

**Canal**  
de Isabel II **gestión**

25/03/15

ENTRADA

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS  
QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO  
PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA  
AVANZADO PARA LA OPERACIÓN DEL  
SISTEMA MANZANARES**

**CONTRATO N°: 284/2014**

Área: Subdirección I+D+I

Fecha: 13 de marzo de 2015

## 1. OBJETO

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas PPT se describen las condiciones técnicas que regirán los trabajos de asistencia técnica para la "Implantación de un sistema avanzado para la operación del Sistema de Saneamiento Manzanares"

El objetivo de los trabajos es el desarrollo de un sistema de gestión integrado de los taques de tormenta y otros elementos (aliviaderos, cámaras de reparto, EDARs, etc.) que sirva como herramienta para la toma de decisiones del Canal de Isabel II Gestión

Para llevar a cabo estos trabajos, y tal y como se definirá en el apartado correspondiente se deberá:

- Recopilar la información y revisión del esquema funcional del Sistema Manzanares
- Analizar la instrumentación actual y hacer una propuesta de instrumentación adicional
- Caracterizar el funcionamiento y eficiencia del sistema (tanques de tormenta, aliviaderos y EDARs)
- Toma de muestras de las aguas residuales que se ponen en juego en el sistema en diversos escenarios (tiempo seco, lluvia de diversos periodos de retorno, diferentes puntos dentro de los tanques de tormenta...)
- Modelizar el funcionamiento actual del sistema de saneamiento teniendo en cuenta las presiones y posibles impactos sobre el medio receptor en función de diferentes escenarios de gestión de los tanques de tormenta.
- Proponer las estrategias de gestión que mejoren el funcionamiento actual del sistema de saneamiento y minimice los impactos, realizando para dicha tarea la modelización simplificada del sistema.
- Proponer un protocolo de gestión coordinada de los tanques y EDARs que incorpore las mejoras en la gestión descritas anteriormente.
- Hacer un resumen final del trabajo realizado que exponga claramente las principales conclusiones y recomendaciones y que incluya la implantación del sistema propuesto.

## 2. ANTECEDENTES

La protección de la calidad de los medios es una de las prioridades para Canal de Isabel II Gestión.

La preocupación por el medio ambiente y por la preservación de la calidad de las aguas viene reflejada en abundante legislación tanto a nivel supranacional (Directiva Marco del Agua o la Directiva 91/271 sobre el tratamiento de las aguas residuales) como a nivel nacional (Ley 11/1995 que transpone la 91/271 o el reciente RD 1290/2012).

En aras del cumplimiento de esta abundante legislación, en los últimos años se han acometido importantes infraestructuras de saneamiento en toda la Comunidad de Madrid y en especial en la ciudad de Madrid (colectores y emisarios, tanques de tormenta y EDAR) cuyo objetivo final es devolver las aguas residuales y de escorrentía al medio en las condiciones óptimas para que tengan el menor impacto posible en el estado de los medios receptores.

Así la mayor parte de los caudales transportados por la red de drenaje urbano de la ciudad de Madrid (así como de algunos municipios limítrofes), se articulan a través del sistema de depuración compuesto por las EDAR de Viveros, China, Gavia, Butarque, y Sur con una serie de aliviaderos al río para evacuar los caudales que dichas EDARs no puedan tratar en tiempo de lluvia.

Posteriormente, mediante el "Programa de Mejora de la Calidad del Río Manzanares: Reducción de la contaminación generada por la Descarga de Sistemas Unitarios (DSU)", se estableció un conjunto de actuaciones en la red de saneamiento (tanques de tormenta, nuevos colectores y nuevos aliviaderos al río) para conseguir los objetivos marcados por el Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo que son:

- Los emisarios de márgenes deberán disponer de una capacidad igual o superior a 17 veces el caudal punta de aguas negras.
- En los emisarios de márgenes no se debe ubicar aliviaderos directos al río.
- Los entronques entre tributarios y el colector de margen deben estar dotados de compuertas de regulación, automáticamente comandadas, que permitan el flujo de 17 veces el caudal de aguas negras el tributario al emisario de margen y el flujo superior se alivia del tributario directamente al río.
- Todos los puntos de vertido tendrán un sistema de limitación de salida de sólidos de acuerdo con el artículo 28.2d de las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo.
- Todos los caudales con diluciones inferiores a 17 veces el caudal punta de aguas negras deberán ser dirigidos al correspondiente emisario de margen para su tratamiento en la estación depuradora.
- Se preverán tanques de tormenta asociados a los aliviaderos de los colectores tributarios para impedir el vertido directo al río de las primeras aguas de lluvia.

Así, para conseguir los objetivos marcados, se cuenta con dos colectores que transcurren a ambos lados del Río Manzanares (los denominados colector de margen derecha y colector de margen izquierda) así como una serie de tanques de tormenta que retienen parte de los volúmenes generados durante los eventos de precipitación, para luego enviarlos al sistema de colectores mencionado.

Todos los tanques de tormenta tienen aliviaderos asociados para verter el exceso de caudal al río Manzanares. Así mismo, existe la posibilidad de actuar sobre el sistema de colectores de margen mediante el trasiego de caudales de un margen a otro en determinados puntos.

Este sistema, conjunto de colectores, aliviaderos, tanques y depuradoras se ha ido desarrollando en distintas fases a lo largo del tiempo, en paralelo al crecimiento urbanístico, las exigencias normativas y a la creciente conciencia ambiental, de manera que su gestión no se realiza aún de manera integrada.

Centrándose en la gestión de los tanques de tormenta, estas actuaciones están dotadas de un sistema de telecontrol centralizado e interconectado con las depuradoras que permite gestionar de forma eficaz el sistema de tanques de tormenta y compuertas.

No obstante, la gestión de un sistema de esta complejidad no es fácil debida a la interrelación de los diferentes elementos y obviamente esta relación varía si el sistema trabaja en tiempo seco o en tiempo de lluvia, siendo en este último caso el que presenta mayor dificultad y por tanto más opciones de mejora. Es debido a esta complejidad que actualmente no existe un protocolo centralizado entre los diferentes elementos del sistema, de manera que actualmente, la operación se realiza de forma autónoma en cada tanque, con el objetivo fundamental de recoger el mayor volumen de caudal posible limitando los vertidos por los aliviaderos de dichos tanques.

Es por ello que en este estudio persigue analizar la gestión actual y estudiar mejoras en esta gestión.

### **3. ÁMBITO DEL ESTUDIO**

Los sistemas de saneamiento que son objeto del presente trabajo son principalmente los colectores y emisarios de Madrid capital (así como de algunos municipios limítrofes) que transportan las aguas de la red municipal hasta las EDARs de Viveros, China, Gavia, Butarque y Sur, junto con las estaciones de bombeo y los tanques de tormenta asociadas a estos colectores (tanto los que se encuentran directamente sobre dicho sistema como los que se encuentran en los colectores tributarios del mismo) y mencionados en el apartado anterior; no obstante en la medida que la red de alcantarillado municipal de la ciudad de Madrid presente descargas directas al medio receptor que puedan tener un impacto en su estado, deberá también considerarse la red municipal en el estudio objeto de este pliego.

El estudio incorporará igualmente la gestión de las mencionadas EDAR (en cuanto a parámetros de entrada a las mismas) y de los impactos sobre el río Manzanares como consecuencia de los vertidos que se produzcan.

### **4. TRABAJOS A DESARROLLAR**

Los trabajos se desarrollarán en las fases que se describen a continuación.

#### **4.1. Recopilación de información y revisión del esquema funcional del sistema de saneamiento Manzanares:**

El adjudicatario recabará toda la información disponible (basándose principalmente en los datos de los que dispone el Canal en la actualidad) y que sea de interés para la realización de las siguientes fases del proyecto, organizándola y simplificándola según sea necesario. Como se puede ver en el apartado 6, buena parte de esta información ya está en poder del Canal de Isabel II Gestión y será proporcionada al adjudicatario. En concreto y como mínimo esta será:

- Información de las principales infraestructuras del sistema de saneamiento de Manzanares (tramos, pozos, puntos de DSU y de vertido, bombeos, etc.)
- Información de las cuencas de aportación del sistema (tipo de vertidos, características morfológicas simplificadas, habitantes equivalentes ...)
- Información sobre los diferentes actuadores de la red sobretodo tanques de tormenta, bombeos y compuertas con atención a sus principales características físicas y a su funcionamiento habitual en tiempo seco y durante los episodios de lluvia. Al comienzo del contrato, el Canal aportará al adjudicatario la información de qué elementos de este tipo tiene en las redes, así como los valores históricos de funcionamiento de que se disponga.
- Información sobre las EDARs con atención a sus principales características físicas y a su funcionamiento habitual tanto en tiempo seco como durante los episodios de lluvia.
- Información histórica de pluviometría.
- Información histórica de los sensores existentes en el sistema de saneamiento Manzanares (caudalímetros, limnómetros, sensores de calidad, características del afluente y del efluente de la depuradora, etc.)
- Información histórica de funcionamiento de los actuadores (bombeos, movimientos de compuertas, tanques de tormenta, etc.)
- Información sobre la morfología del medio receptor (topografía, batimetría, geometría de obras transversales, etc.) así como información histórica de niveles y caudales. Este aspecto se restringirá a los datos imprescindibles para el desarrollo de los trabajos y a la información que ponga en disposición el órgano gestor.
- Estudios históricos de análisis del estado de la masa de agua (físicoquímico, biológico, etc.). Este aspecto se restringirá a los datos imprescindibles para el desarrollo de los trabajos y a la información que ponga en disposición el órgano gestor.

El Consultor deberá completar los datos que no se dispongan mediante mediciones de caudal y mediciones topográficas para completar los esquemas funcionales contemplándose como mínimo los siguientes elementos:

- Los colectores del margen derecho del Manzanares.
- Los tanques de tormenta y aliviaderos existentes en su trazado (11 tanques, los 4 de El Pardo, Valdemarín, Pozuelo, Arroyofresno, China, Los Migueles ,Abroñigales y Butarque) así como, de ser necesario, otros tanques de tormenta menores asociados al sistema o a los colectores tributarios.
- Las 5 EDAR existentes en el ámbito junto con sus respectivos aliviaderos: Viveros, China, Gavia, Butarque y Sur.

#### **4.2. Análisis de la instrumentación actual y propuesta de instrumentación adicional**

La instrumentación actual del sistema está obviamente orientada a la explotación actual. Se analizará esta instrumentación junto con los datos recopilados históricamente, y se propondrá instrumentación adicional que sirva para la gestión integral futura que se propondrá durante el proyecto y que debe permitir realizar los balances de masa necesarios en la siguiente fase haciendo especial hincapié en los parámetros de calidad de las aguas trasegadas.

El adjudicatario pondrá a disposición del trabajo todos los elementos de medida y toma de muestras (en continuo o no) necesarios durante el desarrollo de los trabajos, realizando al final la propuesta sobre qué tipo de instrumentación es necesario instalar para la explotación posterior del sistema de operación propuesto.

#### **4.3. Caracterizar el funcionamiento y eficiencia del sistema de saneamiento Manzanares (tanques de tormenta, aliviaderos y EDARs)**

En base a la instrumentación propuesta en la fase anterior, el adjudicatario (conjuntamente con el Canal) establecerá los escenarios que es preciso cubrir (lluvias extremas, lluvias sucesivas, lluvias tras un largo periodo seco, etc.) y se propondrá un protocolo de toma de muestras para el análisis de los flujos de agua que se experimenten en los diferentes escenarios a lo largo de los elementos más sensibles de los sistemas.

Como mínimo, se realizará un análisis detallado de 6 tanques de referencia que sean representativos del comportamiento del resto de tanques existentes en el sistema de saneamiento Manzanares, analizando su funcionamiento hidráulico (caudales entrantes, desviados hacia el emisario y aliviados al medio receptor) como de sus procesos vinculados a la evolución de la contaminación que se llevan a cabo en el interior del tanque. No obstante, el Canal podrá pedir, de considerarse necesario el análisis de otros tanques si se demuestra necesario por no ser los datos extrapolables.

Se analizarán como mínimo dos flujos en cada tanque, uno en época de lluvia (es decir, durante el funcionamiento del tanque en el que se produzcan vertidos al medio debido a un episodio de lluvia) y uno en época seca.

Mientras que los muestreos en época seca se llevarán a cabo en el colector aguas arriba del tanque de tormenta, los muestreos en época de lluvia serán realizados tanto en la entrada del tanque, en el interior del mismo, a la salida y en el colector de alivio al medio receptor permitiendo la caracterización del flujo en la entrada, en el alivio al medio receptor, en el flujo enviado hacia la EDAR y en el agua retenida en el tanque en sus diversos módulos y zonas.

Se analizarán como mínimo la DBO5, NTK, sólidos en suspensión y pH. En la proposición se detallará los parámetros que se analizarán en cada tipo de muestra.

En tiempo seco la campaña consistirá en la toma de muestras simples consecutivas a lo largo de uno o varios días, con objeto de evaluar la evolución de los parámetros analíticos de las aguas en condiciones exentas de lluvia. Los resultados de esta campaña se utilizarán para poder escindir los contaminantes arrastrados por la lluvia de los habituales en las aguas residuales trasegadas por el alcantarillado.

La caracterización de un suceso de lluvia deberá sistematizarse en una ficha – tipo de suceso, en la que se analizarán las singularidades del episodio en cuanto a intensidad, duración y altura de precipitación y los correspondientes polutograma y flujograma generados por la escorrentía. Se evaluarán también las cargas totales movilizadas por el llegando a calcular la capacidad de los tanques para laminar/almacenar/diferir los diferentes contaminantes.

De forma similar se analizará ,tanto cuantitativa como cualitativamente, las aguas que llegan a las EDARs de manera que se asegure que no producen impactos de importancia en su capacidad de tratamiento.

#### **4.4. Modelizar el funcionamiento actual del sistema de saneamiento teniendo en cuenta las presiones y posibles impactos sobre el medio receptor en función de diferentes escenarios de gestión de los tanques de tormenta.**

El Canal de Isabel II Gestión está en la actualidad finalizando la modelización matemática de la red de drenaje urbano de Madrid en el que los elementos de inercia del sistema (tanques) así como los rebombes y las cámaras de reparto, son modelizadas de manera simplificada. Partiendo de dicha modelización, el objetivo es hacer las mejoras necesarias al modelo para obtener un modelo fiable capaz de simular el comportamiento en detalle de la red de saneamiento (incluyendo los tanques de tormenta, los puntos de vertido al medio receptor, el funcionamiento de las EDARs y el impacto en el Manzanares) durante los episodios de lluvia.

El modelo será calibrado adecuadamente con los datos históricos de los sensores del sistema y sobre todo con los datos de las analíticas tomados en las fases anteriores.

Con el modelo calibrado se modelizarán los diferentes escenarios que es preciso cubrir (y que se habrán establecido conjuntamente con el área de operación) y se evaluará el volumen de vertidos a los medios receptores, la carga contaminante vertida y su impacto en el medio con el sistema de explotación de los tanques y de las EDARS actual.

En concreto se evaluará el impacto de los vertidos de los diferentes escenarios sobre las concentraciones de oxígeno disuelto (valores bajos pueden llevar a la asfixia de los organismos acuáticos) y de nitrógeno (concentraciones altas provocan eutrofización y formación de amoníaco), para lo que se utilizará como base los datos de calidad del cauce que se obtengan de la administración responsable, así como los datos topológicos que dicha administración tenga al respecto..

También se evaluará si se cumplen los requisitos de la Confederación de eliminar los vertidos para caudales inferiores a 17 veces el caudal punta de aguas negras.

#### **4.5. Estrategias de gestión que mejoren el funcionamiento actual del sistema de saneamiento y minimice su impacto, utilizando la modelización del sistema**

Una vez determinadas en las fases anteriores el funcionamiento y el impacto actual de las redes de saneamiento, se propondrán, con la ayuda de los modelos numéricos, las mejoras en la gestión y explotación de tanques de tormenta y EDARs que permitan minimizar los vertidos al medio (en número de vertidos, volumen, o impacto de los mismos).

#### **4.6. Protocolo de gestión coordinada de los tanques y EDARs**

Se elaborará un protocolo de gestión coordinada de los tanques y EDARs que incorpore las mejoras en la gestión testeadas en la fase anterior.

El protocolo analizará si es necesaria instrumentación adicional que, con seguridad, deberá incluir medidores de indicadores de contaminación en continuo (temperatura, pH, conductividad, turbidez) asociados con toma de muestras que ayuden en la toma de decisiones en tiempo real y que sirvan para decidir las estrategias de operación a realizar.

El protocolo incluirá un sistema de alerta, que defina los niveles de alerta, las acciones a realizar y la información a suministrar en cada nivel de alerta, y la definición de un informe post-episodio tipo que se enviará a las autoridades informando del suceso.

#### **4.7. Resumen final**

Todo el trabajo realizado se sintetizará en un informe final que recoja sus principales temas tratados y exponga claramente sus conclusiones y recomendaciones.

### **5. METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS TRABAJOS**

El estudio se presenta con un enfoque abierto que permita de mutuo acuerdo entre el contratista y la dirección del proyecto por parte de Canal Isabel II Gestión, incidir en aquellos aspectos que se consideren más relevantes según el progreso de los trabajos y el conocimiento adquirido a lo largo de los trabajos.

El alcance y la metodología a seguir en los trabajos serán establecidos a juicio del consultor, definiéndose de manera detallada en la oferta técnica que se presente, poniendo especial interés en todas las metodologías que redunden en un mejor conocimiento del funcionamiento de los sistemas de saneamiento.

A continuación se muestra, de forma indicativa, el contenido mínimo de la metodología a presentar en la oferta técnica:

- Metodología para la recopilación de la información necesaria para el proyecto
- Metodología para la selección de los tanques de tormenta a analizar
- Metodología para la realización de las campañas (toma de muestras y medición del flujo)
- Metodología para la elaboración y calibración del modelo del sistema de saneamiento incluyendo los tanques de tormenta, desbordamientos a los medios receptores, funcionamiento de las EDARs e impacto sobre el río Manzanares, así como definición del software a emplear y que deberá cumplir con las características que se indican en el PCAP.
- Metodología para el análisis del funcionamiento actual y de las mejoras de gestión propuestas permitiendo una comparativa rápida entre los dos escenarios.
- Metodología para la elaboración del protocolo de gestión coordinada



## **6. INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE**

Canal de Isabel II dispone de la siguiente información:

- Sistema de información Geográfico de las Infraestructuras del Canal Gestión (GAMBA) en soporte ArcGis 10.1, que incluye información detallada de las características de la redes de drenaje urbano, con datos de topografía con precisión, en la mayor parte de los casos, subcentimétrica.
- Planos y datos de los proyectos de los tanques de tormenta.
- Histórico de analíticas en los afluentes de la EDAR así como datos físicos de las mismas.
- Series pluviométricas de las zonas a estudiar (Tomando como referencia la estación meteorológica de Retiro con datos cinco minutales).
- Histórico de datos de limnímetros y caudalímetros en la red de drenaje urbano de Madrid.
- Histórico de datos de limnímetros en los tanques de tormenta.

## **7. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Tras la firma del contrato, el adjudicatario deberá presentar al director de los trabajos que designe el Canal de Isabel II Gestión, a través del interlocutor que se proponga por parte del adjudicatario, una propuesta de metodología y planificación para la consecución de las diferentes fases.

Al final de cada fase se presentará un documento que contendrá:

- Memoria explicativa con la descripción de los trabajos realizados, resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones (tanto sobre la operación del sistema como sobre la calibración del mismo, propuesta de instrumentación fija o móvil, operativa de captura de datos y modelización del sistema...) etc.
- Anejos: Incluyendo los datos utilizados, los cálculos justificativos, resultados de las campañas o la información de los modelos.
- Ficheros con los datos de entrada y salida en soporte magnético, sobre todo los referentes a las fichas de las campañas y de los modelos numéricos desarrollados con sus datos de entrada y los resultados obtenidos, de manera que el modelo matemático utilizado para la elaboración del protocolo pueda ser explotado en su totalidad por el Canal de Isabel II Gestión

Con periodicidad mensual se llevará a cabo una reunión en la que se presentará el resumen de los trabajos elaborados en dicho mes así como la planificación de los trabajos planificados para el mes siguiente. En caso de ser necesario, la reunión de planificación se realizará con una frecuencia menor.

El trabajo final deberá consistir en la definición del protocolo de funcionamiento mencionado así como la definición del sistema de toma de decisiones vinculado al mismo de manera que sea plenamente operativo.

## **8. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

Se presentarán certificaciones mensuales sobre las unidades ejecutadas y recibidas en el periodo. Las unidades de medición y susceptibles de abono serán las correspondientes al presupuesto que figura en el anexo.

El número de unidades indicadas corresponde al escenario hipotético de valoración a efectos de las propuestas económicas que se presentarán. En caso de que se realicen trabajos no contemplados específicamente en el cuadro de precios, se presentará de manera previa a la realización de los mismos, una propuesta en base a los precios por administración que figuran en dicho anexo y que deberán ser aprobados por el director de los trabajos del Canal de Isabel II Gestión con anterioridad al inicio de dicho trabajo singular.

## **9. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS**

El adjudicatario nombrará un representante responsable de los trabajos, que será el interlocutor único con el director de los trabajos que designe el Canal de Isabel II Gestión, y deberá tener la titulación que se marca en el pliego Administrativo que rige el presente concurso de asistencia técnica.

En sus ofertas, los licitadores presentarán una relación del persona que se asignaría al trabajo encomendado, con indicación de su titulación, experiencia (currículum vitae) y dedicación al proyecto. Las personas que vayan a desarrollar este proyecto deberán contar con una solvencia técnica acreditada para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido.

El adjudicatario se comprometerá a aportar los recursos humanos recogidos en su oferta. En el caso de que alguna de las personas propuestas no pudiera incorporarse al proyecto, el adjudicatario propondrá a Canal Isabel II Gestión recursos alternativos con categoría profesional y experiencia igual o superior a los propuestos inicialmente, propuesta que deberá ser aceptada por la dirección del proyecto por parte de Canal Isabel II Gestión.

El adjudicatario velará porque el equipo designado para la ejecución de los trabajos tenga la suficiente estabilidad que no ponga en riesgo la consecución de los mismos en calidad y plazos. Cualquier cambio que aun así se produjera deberá ser puesto en conocimiento de Canal Isabel II Gestión con la suficiente antelación, y se reemplazará el recurso por otro de igual o superior cualificación.

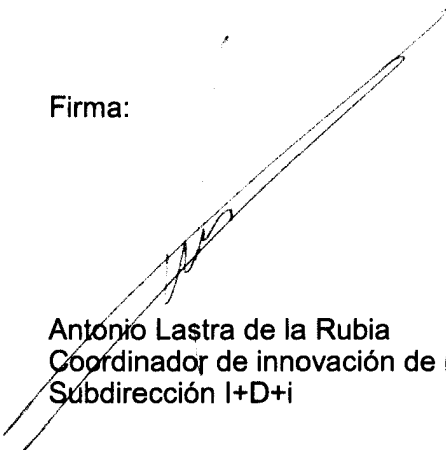
Los licitadores deberán incluir en sus ofertas una propuesta metodológica detallada de las técnicas, métodos, fuentes de información y herramientas que vayan a ser utilizadas en la realización del proyecto.

El laboratorio que efectúe los ensayos pertinentes, deberá tener experiencia en trabajos similares, habiendo realizado las analíticas indicados en el apartado correspondiente al menos en los dos últimos años, acreditando informes que lo demuestren.

Durante el tiempo que duren los trabajos objeto de este pliego, el adjudicatario se comprometerá a tener abierta una oficina en Madrid donde se encuentren todos los documentos y resultados de los trabajos en curso, a disposición para su consulta y examen en cualquier momento por la dirección del proyecto.

Madrid, a 13 de marzo de 2015

Firma:



Antonio Lastra de la Rubia  
Coordinador de innovación de red  
Subdirección I+D+i

Firma:



Francisco Luis Cubillo González  
Subdirector de Investigación  
Desarrollo e Innovación

Firma:



Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería