentes y transitorios de arranque y parada de los equipos de bombeo, circulando los caudales máximos del bombeo de trasvase y en línea, recogidos en el anejo nº 6, que han determinado la utilización de los siguientes sistemas de protección de golpe de ariete:

- Impulsión de trasvase. En el origen de la conducción dos calderines hidroneumáticos de 12 m³ de capacidad y una chimenea de equilibrio en el P.K. 1+563,5 de 3,15 m de diámetro.

Con estos dispositivos se limitan las sobrepresiones a valores totalmente aceptables y se garantiza que la línea de mínimas presiones en ningún momento corte el perfil de la conducción, lo que evita la posibilidad de entrada

de aire a la misma y funcionamiento con presiones por debajo de la atmosférica.

- Conducción entre los depósitos El Pinar y elevado de Tres Cantos entre los que se intercala en la estación elevadora un bombeo en línea, donde no se ha adoptado ningún dispositivo de protección antiarriete, para estabilizar el régimen transitorio de la conducción, con lo que resultan sobrepresiones, del orden de 10 metros.

Para realizar los objetivos funcionales de interconectar los dos depósitos de Tres Cantos (semienterrado y elevado) y el depósito El Pinar, se necesitan medidores de caudal, de presión, de nivel en depósitos y enclavamientos sincronizados que eviten falsas maniobras en las válvulas y compuertas del sistema. Como ejemplo de la flexibilidad de las instalaciones proyectadas, un caudal procedente del Canal Bajo de Lozoya se puede distribuir, parte hacia el Sifón de Colmenar y el resto al depósito elevado de Tres Cantos sin realizar la obturación del nodo 9 como ocurre en la actualidad.

5.3. CONDUCCIONES

Las conducciones instaladas en zanja que se van a utilizar en el tramo renovado de la impulsión de trasvase y la prolongación de la tubería de aducción DN 800 mm son de fundición dúctil clase 40.

En el diseño del trazado en planta se han tenido en cuenta los condicionantes que se indican a continuación:

- El trazado en planta de las conducciones debe minimizar las afecciones al medio ambiente y al territorio, aprovechando al máximo los corredores de infraestructuras existentes o planificadas.

En los tramos en los que esto no es posible, se ha intentado que el trazado de las conducciones se apoye en caminos existentes, o en lindes de parcelas. Con ello se minimizan las afecciones, al disponer de un camino que servirá como acceso tanto para la ejecución de las obras como para la explotación.

- Dado el carácter urbano, con zonas de parque y viales, el trazado en planta se ha resuelto en la mayoría de casos con alineaciones rectas enlazadas con codos y en menor medida resolviendo los cambios de azimuth entre alineaciones mediante curvas de radio amplio. El radio de curvatura admisible es función del diámetro y longitud de los tubos así como del tipo de junta. En particular, para tubos de 6,0 m de longitud, diámetros DN600 mm y DN800 mm y unión flexible se podrían disponer los siguientes radios mínimos:

DN (mm)	Desviación admisible en junta flexible (°)		Radio de curvatura (m)	
	Unión sin acerrojar	Unión acerrojada	Unión sin acerrojar	Unión acerrojada
600	2,50	1,25	137,49	275,01
800	1,50	0,75	229,17	458,36

Por otro lado, en los puntos en los que ha sido necesario la disposición de codos, se ha procurado que la diferencia de ángulos resultante sea la menor posible y que el valor de los ángulos de los codos se correspondan con las medidas estándar establecidas por los fabricantes, siendo en todo caso múltiplos de la medida mínima de 11°15'.

Se han tenido en cuenta las limitaciones impuestas en los planes de ordenación urbanística tanto los vigentes como los pendientes de aprobación.

En los tramos en los que se discurra paralelamente a otras conducciones de abastecimiento, se ha mantenido en todo caso una distancia mayor de 1,0 m, en función de los datos disponibles del programa Gaudy de conducciones de Canal de Isabel II Gestión. Tal es el caso de la conducción de conexión entre el canal del Atazar y depósito de Tres Cantos.

El perfil longitudinal de las conducciones responde a los siguientes condicionantes:

- Pendiente mínima del 0,4% tanto en tramos ascendentes como descendentes en el sentido del flujo del agua, para evitar los problemas de explotación que origina la acumulación de aire en el interior de las conducciones. En este

sentido, se ha procurado asimismo evitar la creación de puntos altos relativos.

Por el contrario, existen tramos donde por temas constructivos es necesario disponer un tramo corto con pendiente 0, que son los tramos coincidentes con las arquetas de derivación o seccionamiento o de ventosas. En dichos casos, los tramos horizontales se reducen estrictamente a la longitud de la arqueta correspondiente.

- Recubrimiento mínimo de 1 m por encima de la clave de la tubería.
- Se han tenido en cuenta los servicios que cruzan las tuberías (conducciones de gas, colectores de saneamiento, tuberías de abastecimiento, cables telefónicos, eléctricos, etc.), modificando en lo necesario la rasante para buscar la mínima afección posible en aquellos puntos donde existan datos del servicio existente

Con respecto a las secciones tipo podemos indicar los siguientes criterios:

Según el informe geotécnico realizado para el Proyecto se puede considerar los rellenos superficiales como *suelo o material de compacidad media ($N_{SPT}=17$) y las arenas tosquizas como un suelo de compacidad muy densa ($N_{SPT}=50$)*. Para la parte más superficial de la excavación se ha considerado un talud 4H:3V, mientras que para el material subyacente se adopta un talud 2H:3V.

Finalmente, se ha adoptado el criterio de la NTP 278 con respecto a la prevención del desprendimiento de tierras en zanjas, disponiendo una berma de al menos 0,65 m de anchura a cada lado cuando la excavación supera los 4 m de profundidad.

La zanja tipo por zona urbana será entibada lo que permite una menor ocupación y mayor seguridad frente a posibles deslizamientos. En el Documento nº 2 planos, se encuentra las secciones tipo del proyecto.

6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Dado el carácter constructivo de las obras desarrolladas en el presente proyecto la cartografía utilizada ha sido:

- 1) Planta a escala 1:1000 con equidistancia de curvas de nivel de 1 m. suministrada por personal técnico de Canal de Isabel II Gestión.
- 2) Levantamiento taquimétrico de la zona exterior e interior del depósito de agua potable situado en el Parque Central del municipio de Tres Cantos (Madrid), y de la traza de las conducciones de impulsión y aducción realizado para la redacción del Proyecto por CONSULTOP asistencia técnica S.L. Las plantas a escala 1:500 tienen una equidistancia de curvas de nivel de 0,25 m.

En el Anejo nº 2 se incluye los trabajos de cartografía y topografía realizados para la redacción del proyecto.

7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el anejo nº 3 se incluye la campaña geológico-geotécnica así como el estudio geotécnico realizado para este proyecto y que ha sido realizado por la empresa Orbis Terrarum.

El objetivo del estudio ha sido la caracterización geotécnica de los distintos suelos en el emplazamiento del depósito semienterrado de Tres Cantos, y donde se ha definido sus características resistentes y deformacionales. Adicionalmente, se incluye un capítulo de inventario e inspección de las patologías observadas en el interior de uno de los compartimentos del depósito que se realizó aprovechando un período en el que estuvo vacío.

La campaña geotécnica de campo incluye:

- Ejecución de estudios geofísicos de geo-radar y tomografía eléctrica.
- Ejecución de ensayos de penetración dinámica (11).
- Ejecución de sondeos geotécnicos con recuperación continua de testigo (10) con 96,80 m de perforación.
- Ejecución de calicatas (2).

- Inspección visual de patologías del depósito y toma de testigos de hormigón.
- Realización de ensayos de laboratorio.

En el área del depósito de Tres Cantos se distinguen dos unidades geotécnicas: Rellenos en el trasdós de los muros del depósito y Arenas de miga con algo de matriz arcillosa. Los parámetros geotécnicos representativos de las unidades definidas son:

Unidad geotécnica	γ_{aparente} (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (MPa)
Relleno	20,0	0	32	9,0
Arena de miga	21,0	6	38	45,0

Las patologías detectadas en el interior de uno de los compartimentos del depósito son:

1) Bóvedas, en las que se detectan fisuras transversales generalizadas al eje de la bóveda y con presencia de humedad y raíces. El armado es visible y con signos avanzados de corrosión.

2) Pilares, en los que se detecta desagregado de árido fino del hormigón en la superficie del pilar (en la zona inundable), signos puntuales y aislados de corrosión de armadura y porosidad superficial.

3) Muros longitudinales y transversales, en los muros longitudinales no se detectan fisuras con un buen estado general mientras que los muros transversales se detectan fisuras sub-horizontales antiguas.

Para el estudio del estado actual del muro perimetral de hormigón se perforaron dos taladros desde su interior con extracción de testigo, sobre los cuales se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: dos ensayos de compresión simple, dos ensayos de carbonatación, dos estudios petrográficos y un ensayo de difracción por rayos X.

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el anejo nº 4 se incluye el estudio de alternativas realizado para el presente proyecto. El **depósito semienterrado de Tres Cantos** se utilizará como elemento regulador para el bombeo de trasvase y como fuente alternativa del suministro de Tres Cantos desde el depósito El Pinar lo que puede ocurrir ante avería de la infraestructura en alta o por incremento de demandas del núcleo urbano que hagan disminuir las presiones admisibles en Nuevo Tres Cantos y Polígono Industrial. La utilización del depósito de Tres Cantos como fuente de suministro alternativo requiere que esté operativo y que se renueve su volumen de explotación en períodos de al menos 56 horas.

En cuanto a las opciones de rehabilitación integral del depósito de Tres Cantos se ha elegido la alternativa en la que no se tiene que demoler la cubierta existente conservando la cubierta abovedada. Además la alternativa de demolición de cubierta lleva asociada dificultades técnicas en las fases de demolición, como son la necesidad de apuntalamiento provisionales, la gestión de residuos y la posibilidad de daños colaterales a otras partes del depósito entre otras.

En el estudio de alternativas se estudia para distintos horizontes temporales la utilización de dos fuentes de suministro, procedentes de los depósitos El Pinar o Tres Cantos, dando prioridad al suministro por gravedad con agua procedente de El Pinar siempre que se garantice una cota piezométrica en la derivación de la aducción DN 800 mm al Polígono Industrial de 770,00 m.s.n.m. Sobre la fuente de suministro normal (depósito El Pinar) se contempla la posibilidad de fallo estudiando la posibilidad del abastecimiento desde el depósito de Tres Cantos, con variantes de operatividad según aumento de fallo de menor a mayor.

En la operación del nudo de Tres Cantos se contempla la utilización de unos grupos de bombeo específicos para el trasvase y para la distribución del Tres Cantos. En caso de fallo del bombeo en línea se puede utilizar un grupo motor bomba de trasvase para garantizar el suministro al casco urbano de Tres Cantos y Polígono Industrial.

Para garantizar el suministro de agua a techo de planeamiento del municipio de Tres Cantos debido a nuevos desarrollos urbanísticos, se tendrá que utilizar el depósito de Tres Cantos como fuente de suministro normal para las nuevas necesidades.

9. TRAZADO Y REPLANTEO

En el Anejo nº 5 de Trazado y Replanteo, se define el trazado en planta y alzado de la impulsión del bombeo de trasvase y aducción del bombeo en línea.

El trazado ha tenido en cuenta que los tubos de fundición DN 600 mm a instalar tienen una desviación máxima admisible de 2º 30' entre juntas flexibles y de 1º 15' entre juntas acerrojadas entre dos tubos. En la instalación de los tubos de fundición dúctil DN 800 mm la desviación máxima admisible es de 1º 30' para junta flexible.

La impulsión del bombeo de trasvase tiene una longitud de 1563,46 m y la aducción DN 600 mm tiene una longitud de 354,50 m. También se ha definido el eje de renovación de un tramo de la impulsión de trasvase existente de 373,33 m de longitud.

10. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

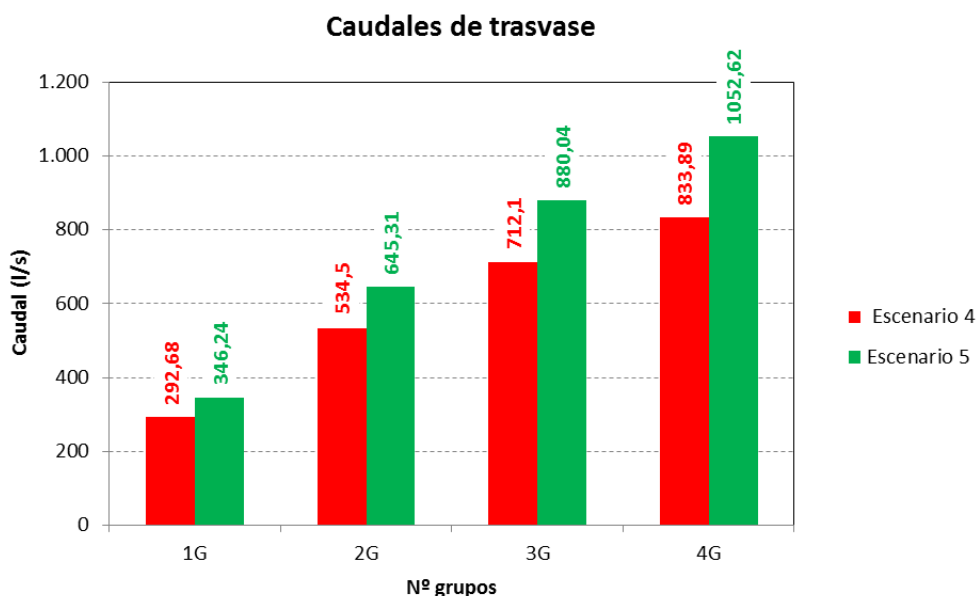
En el Anejo nº 6 "Cálculos hidráulicos", se recoge la justificación de los caudales de dimensionamiento utilizados y los cálculos hidráulicos realizados. Los estudios que se han realizado son los siguientes:

1) Dimensionamiento en régimen estacionario de los bombeos de trasvase y en línea a la red de distribución de Tres Cantos, así como la utilización en caso de emergencia de los grupos de trasvase para la distribución.

A partir de los caudales a bombear y de las conducciones de transporte, tanto existentes como de nueva construcción, se ha seleccionado unos grupos motor bomba, comprobando los caudales de bombeo, las presiones disponibles y las velocidades máximas de circulación en la red de tuberías.

La estación elevadora dispondrá de cinco (5) grupos motor bomba para el trasvase de caudales entre el Canal Bajo de Lozoya y el Canal del Atazar. Uno de los grupos estará en reserva, aportan un caudal de 300 l/s a una altura de 82,00 m y tienen un motor de 355 kW. Los grupos de trasvase seleccionados permiten realizar el suministro a Tres Cantos desde el depósito semienterrado en los casos de avería de la aducción de alimentación o el bombeo en línea.

Los caudales de trasvase varían en función de número de grupos en funcionamiento, de las cotas piezométricas en los depósitos terminales del sistema y de la rugosidad en el sistema de tuberías. El bombeo de trasvase podrá aportar un caudal comprendido entre 292,68 l/s y 1052,62 l/s.



En la sala de bombas se instalan cuatro (4) grupos motor bomba para la distribución de sectores urbanos de Tres Cantos a partir del depósito elevado existente junto a la estación elevadora y con un piso de presión a cota 785,00 m.s.n.m. De los cuatro grupos, dos de ellos están en reserva y aportan un caudal de 60 l/s a una altura de 17 m con motor de 22 kW.

En el caso de avería en el bombeo en línea, se puede utilizar uno de los grupos de trasvase como bombeo de emergencia para la distribución de Tres Cantos y donde se aporta un caudal comprendido entre 162,47 l/s y 251,75 l/s.

2) **Estudio de golpe de ariete** producido por parada súbita de los grupos de bombeo en tres hipótesis.

Hipótesis 1: Golpe de ariete por parada súbita de cuatro grupos del bombeo de trasvase con dos calderines hidroneumáticos de aire comprimido de 12 m³ en origen de impulsión para un caudal máximo bombeado de 1052,62 l/s.

Hipótesis 2: Golpe de ariete por parada súbita de tres grupos del bombeo de

trasvase con un calderín hidroneumático de 12 m³ en origen de impulsión para un caudal máximo bombeado de 880,04 l/s.

Hipótesis 3: Golpe de ariete por parada súbita de dos grupos del bombeo en línea a red de distribución con las derivaciones de la aducción DN 800 cerradas para un caudal máximo bombeado de 195,95 l/s.

Para limitar las sobrepresiones a valores admisibles y evitar depresiones en el perfil de la impulsión de trasvase se instalan dos calderines hidroneumáticos de aire comprimido de 12 m³ en la planta primera de la estación elevadora.

3) Estudio de los desagües y ventosas en conducciones

El dimensionamiento de los dispositivos de purga de aire se ha realizado considerando las siguientes situaciones:

- Purga de aire con la red en servicio.
- Purga de aire durante el llenado. La velocidad de llenado de la tubería se realizará a una velocidad inferior a 0,50 m/s.

Los dispositivos de admisión de aire se han dimensionado limitando la depresión admisible a 3 m.c.a. y considerando las siguientes situaciones:

- Apertura controlada de los desagües, de 150 mm de diámetro.
- Apertura accidental de un desagüe.
- Ruptura de la conducción. Se ha supuesto una ruptura en los puntos bajos del 50% del diámetro nominal de la conducción.

Como conclusión del estudio se ha previsto instalar ventosas trifuncionales de diámetro 150 y 100 mm con purgadores.

Las ventosas se han dispuesto en el perfil atendiendo a un triple criterio:

- En los puntos altos del perfil, es decir en los cambios de pendiente a rampa.
- En los puntos altos ficticios que son puntos de inflexión con incremento de pendiente, <4-5% salvo si el tramo aguas arriba tiene una pendiente muy fuerte

por ejemplo <9-10%.

- Espaciadas como máximo una distancia de 1.000 m.

11. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el anejo nº 7 “Cálculos estructurales”, se incluyen los cálculos justificativos de los siguientes elementos:

- 1) Rehabilitación del depósito semienterrado de Tres Cantos
- 2) Edificio para el nuevo centro de transformación
- 3) Apoyos de tuberías de la estación de bombeo
- 4) Arquetas y obras de conexión
 - Obras de conexión con la red del Canal de Isabel II y conducción de trasvase
 - Arquetas de medición de caudal del bombeo de trasvase.
- 5) Perforaciones y refuerzos planteados en los muros de la estación de bombeo
- 6) Plataformas metálicas auxiliares tanto en la arqueta de conexión como en la estación de bombeo
- 7) Modificaciones a realizar en la escalera existente
- 8) Rehabilitaciones del edificio de bombeo: Actuación en la viga del puente grúa del edificio de bombeo y actuación en el revestimiento de techos.

Rehabilitación del depósito semienterrado de Tres Cantos

En este apartado se ha realizado la comprobación de los dos tipos diferentes de muros existentes del depósito.

Edificio para el nuevo centro de transformación

Este edificio es de planta rectangular, de un solo nivel destinado a alojar los equipos de transformadores. Se realizará con una cimentación de losa de hormigón armado apoyada en micropilotes. El edificio por encima de nivel de calle será de bloques de hormigón prefabricado con una cubierta de sándwich galvanizado.

Apoyos estación de bombeo

La nueva disposición de las tuberías dentro del depósito de bombeo hace

necesario la realización de diferentes apoyos que sujeten correctamente las mismas atendiendo a criterios de optimización de las tuberías como vigas.

De manera general hay dos tipos de apoyos, deslizantes que podrán sujetar tracciones o no coaccionando el movimiento vertical, y fijos que además coaccionan el movimiento horizontal.

Se ha realizado un modelo en tres dimensiones de nudos y barras para dimensionar estos apoyos, considerando como acciones variables las presiones hidráulicas en régimen estacionario, el golpe de ariete y una variación térmica de $\pm 15^{\circ}\text{C}$

Arquetas y obras de conexión

En este apartado se distinguen las siguientes arquetas:

- 1) Arquetas de conexión con la red del Canal de Isabel II; ejecutada en dos fases, primero una pantalla de micropilotes y una segunda fase de excavación y ejecución de los muros interiores de hormigón armado con una losa de cimentación también de hormigón.
- 2) Medición de caudal impulsión de trasvase; se proyectan tres arquetas de este tipo:
 - Arqueta de seccionamiento inicial.
 - Caudalímetro.
 - Arqueta de seccionamiento final.

Los tres casos se resuelven ejecutando una losa de hormigón en el terreno, levantamiento de muros de contención perimetrales y una losa superior formado por cobijas prefabricadas de hormigón con formato estándar del Canal de Isabel II, pero sus dimensiones tanto en planta como en alzado son diferentes.

Perforaciones y refuerzos en muros de la estación de bombeo

Los nuevos equipos y tuberías hacen que sea necesario abrir huecos en los muros de hormigón existente. Las perforaciones para pasatubos se establecen de

manera general, con 5 cm de holgura radial respecto al radio exterior de la tubería, que de la suficiente holgura para su colocación. Esta holgura disminuye a 2 cm en el caso que se deba garantizar la estanqueidad entre ambos lados del muro, por los requerimientos de las juntas de estanqueidad que hay que hacer.

En el caso de huecos de gran entidad se plantea la ejecución de un pequeño pórtico metálico que sea capaz de absorber las cargas variables que pueda tener el muro.

Plataformas metálicas auxiliares

Se proyectan dos plataformas metálicas auxiliares que den acceso a las diferentes partes en las que no se podría tener acceso con la disposición de los equipos necesarios para el bombeo. Ambas se diseñan con un perfil tubular cuadrado de 100 mm de lado y 6 mm de espesor.

En la plataforma de la planta baja de la estación elevadora, se dispone de dos barras intermedias en cuatro módulos de manera que quitando la rejilla tipo Tramex que tenga encima se pueda poner un palet de dimensiones 1200x1000 mm de polietileno con capacidad de 5 toneladas para que descansen los equipos provisionalmente hasta que sean retirados por el puente grúa del forjado superior. Para realizar la operación de movimiento de equipos de la planta baja a la planta primera de la estación elevadora será necesario el desmontaje de la barandilla de la plataforma.

Modificaciones en escalera de estación de bombeo

El nuevo trazado de la tubería de impulsión del bombeo en línea interfiere con un perfil metálico existente, lo que hace necesario la resolución de la escalera con una estructura que pueda ser capaz de salvar la tubería y no se vea disminuida la capacidad de la escalera. Se proyecta con pilares de apoyo para cada uno de los dos tramos afectados de manera que haya distancia suficiente a la tubería

Rehabilitación en el edificio de bombeo

En el edificio de bombeo se deben realizar dos actuaciones de tratamiento:

El saneamiento de fisuras en la viga del puente grúa, saneamiento que cierre estas fisuras y evite el ataque a la armadura y el hormigón.

Un revestimiento en techos de forjados de bovedillas, a base de un adhesivo epoxi con una proyección de mortero.

12. CÁLCULOS MECÁNICOS

En el Anejo nº 8 se adjunta la justificación del funcionamiento mecánico de las conducciones de fundición dúctil así como la base de cálculo de los macizos de anclaje de las conducciones.

13. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Para la remodelación de la estación elevadora de Tres Cantos, la instalación eléctrica cuenta con las siguientes partes bien diferenciadas:

- Se realiza el suministro eléctrico al Cuadro General de Baja Tensión, ubicado en el edificio de bombeo, desde un nuevo Centro de transformación en edificio independiente. El suministro se realiza mediante canalización enterrada bajo tubo con la previsión de suministro para el bombeo en línea y las bombas de vacío
- Se realiza el suministro eléctrico a las bombas de trasvase en 6 kV, ubicado en el edificio de bombeo, desde el mismo Centro de transformación arriba indicado. El suministro se realiza mediante canalización enterrada bajo tubo.
- El Cuadro General de Baja Tensión dispondrá de los aparatos de corte, protección y control de la instalación.
- Las bombas de trasvase tendrán sus propias protecciones en MT.
- Habrá una instalación de alumbrado para el interior de la estación y para el centro de transformación.
- Habrá una instalación de fuerza que dé suministro a los diferentes consumos requeridos.
- La canalización de la instalación interior se realizará en bandeja de PVC con los circuitos de control y mando separados de los de fuerza.

- Se ha previsto la instalación de una batería de condensadores automáticos para la corrección del factor de potencia.
- Los motores de las bombas tendrán arranque directo tanto las de BT como las de MT.
- Se ha previsto la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida SAI, para que en caso de fallo de los equipos de control críticos queden alimentados durante cinco horas.
- El edificio contará con una red de tierra compuesta por conductor desnudo de cobre y picas de acero-cobre.

En el Anejo nº 9 de Cálculos Eléctricos se describen y recogen los cálculos realizados para el dimensionamiento de las líneas y equipos que componen la instalación eléctrica en el proyecto así como las hipótesis de cálculo, fórmulas y criterios utilizados.

14. SUPERVISIÓN Y CONTROL

Para garantizar una adecuada automatización y gestión de las instalaciones se ha planteado una solución basada en PLC (Controlador Lógico Programable) situado en la estación elevadora que será responsable de gestionar los grupos de bombeo de trasvase y en línea a la red de distribución de Tres Cantos.

Todas las señales de estado y mando de los equipos electromecánicos ubicados en los depósitos y en la estación de bombeo así como de la instrumentación son gestionados por dicho PLC.

Para la comunicación se tenderá fibra óptica a lo largo de la impulsión de trasvase hasta la chimenea de equilibrio. En el nodo de la obra de conexión con la conducción de trasvase y en el depósito elevado se dispondrán micro-autómatas para la gestión de las señales locales y comunicación con el PLC de la estación elevadora.

En el Anejo nº 10 de la presente memoria se incluye el Estudio de Instrumentación y Control realizado.

15. SERVICIOS AFECTADOS

En el Anejo nº 11 se detallan las relaciones y contactos que se han mantenido con otros organismos durante la redacción del proyecto y se realiza una descripción de los servicios y servidumbres que se verán afectados durante la fase de ejecución de las obras.

Las afecciones más significativas dentro del proyecto son los cruces con conducciones subterráneas de diferentes compañías suministradoras como líneas eléctricas y abastecimiento.

A la hora de valorar las afecciones se han tenido en cuenta las calidades de acabados originales, así como las especificaciones particulares de los materiales, los procedimientos constructivos de los distintos elementos y la cualificación del personal a emplear en las obras de recuperación.

16. SEGURIDAD Y SALUD

En el Anejo nº 12 de la presente memoria se incluye el Estudio de seguridad y salud realizado, con un presupuesto de ejecución material de 221.466,64 € (Doscientos veintinueve mil cuatrocientos sesenta y seis euros con sesenta y cuatro céntimos).

17. INCIDENCIA AMBIENTAL DE LAS OBRAS

Atendiendo a la normativa ambiental en vigor de aplicación al proyecto, y en concreto a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, artículo 7.2.b), Canal de Isabel II Gestión realizó una consulta ambiental a la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio, con el objeto de determinar si es necesaria la realización de un procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.

Las actuaciones se ubican en terrenos comprendidos en la Zona Especial de Conservación (ZEC) "Cuenca del río Manzanares" y la Zona a Ordenar por el Planeamiento Urbanístico (Zona P) del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

Con fecha 29 de octubre de 2015 se procedió a solicitar informe al Servicio de Informes Técnicos Medioambientales como unidad administrativa de la Dirección General de Medio Ambiente competente en la gestión de tales espacios protegidos.

El 26 de enero de 2016 se recibe en Canal de Isabel II Gestión escrito de contestación fechado el 7 de enero de 2016 de la Jefe del Área de Evaluación Ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente, en el que se indica que no se prevé afección apreciable, directa o indirecta, del proyecto sobre los espacios protegidos Red Natura 2000, por lo que no precisa someterse a una evaluación de impacto ambiental según las establecidas en la Ley 21/2013, siempre y cuando se adopten las medidas preventivas y correctoras oportunas tanto durante la fase de obras como durante la ejecución de las citadas actuaciones.

En el Anejo nº 14 se estudia la incidencia de las obras sobre el medio, analizando los impactos generados durante las distintas fases de las obras y proponiendo las medidas para reducirlos, así como un plan de vigilancia ambiental. Cabe citar especialmente la reposición y cuidado con el arbolado afectado, siguiendo la normativa establecida en la Comunidad de Madrid al respecto (Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid), así como el control acústico y ambiental necesario durante la ejecución de las obras, y durante la explotación del proyecto.

Por otro lado, de forma específica, tal y como se dicta en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, en el Plan de Gestión Integrado de los Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid (Orden 2726/2009 de 16 de julio) y la Ordenanza municipal reguladora de los Residuos de la construcción y demolición en el término municipal de Tres Cantos, se incluye en el Anejo nº 16 un Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición, incluyendo la definición de las instalaciones para su acopio en la obra, así como el presupuesto de su gestión.

18. PLAN DE OBRA

El Anejo nº 15 incluye el resumen de las unidades de obra a ejecutar y el plan de obra previsto, del que se deduce un plazo total de ejecución de dieciocho (18) meses.

Para que la estación elevadora esté operativa durante el período de las obras, salvo períodos puntuales para las nuevas conexiones hidráulicas y eléctricas, se tendrán actividades que se pueden considerar críticas en el desarrollo de la obra:

- 1) **Plazo de entrega de equipos** mecánicos, eléctricos y de control desde la orden de pedido. Los equipos se deberán fabricar y entregar en tres etapas;

En primera etapa, se deberá recibir de fábrica tres de las bombas de trasvase así como la totalidad de equipos eléctricos y control.

En segunda etapa se deberá recibir de fábrica los cuatro grupos para el bombeo en línea.

En tercera etapa se deberá recibir de fábrica dos de los grupos del bombeo de trasvase.

- 2) En la **fase inicial de las obras** se ejecutará una renovación provisional de la acometida eléctrica de la estación elevadora, la implantación del circuito de vertido de los baipás de pruebas de los bombeos en los canales de alimentación y la reparación del grupo de bombeo número 8.

Se estima que la acometida eléctrica existente, procedente de la red de MT de Iberdrola, se ve afectada por la obra de conexión con la red de Canal de Isabel II y el nuevo centro de transformación por lo que se deberá abordar en la fase inicial de la obra dos baipás de la acometida existente, realizándose dos conexiones provisionales con las dos líneas de 20 kVA que alimentan a la instalación. La ejecución de los mencionados baipás está supeditada a la confirmación sobre el terreno de la afección de la acometida eléctrica existente, cuando se descubran las zonas de obra.

Los baipás de pruebas de los bombeos, de DN 300 mm para el bombeo de trasvase y de DN 200 mm para el bombeo en línea, se ejecutarán en su tramo de vertido a la cámara oeste del depósito y al canal de alimentación este de los grupos de bombeo como fase previa antes de desconectar los grupos instalados en el lado este (G1, G2, G3 y G4).

- 3) **La renovación de los equipos hidráulicos** de la estación de bombeo se realiza en tres etapas.

En **primera etapa** se renovará las conducciones, valvulería y grupos de bombeo del lado este de la instalación. En primer lugar se repara el grupo de bombeo G8 de forma que la estación elevadora disponga cuatro grupos operativos (G5, G6, G7 y G8) para dismantelar posteriormente los grupos G1, G2, G3 y G4 e instalar tres grupos nuevos de trasvase y su sistema de cebado. Durante esta etapa la estación de bombeo funcionará con cuatro grupos de bombeo como en la actualidad.

Una vez renovados los grupos de trasvase del lado este, la estación elevadora se pondrá en funcionamiento con los siguientes elementos:

- 1) Tres (3) grupos motor bomba de trasvase, uno de ellos en reserva, que bombean contra el depósito elevado, abasteciendo a la red de distribución de Tres Cantos y trasvasando caudales al Sifón de Colmenar.
- 2) Centro de transformación.
- 3) Cuadros del centro de control de motores y sistema de control.
- 4) Calderería de la obra de conexión con la red de Canal de Isabel II Gestión, excepto la conducción de alimentación del bombeo en línea.

En **segunda etapa** se instalarán las conducciones, valvulería y grupos de bombeo en línea a la red de distribución. Los nuevos grupos instalados se conectarán al sistema hidráulico independizando el sistema de bombeo a la red de distribución y trasvase.

Para poner en funcionamiento el bombeo en línea se necesita ejecutar los siguientes elementos:

- 1) Dismantelamiento de los grupos de bombeo G5 y G6.

- 2) Conducción de aducción DN 800 mm.
- 3) Conexión con la aducción DN 800 mm junto a la Glorieta de Santa María y en la obra de conexión con red de Canal de Isabel II Gestión.

En **tercera etapa** se instalarán las conducciones, valvulería y grupos de dos grupos de trasvase del lado oeste. Los cinco grupos instalados se conectarán al sistema hidráulico para que funcione el bombeo de trasvase.

Una vez ejecutada la segunda etapa con el bombeo en línea en funcionamiento se realiza la renovación del tramo de impulsión de trasvase existente en la acera de la Avenida de la Vega.

Para poner en funcionamiento el bombeo de trasvase se necesita ejecutar los siguientes elementos:

- 1) Desmantelamiento de los grupos de bombeo G7 y G8.
 - 2) Impulsión de trasvase.
 - 3) Conexión con impulsión de trasvase.
 - 4) Conexión con red de Canal de Isabel II.
- 4) **La impermeabilización del vaso del depósito elevado** requiere planificarlo en un período cuya afección al suministro de los sectores Norte y Sur de Tres Cantos sea mínima ya que durante la actuación se tendrá que realizar el suministro desde el depósito El Pinar.

19. RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA

En el Anejo nº 20 se incluye un protocolo de relaciones del adjudicatario con la administración, que tiene por objeto definir la representación del contratista y del Canal de Isabel II Gestión, así como fijar las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre ambos.

20. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación se definen los requisitos básicos para la licitación de este proyecto.

20.1. Clasificación del contratista

De acuerdo con lo establecido en el **Real Decreto 1098/2001**, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el **Real Decreto 773/2015**, de 28 de agosto; por el que se modifican determinados preceptos del RGLCAP, considerando el carácter de las actuaciones proyectadas, predominantemente obras hidráulicas, y en particular de ejecución de conducciones y la rehabilitación de una estación de bombeo, se propone que el contratista adjudicatario de las obras ostente la clasificación en los siguientes grupos y subgrupos:

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
E	1	6
HIDRÁULICAS	ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS	

20.2. Revisión de precios

Los precios de las obras contempladas en el presente Proyecto serán revisables, de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras, a cuyos efectos se utilizará la fórmula referida a Obras Hidráulicas nº 561 para “Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento”.

Esta fórmula tiene por expresión:

$$K_t = 0,10 \text{ Ct/Co} + 0,05 \text{ Et/Eo} + 0,02 \text{ Pt/Po} + 0,08 \text{ Rt/Ro} + 0,28 \text{ St/So} + 0,01 \text{ Tt/To} + 0,46$$

Donde:

K_t = Coeficiente teórico de revisión para el momento

C_t = Índice de coste del cemento en el momento de ejecución t.

C_o = Índice de coste del cemento en el momento de la licitación.

E_t = Índice de coste de energía en el momento de ejecución t.

E_o = Índice de coste de la energía en el momento de la licitación.

P_t = Índice de coste de los materiales plásticos en el momento de ejecución t.

P_o = Índice de coste de los materiales plásticos en el momento de la licitación.

R_t = Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de ejecución t.

R_o = Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de la licitación.

S_t = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de ejecución t.

S_o = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la licitación.

T_t = Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de ejecución t.

T_o = Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de la licitación.

20.3. Plazo de ejecución y garantía

La duración prevista para la ejecución de las obras es de dieciocho (18) meses a partir de la fecha del Acta de Comprobación de Replanteo. El plan de obra se incluye en el Anejo nº 15.

El plazo de garantía será de doce (12) meses y empezará a contar a partir de la fecha de la recepción de las obras. Durante este tiempo será por cuenta del contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

21. PRESUPUESTO

De acuerdo con las mediciones realizadas en el documento nº 4 de este proyecto, y por aplicación del cuadro de precios nº 1, se ha obtenido el presupuesto que se detalla a continuación.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1.	REHABILITACIÓN DEPÓSITOS	3.268.890,59
2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	518.746,05
3.	ESTACIÓN DE BOMBEO	3.146.614,90
4.	CONDUCCIONES	2.200.987,10
5.	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL	70.513,68
6.	GESTIÓN DE RESIDUOS	593.344,96
7.	SEGURIDAD Y SALUD	221.466,64
8.	SERVICIOS AFECTADOS	25.806,80
9.	VARIOS	500.000,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		10.546.370,72

Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:
DIEZ MILLONES QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON
SETENTA Y DOS CÉNTIMOS (10.546.370,72 €)

Añadiendo al Presupuesto de ejecución material el 6% de beneficio industrial y el 13% de gastos generales se obtiene el presupuesto base de licitación sin IVA para la obra que es el que se indica a continuación:

TOTAL PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (Sin IVA)

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1.	REHABILITACIÓN DEPÓSITOS	3.268.890,59
2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	518.746,05
3.	ESTACIÓN DE BOMBEO	3.146.614,90
4.	CONDUCCIONES	2.200.987,10
5.	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL	70.513,68
6.	GESTIÓN DE RESIDUOS	593.344,96
7.	SEGURIDAD Y SALUD	221.466,64
8.	SERVICIOS AFECTADOS	25.806,80
9.	VARIOS	500.000,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		10.546.370,72
13,00% Gastos generales		1.371.028,19
6,00% Beneficio industrial		632.782,24
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		12.550.181,15

Asciende el presente presupuesto base de licitación sin IVA a la expresada cantidad de:
DOCE MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON
QUINCE CÉNTIMOS (12.550.181,15 €)

22. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

- Anejo nº 1. Características principales del proyecto.
- Anejo nº 2. Cartografía y topografía.
- Anejo nº 3. Geología, geotecnia e inspección de patologías.
- Anejo nº 4. Estudio de alternativas.
- Anejo nº 5. Trazado y replanteo.
- Anejo nº 6. Cálculos hidráulicos.
- Anejo nº 7. Cálculos estructurales.
- Anejo nº 8. Cálculos mecánicos.
- Anejo nº 9. Cálculos eléctricos.
- Anejo nº 10. Instrumentación y control.
- Anejo nº 11. Servidumbres y Servicios afectados.
- Anejo nº 12. Seguridad y Salud.
- Anejo nº 13. Tramitación urbanística.
- Anejo nº 14. Restauración ambiental, paisajística y ruidos.
- Anejo nº 15. Plan de obra.
- Anejo nº 16. Gestión de residuos de construcción y demolición.
- Anejo nº 17. Reportaje fotográfico.
- Anejo nº 18. Autorizaciones administrativas necesarias.
- Anejo nº 19. Documentación a entregar por el contratista.
- Anejo nº 20. Relaciones del Contratista con la Dirección de Obra.
- Anejo nº 21. Control de calidad de las obras.
- Anejo nº 22. Medidas de prevención y seguridad en las instalaciones de Canal de Isabel II Gestión.
- Anejo nº 23. Señalización corporativa de instalaciones de Canal de Isabel II Gestión.

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

- 1. Situación y emplazamiento

2. Planta General de la obra
3. Rehabilitación depósito
4. Centro de transformación
5. Estación de bombeo
6. Conducciones
7. Arquetas y detalles

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- 3.1.- Pliego de prescripciones técnicas generales
- 3.2.- Pliego de prescripciones técnicas particulares

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO

- 4.1. Mediciones auxiliares
- 4.2. Mediciones
- 4.3. Cuadro de Precios Nº 1
- 4.4. Cuadro de Precios Nº 2
- 4.5. Presupuestos Parciales
- 4.6. Resumen de Presupuesto
- 4.7. Presupuesto de Ejecución Material
- 4.8. Presupuesto Base de Licitación

23. CONCLUSIÓN

El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en el artículo 107 de la Ley de Contratos del Sector Público 30/2007 de 30 de octubre.

Igualmente, se hace constar que el presente Proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, es decir, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las posteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para su puesta en servicio una vez concluido el plazo de ejecución.

Madrid, Enero de 2016

EL INGENIERO AUTOR
DEL PROYECTO

Fdo.: D. Alberto Gaitón Vicente
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

LA INGENIERA DIRECTOR
DEL PROYECTO

Fdo.: D.ª Guadalupe Oñate Lorente
Ing. Caminos, Canales y Puertos

Vº Bº LA JEFA DE ÁREA DE
PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO

Fdo.: D.ª Miriam Fernández Lara
Ing. Caminos, Canales y Puertos

