



**SERVICIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL
ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS INTERNAS DE LAS
CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO**

CONTRATO Nº 78/2017

PROCEDIMIENTO ABIERTO NO ARMONIZADO

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

INDICE

1.	OBJETO.....	3
2.	ANTECEDENTES	3
3.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	4
3.1.	INFORMACIÓN DISPONIBLE	5
3.2.	FASES DE TRABAJO	5
3.2.1.	DIAGNÓSTICO INICIAL	5
3.2.2.	CAMPAÑAS DE TOMA DE MUESTRAS DE LA CAPA INTERNA DE LAS TUBERÍAS PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO	5
3.2.3.	MONITORIZACIÓN DE LA CAPA INTERNA MEDIANTE SENSORES INSTALADOS IN SITU EN LA PROPIA RED	6
3.2.4.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA	7
3.2.5.	RESULTADOS FINALES.....	8
4.	PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS	8
5.	MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	9
6.	MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS	10

1. OBJETO

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán la ejecución de los trabajos de **Estudio de las características morfológicas internas de las conducciones de abastecimiento**.

2. ANTECEDENTES

La red de abastecimiento y distribución de la Comunidad de Madrid es una infraestructura esencial, que en la actualidad comprende más de 18.000 km, encargada de transportar el agua que consume una población superior a los seis millones de habitantes, desde las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) hasta los correspondientes puntos de entrega. A lo largo de esta red se realizan exhaustivos controles físico-químicos y microbiológicos, superándose los parámetros exigidos por la legislación vigente para el agua de consumo humano, tanto a nivel nacional como europeo.

En el marco del estricto programa de gestión y vigilancia de la red implantado, es del interés de Canal de Isabel II Gestión, S.A. (en adelante Canal de Isabel II Gestión), profundizar en el conocimiento sobre los mecanismos de detección y caracterización del posible biofilm o biopelícula que pueda existir en las paredes interiores de las tuberías y demás elementos de la distribución (depósitos, elementos de maniobra y control, uniones, accesorios, etc.), así como sus interrelaciones con el abastecimiento.

Los principales datos característicos de la totalidad de la red de abastecimiento y distribución son los siguientes:

Longitud tubería (km)	18.300
Nº depósitos	459
Nº bombas	783
Nº Estaciones Bombeo	174
Nº válvulas de corte	140.275
Nº válvulas reguladoras	1.500
Nº de acometidas	634.000

Para la supervisión y optimización de la calidad del agua de consumo humano que circula por el interior de esta red se dispone de:

Estaciones de Vigilancia Automática (EVAs) que miden en continuo los parámetros de conductividad, pH, nitritos, amonio y cloro, en puntos estratégicos de la red de abastecimiento

Puntos de muestreo fijos georreferenciados distribuidos por toda la red

Estaciones Recloradoras/Recloraminadoras, en puntos internos de la red

El sistema de información geográfico corporativo de Canal de Isabel II Gestión recoge la información de todas las infraestructuras del sistema de abastecimiento, incluyendo sus características físicas e hidráulicas y topología de red (conectividad).

3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

En este apartado se describen las herramientas y servicios que conforman el objeto del contrato y que el Adjudicatario deberá realizar, no siendo el listado que aparece a continuación una relación exhaustiva de las características de los servicios contratados, sino las líneas generales demandadas.

Las referidas tareas deben entenderse como requisitos mínimos pudiendo los licitadores mejorarlos en sus ofertas. Las propuestas que ofrezcan características inferiores no serán tomadas en consideración en el presente procedimiento de adjudicación.

El Adjudicatario deberá desarrollar y aportar los conocimientos, metodologías y herramientas necesarias para asegurar el resultado óptimo del proyecto.

El ámbito de este trabajo será de la totalidad de la red de abastecimiento gestionadas por Canal de Isabel II Gestión, sobre los 18.300 km de conducciones a presión, que se divide en dos partes:

- Red estratégica: aproximadamente 3.300 km de red, correspondiente a tuberías principales de transporte y apoyo, tomando como origen las Estaciones de Tratamiento y finalizando en la/s entrada/s a los sectores, junto con los elementos de operación y control, impulsiones y depósitos correspondientes.
- Red sectorizada: el resto de la red, que consiste en todas las tuberías de la red de distribución que pertenecen a una red delimitada, estando sus entradas y salidas totalmente controladas y medidas en caudal y presión.

Las principales cuestiones que se pretenden resolver mediante el presente estudio, siempre particularizadas para el posible biofilm presente en la red de la Comunidad de Madrid, son las siguientes:

- Metodología, procedimientos y/o equipos más adecuados para la identificación y medida del biofilm.
- Ubicación más probable del biofilm, cuantificación y caracterización del mismo.
- Causas que favorecen la aparición del biofilm y factores que influyen en su desarrollo, una vez aparecido.
- Posibles mecanismos de resistencia del biofilm frente a los métodos de desinfección empleados.
- Importancia del biofilm antiguo frente al biofilm de reciente formación.
- Procedimientos óptimos para la eliminación del biofilm o la atenuación de sus efectos.

3.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Canal de Isabel II Gestión dispone de la siguiente información, que se considera de utilidad para la realización del trabajo, y se pondrá a disposición del contratista, en las condiciones y reservas de confidencialidad expuestas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato:

- Cartografía de las infraestructuras del Canal de Isabel II Gestión en soporte ArcGis 10.1 que incluye información de las características físicas, hidráulicas y topológicas de la red de abastecimiento: tubos, nudos, válvulas, depósitos, bombeos, etc.
- Procesos de desinfección primaria y secundaria en las ETAP.
- Tratamientos de desinfección empleados en las estaciones rectoras/recloraminadoras que se encuentran instaladas a lo largo de la red.
- Maniobras y operaciones significativas en la red en cada zona a estudiar durante el periodo de registro.
- Información de los parámetros de calidad registrados en el sistema de telecontrol, a través de los equipos de recogida de datos en continuo instalados en las ETAP y en las EVA.
- Resultados de los análisis de laboratorio correspondientes a los ensayos de autocontrol obtenidos por muestreos manuales en los puntos de muestreo fijo.
- Resultados disponibles del proyecto "TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DEL BIOFILM ASOCIADO A EPISODIOS DE ROTURAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE CANAL DE ISABEL II GESTIÓN".

En el caso de las series temporales e históricas, se facilitará la información y el rango de fechas que se justifique adecuadamente sea necesario para el alcance de los trabajos objeto de este contrato.

Las ofertas indicarán todas las actuaciones, apoyos y colaboración que se precisen por parte de Canal de Isabel II Gestión para la realización de los trabajos objeto de este pliego, entendiendo que todo lo que no se indique expresamente en la oferta, correrá a cargo de la empresa adjudicataria.

3.2. FASES DE TRABAJO

Para la realización del trabajo objeto de Contrato, el Adjudicatario deberá realizar las siguientes tareas:

3.2.1. DIAGNÓSTICO INICIAL

La primera fase consistirá en la realización de un diagnóstico inicial de la presencia de biofilm en la red de la Comunidad de Madrid, basándose en el estado del arte de redes de distribución de aguas para el consumo humano semejantes con tratamiento de desinfección por cloraminación, y en la información disponible en Canal de Isabel II Gestión hasta la fecha de la red de estudio.

3.2.2. CAMPAÑAS DE TOMA DE MUESTRAS DE LA CAPA INTERNA DE LAS TUBERÍAS PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO

Se realizarán sucesivas campañas de toma de muestras de biofilm en los puntos más significativos de la red con objeto de disponer de una muestra representativa de la casuística existente.

Se procederá a la toma de un número mínimo de 600 muestras viables y representativas de biofilm "in situ", mediante alguno de los métodos siguientes, cuya elección estará sujeta a la aprobación de la Dirección de Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión:

- En los elementos que presenten roturas o averías.
- En los elementos objeto de obras de renovación u otros trabajos de mantenimiento de la red, que faciliten igualmente un acceso temporal al interior de las tuberías.
- En otros elementos de la red, hasta completar la muestra representativa.

En todos los casos, el Adjudicatario del presente contrato se desplazará al punto donde se encuentre el elemento para tomar la muestra de biofilm in situ, siempre en el ámbito de la Comunidad de Madrid. Si la muestra se va a tomar en un elemento que presente roturas o avería, el desplazamiento a dicho punto se realizará en un plazo inferior a dos horas a partir de aviso telefónico. En el resto de los casos, el desplazamiento se realizará según la programación de los trabajos, cuyo calendario se facilitará con antelación suficiente.

El personal encargado por parte del Adjudicatario de desplazarse a cada punto para realizar la toma de muestras, realizará, también in situ, una toma de datos del elemento visitado y de su entorno que facilite la interpretación de los resultados, y trasladará inmediatamente la muestra a Laboratorio de Microbiología especializado para su posterior análisis.

El Adjudicatario deberá establecer un procedimiento de toma de muestras, que se someterá a aprobación por parte de la Dirección de Proyecto de Canal de Isabel II Gestión.

Todo el material necesario para la toma de muestras del biofilm, así como la formación del personal encargado, correrá por cuenta del Adjudicatario.

El primero de los trabajos que se deberá realizar en el Laboratorio será la confirmación de la presencia o ausencia de biofilm de cada muestra.

Sobre cada una de las muestras en las que se haya confirmado la presencia de biofilm, se realizarán determinaciones cualitativas y cuantitativas de los principales grupos de microorganismos que constituyen el biofilm, y de su matriz extracelular. A continuación se exponen algunos de los procedimientos que se consideran adecuados para este objeto, no siendo esta una relación definitiva de los mismos, pudiendo el Adjudicatario añadir otros en función de los resultados provisionales que se vayan obteniendo de los análisis realizados. En cualquier caso, los procedimientos a realizar se someterán a aprobación por parte de la Dirección de Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión.

Entre los procedimientos a emplear sobre muestras frescas, se incluirán marcados fluorescentes con sondas específicas para detección de los microorganismos del biofilm (marcando su DNA con fluorocromos específicos), marcados de la matriz extracelular con lectinas fluorescentes, cuantificación mediante técnicas de fluorimetría, y visualización con microscopía de epifluorescencia y microscopía laser confocal.

Se realizarán procedimientos basados en la actividad metabólica y de medida de la actividad enzimática. Se emplearán las técnicas más adecuadas para el aislamiento y cultivo de los microorganismos del biofilm, según las características del mismo.

Los procedimientos para caracterizar la actividad microbiana del biofilm incluirán ATP, AOC y procedimientos para detectar actividad enzimática específica, basados en el sustrato enzimático.

Para realizar la observación de muestras fijadas, se empleará microscopía electrónica de barrido, tinciones histoquímicas específicas, técnicas basadas en sondas celulares y moleculares (sondas inmunológicas y de lectinas) y procedimientos basados en sondas celulares y moleculares especie-específicas.

La duración prevista total máxima para esta fase es de 18 meses.

3.2.3. MONITORIZACIÓN DE LA CAPA INTERNA MEDIANTE SENSORES INSTALADOS IN SITU EN LA PROPIA RED

Con objeto de realizar la monitorización in situ y en continuo de la posible formación del biofilm en la red, se instalará un número mínimo de 20 equipos sensores.

Inicialmente, y en paralelo, se realizarán las siguientes tareas:

- Propuesta de las posibles ubicaciones de los sensores, en función de la información disponible, teniendo en cuenta factores la probabilidad de formación de biofilm en el punto, el régimen hidráulico y de explotación, la sensibilidad de la red dependiente de ese punto a la posible formación del biofilm, la disponibilidad de espacio suficiente para ubicar el equipo sin interferir en la operación de la red, la facilidad de acceso al equipo para realizar su mantenimiento, los servicios necesarios, etc.
- Propuesta de los equipos sensores para la recogida automática y en continuo de datos de biofilm in situ, que podrán ser comerciales y/o diseñados al efecto. Entre los distintos tipos de información que el equipo sea capaz de registrar se encontrará al menos una señal que sea proporcional a la tasa (%) de crecimiento del biofilm en la superficie de la tubería/elemento de la red en el que se encuentre instalado. Se aportarán certificados de la sensibilidad, fiabilidad, rapidez y estabilidad de la respuesta de los equipos. Los equipos deben ser capaces de detectar la aparición de capas de biofilm que cubran una superficie inferior o igual al 1% de la superficie de la sonda o elemento sensor propiamente dicho. Cada uno de los equipos podrá constar de una única sonda o elemento sensor o de una combinación de varias sondas o sensores. Podrán instalarse equipos sensores de diversas tecnologías, en función de la ubicación y/o características del punto en el que se pretenda monitorizar. Se valorarán especialmente aquellas soluciones en las que el equipo sea capaz no solamente de detectar la presencia de biofilm y su grado de crecimiento o decrecimiento, sino de caracterizar el tipo de biofilm formado, y de evaluar de forma autónoma en continuo el grado de influencia de parámetros como cloro residual, amonio libre, temperatura, pH o conductividad. Se valorará también el hecho de que los equipos no requieran de suministro eléctrico externo para su funcionamiento, incorporando baterías de larga duración o fuentes de alimentación propias. Se deberá certificar la estanqueidad de los equipos. El Adjudicatario será responsable de la adecuada protección de los equipos, fuentes de alimentación y cableado frente a robos y actos vandálicos, reemplazando en un plazo no superior a un mes el equipo o los elementos que sufrieran daños por alguna de estas causas. La frecuencia de la señal o señales emitidas por cada uno de los elementos sensores se ajustará para poder detectar cambios a nivel porcentual en la superficie del sensor cubierta por la capa de biofilm. La señal o señales se podrán almacenar en el propio equipo, en un data-logger o similar, desde el que se descargará la información con una periodicidad al menos semanal, o bien se enviarán de forma remota a un servidor con una periodicidad al menos diaria. En todos los casos se facilitará a la Dirección de Proyecto de Canal de Isabel II Gestión el acceso on line a la información más reciente descargada por cada equipo en el correspondiente servidor, y a los históricos correspondientes. El Adjudicatario aportará asimismo el software de cálculo y tratamiento de los datos que permita visualizar la información recogida por cada equipo en forma de tablas y gráficos, establecer alarmas y generar tendencias y correlaciones.

Una vez aprobadas ambas propuestas por la Dirección de Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión se procederá a la adquisición e instalación de todos y cada uno de los equipos. El Adjudicatario realizará un seguimiento permanente del estado de los equipos y de la información recogida por los mismos, recalibrándolos con la periodicidad y procedimientos establecidos por el fabricante. En caso de que en alguno de los emplazamientos elegidos no se detecte biofilm en el plazo de un mes, se propondrá a la Dirección de Proyecto un cambio de ubicación, justificando la idoneidad del nuevo emplazamiento.

La duración prevista total máxima para esta fase es de 18 meses, en paralelo con la fase de muestreos y análisis en Laboratorio.

Finalizada esta fase, el Adjudicatario dejará en buen estado operativo y de calibración todos los equipos utilizados, que pasarán a ser propiedad de Canal de Isabel II Gestión.

3.2.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

Se realizará un seguimiento continuo de toda la información obtenida a través de los análisis realizados a las muestras en Laboratorio y de los datos recogidos in situ por los equipos sensores, reflejando las conclusiones provisionales en los correspondientes informes mensuales.

3.2.5. RESULTADOS FINALES

Al finalizar las fases anteriores, se hará entrega de un informe final de resultados que contenga la valoración de la presencia, cuantificación y características del biofilm en la red de abastecimiento y distribución de la Comunidad de Madrid, que detalle las conclusiones relativas a los siguientes aspectos:

- Metodología más adecuada para la detección del biofilm.
- Ubicación más probable del biofilm, cuantificación y caracterización del mismo, en cada zona.
- Causas que favorecen la aparición del biofilm y factores que influyen en su desarrollo, una vez aparecido.
- Posibles mecanismos de resistencia del biofilm frente a los métodos de desinfección empleados.
- Importancia del biofilm antiguo frente al biofilm de reciente formación.
- Procedimientos óptimos para la eliminación de cada tipo de biofilm o la atenuación de sus efectos.

Se incluirá una propuesta de recomendaciones, acompañadas de la correspondiente valoración económica, para la adecuada monitorización, control y prevención del biofilm en la red de abastecimiento y distribución de la Comunidad de Madrid, de acuerdo con los resultados del proyecto.

A la finalización de los trabajos el contratista elaborará un documento de síntesis para la difusión de las experiencias adquiridas, metodología, resultados y conclusiones, en la línea de los "Cuadernos de Investigación de I+D+i" publicados por Canal de Isabel II Gestión.

4. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

En el plazo de tres semanas a partir de la firma del contrato, el Adjudicatario deberá presentar la siguiente documentación:

- Plan de trabajo donde se señalen plazos y fechas para la realización de las distintas tareas del proyecto así como un índice detallado de todos los documentos que componen el estudio.
- Metodología detallada para las distintas fases del proyecto, equipamiento y procedimientos de Laboratorio, propuestas inicial de equipos de monitorización de biofilm, herramientas software y estadísticas de análisis de la información.
- Relación de personas implicadas en el trabajo y misión asignada a cada una de ellas.

Por parte del Canal de Isabel II Gestión, el director del proyecto tendrá que aprobar este informe o indicar los cambios necesarios antes de iniciar el trabajo.

En el plazo de una semana, el Director del Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión, aprobará este informe o indicará los cambios necesarios antes de iniciar el trabajo.

A partir de este punto, se realizarán al menos las siguientes entregas, de acuerdo a lo especificado en el apartado de fases del trabajo, considerando una duración total máxima del proyecto de 24 meses y con el cronograma orientativo que se indica:

- Diagnóstico inicial de la presencia de biofilm en la red de abastecimiento de la Comunidad de Madrid. (Fecha máxima de entrega: 2 meses desde el inicio del proyecto)
- Propuesta de campaña de muestreos, procedimientos de toma, transporte y conservación de las muestras, listado detallado de equipos de Laboratorio (incluyendo marca y modelo de los mismos), relación, descripción y justificación de los métodos y análisis a realizar a las muestras en Laboratorio. (Fecha máxima de entrega: 3 meses desde el inicio del proyecto)

- Propuesta definitiva de características y ubicación de sensores para realizar la monitorización. (Fecha máxima de entrega: 3 meses desde el inicio del proyecto)
- Certificados, fichas, manual de funcionamiento y manual de mantenimiento de cada uno los sensores. (Fecha máxima de entrega: 4 meses desde el inicio del proyecto)
- 18 Informes mensuales de seguimiento de los muestreos, análisis en Laboratorio, recogida de datos y procesado de la información recogida in situ por los sensores. (Fecha máxima de inicio de las campañas de muestreos y monitorización: 4 meses desde el inicio del proyecto)
- 2 Informes semestrales intermedios con los resultados y conclusiones provisionales.
- 1 Informe final de valoración de la presencia y caracterización del biofilm en la red de abastecimiento de la Comunidad de Madrid.
- 1 Informe de recomendaciones para el control y gestión del biofilm en la red de abastecimiento de la Comunidad de Madrid.
- 1 Documento susceptible de ser publicado como Cuaderno de Investigación para la difusión de los resultados del proyecto.

Los documentos de texto se presentarán en formato MS-Word, junto con una copia impresa. Los gráficos y tablas de datos o resultados, en formato MS-Excel o MS-Access.

Los mapas de datos y resultados georreferenciados se presentarán en formato Geodatabase ESR!® compatible con el GIS de Canal de Isabel II Gestión – GAMBA (ArcGis 10.1).

En caso de que se desarrollen herramientas informáticas para el tratamiento de la información, se entregarán los códigos fuente completos y su documentación, con la descripción de cada uno de los módulos que las componen.

5. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Las partidas susceptibles de abono serán las siguientes:

Concepto	Uds.
Informe de diagnóstico inicial de la presencia de biofilm en la red de abastecimiento de la Comunidad de Madrid	1
Informe con propuesta justificada de campañas de toma de muestras de biofilm	1
Informe con propuesta justificada de ubicación y tipos de sensores para la monitorización de biofilm	1
Toma de muestra viable de biofilm, conservación y transporte a Laboratorio	600
Análisis microbiológico cualitativo y cuantitativo de la muestra de biofilm y entrega de resultados	600
Equipo sensor para monitorización, incluso suministro, instalación, mano de obra, cableado, instrumentación, certificados, mantenimiento, volcado, tratamiento de la información registrada y manual para la integración en CPC	20
Informe mensual de seguimiento de todos los trabajos en curso	18
Informe semestral con resultados hasta la fecha y conclusiones provisionales	2
Informe final de evaluación, cuantificación y caracterización del biofilm en la red de abastecimiento de la Comunidad de Madrid. Incluso documento de	1

recomendaciones y documento de síntesis para la difusión de I+D+i	
---	--

6. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

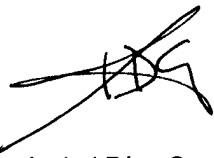
El Adjudicatario dedicará a la realización del proyecto contratado unos medios técnicos y una plantilla de acreditada solvencia, para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido. Los requisitos y criterios de solvencia exigidos se describen con detalle en el apartado 5 del Anexo I del PCAP, "Solvencia económica y financiera, y técnica o profesional".

El Adjudicatario se comprometerá a aportar los recursos humanos recogidos en su oferta que deberán cumplir los requisitos de solvencia referidos en el apartado 5 del Anexo I del PCAP. En el caso de que alguna de las personas propuestas no pudiera incorporarse al proyecto el Adjudicatario propondrá a Canal de 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 de Isabel II Gestión.


El Adjudicatario velará por que 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 tiempos. Cualquier cambio que aun así se produjera deberá ser puesto en conocimiento de la Dirección del Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión con la suficiente antelación y se reemplazará el recurso por otro de igual o superior categoría.

Para un correcto seguimiento de la ejecución del proyecto, resolución de posibles incidencias y aseguramiento del cumplimiento de objetivos y plazos, se programarán reuniones mensuales, con asistencia del Coordinador General de los trabajos por parte de la empresa adjudicataria y del Director del Proyecto por parte de Canal de Isabel II Gestión.

Y se firma en Madrid, a 20 de abril de 2017



Firma: Isabel Díaz Guzmán
Responsable del Proyecto



Firma: Francisco Cubillo González
Subdirector de Investigación, Desarrollo e Innovación



Firma: Juan Sánchez García
Director de Innovación e Ingeniería