



## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

**CONTRATO DE SERVICIOS DE LIMPIEZA PREVENTIVA CON AIRE, MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y REDACCIÓN DE INFORMES QUE PERMITAN ELABORAR UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA ANUAL EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID.**

**CONTRATO Nº 185/2021**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>OBJETO DEL CONTRATO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>FASES DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>RELACIONES CON CANAL DE ISABEL II .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>PLAZO .....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>TRABAJOS A REALIZAR EN LA FASE PREVIA AL INICIO DE LAS LABORES DE MANTENIMIENTO Y DE LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO .....</b>	<b>8</b>
<b>5.1.</b>	<b>Trabajos previos a la ejecución de las labores de mantenimiento .....</b>	<b>8</b>
<b>5.2.</b>	<b>Trabajos previos a la campaña de muestreo .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3.</b>	<b>Análisis propuestos .....</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>TRABAJOS A REALIZAR EN LA FASE DE EJECUCIÓN DE LAS LABORES DE MANTENIMIENTO ...</b>	<b>12</b>
<b>7.</b>	<b>TRABAJOS A REALIZAR EN LA FASE DE TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO .....</b>	<b>13</b>
<b>7.1.</b>	<b>Recogida de muestras del material presente en filtros de carbón activo y canal de salida de las ETAP .....</b>	<b>14</b>
<b>7.2.</b>	<b>Recogida de muestras del sedimento en el fondo de los depósitos y en la superficie de las paredes .....</b>	<b>15</b>
<b>7.3.</b>	<b>Recogida de muestras en tuberías existentes .....</b>	<b>16</b>
<b>8.</b>	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>17</b>
<b>9.</b>	<b>HORARIO DE TRABAJO .....</b>	<b>18</b>
<b>10.</b>	<b>SUPERVISIÓN DEL SERVICIO .....</b>	<b>18</b>
<b>11.</b>	<b>ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....</b>	<b>18</b>
<b>12.</b>	<b>FORMA DE ABONO .....</b>	<b>18</b>
	<b>ANEXO I: PLANOS .....</b>	<b>20</b>
	<b>ANEXO II: CUADRO DE PRECIOS .....</b>	<b>22</b>
	<b>ANEXO III: PLAN DE CALIDAD .....</b>	<b>24</b>

## 1. OBJETO DEL CONTRATO

Las redes de abastecimiento son un ecosistema donde no únicamente está presente el agua transportada, sino que además se ha confirmado la presencia de una gran cantidad de microorganismos que, en muchos casos, forman una película que se adhiere a las paredes de las conducciones.

En algunos casos, esta biopelícula acelera los procesos de corrosión de las paredes de la conducción a la que se ha adherido, debilitando esta y provocando roturas e interrupción del servicio.

Para el aseguramiento de la calidad del agua suministrada, así como de la integridad de las canalizaciones empleadas, es imprescindible realizar labores periódicas de limpieza de las conducciones, cuya frecuencia y protocolo dependerá de las características específicas de la instalación a limpiar y de otros aspectos ajenos a la misma como la estacionalidad o el clima.

Actualmente, el método de limpieza más empleado en las redes de abastecimiento, tanto a nivel nacional como internacional es el método de purga de agua. También es el método de limpieza que utiliza Canal de Isabel II para la limpieza de las redes de abastecimiento que gestiona. Este método consiste en el desagüe, por puntos bajos del sistema, hasta conseguir un nivel aceptable de limpieza.

Se pretende, mediante este contrato, realizar un análisis de la eficiencia de otras alternativas de limpieza que existen en el mercado, en este caso, la limpieza mediante aire.

Serán objeto de este contrato la limpieza interior de redes de distribución de agua potable mediante aire, y el análisis de muestras de las conducciones integrantes de la red de abastecimiento de agua potable definidas por el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, así como el estudio diagnóstico mediante campañas de muestreo en: los filtros de carbón activo y el canal de salida de las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP), en los depósitos de almacenamiento de agua potable, y en las tuberías existentes de la red de distribución. Además, se investigará sobre nuevos sistemas de detección de biofilm, mediante la instalación de equipos sensores de monitorización en continuo, colocados en lugares estratégicos de la red de abastecimiento. A efectos estimativos, durante la actuación del contrato se realizarán las actividades que se indican a continuación, repartidas en dos lotes con igual importe según se especifica para cada caso:

- La limpieza de aproximadamente 15.000 m de conducción (7.500 m en cada lote del contrato) y la instalación de 10 equipos sensores (5 equipos sensores en cada lote del contrato) para monitorización de biofilm en continuo. Estos se repartirán en dos lotes de igual importe. Cada lote se separará en sectores de una longitud mínima de 500 m cada uno, que se obtendrán del estudio previo que nos ocupa en este Pliego, y que deberán ser aprobados previamente por el Responsable del Contrato o los técnicos que Canal de Isabel II designe.

El contrato incluirá entre otras las siguientes actuaciones a realizar en cada sector:

- a. Estudio y análisis del sector incluyendo la obtención de permisos necesarios.
- b. Toma de muestras y testigos de tubería.
- c. Limpieza de las conducciones y análisis de laboratorio.
- d. Instalación de puntos de muestreo *in situ* (*Carrete testigos monitorización*).
- e. Instalación de equipos sensores para la recogida automática y en continuo de datos de biofilm cuando proceda.
- f. Estudio y seguimiento del análisis de los testigos de monitorización en laboratorio.

- Caracterización y estudio diagnóstico de biofilm mediante campaña de toma de muestras en filtros de carbón activo y en el canal de salida de 4 estaciones de tratamiento de agua potable (2 ETAP en cada lote del contrato). Cada estación se caracterizará a partir del estudio estimado de 7 muestras de sus filtros de carbón activo y 4 muestras en el canal de salida, que serán tomadas en diferentes momentos con el fin de muestrear cada estación en distintos periodos del año, con diferentes condiciones de actividad biológica según la casuística específica de cada ETAP.
  - a. Estudio y análisis de la ETAP.
  - b. Toma de muestras en filtro de carbón activo.
  - c. Toma de muestras en canal de salida.
  - d. Estudio y seguimiento del análisis de las muestras en laboratorio para cada ETAP.
- Caracterización y estudio diagnóstico de biofilm mediante campaña de toma de muestras en 20 depósitos de almacenamiento de agua potable (10 depósitos en cada lote del contrato). Se muestrearán el material adherido a las paredes y el material sedimentado en el fondo de los depósitos. Cada depósito será caracterizado a partir de un número aproximado de 3 muestras tomadas en una visita programada a cada uno de ellos.
  - a. Identificación de los depósitos de estudio.
  - b. Toma de muestras en paredes y fondo del depósito.
  - c. Estudio y análisis de las muestras de cada depósito.
- Caracterización y estudio diagnóstico de biofilm de 10 tuberías (5 tuberías en cada lote del contrato) afectadas en las obras de renovación de red que se estén ejecutando, por los servicios de Canal de Isabel II durante la ejecución del plazo del contrato.
  - a. Toma de muestras en pared interior de tuberías existentes.
  - b. Toma de muestra de agua de la red en un punto representativo para cada caso.
  - c. Estudio y análisis de las muestras de cada tubería.
- Conclusiones e informes finales, que se realizarán para cada uno de los dos lotes en base a la información recopilada.
  - a. Informe final de los trabajos realizados en cada sector, con evaluación de los resultados de la limpieza ejecutada, cuantificación y caracterización del biofilm en el tramo limpiado, incluyendo una propuesta de periodicidad de limpieza con los métodos propuestos en este pliego atendiendo a las conclusiones obtenidas.
  - b. Informe final de caracterización del biofilm en el sistema de abastecimiento, cuantificación y nivel de actividad de este, así como de las causas que favorecen su aparición y factores que influyen en su desarrollo para cada uno de los lotes.



- c. Informe de resultados finales sobre la evolución en el tiempo de biofilm y validación de los equipos sensores frente a los resultados obtenidos en los testigos de tuberías. En base a los resultados obtenidos, se podrá confirmar la viabilidad de la instalación de sensores específicos de medida de biofilm para una adecuada monitorización y control de este, para cada uno de los lotes.
- d. Estudio de la ubicación más probable de biofilm en el sistema de abastecimiento y mapa de riesgo asociado para establecer las prioridades del plan de actuación para la conservación y mantenimiento, para cada uno de los lotes.

## 2. FASES DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

Los servicios se desarrollarán en las fases siguientes:

### Fase Previa

A partir de la firma del Acta de Inicio, con una duración máxima de seis **(6)** meses.

En esta fase se desarrollarán las siguientes actividades:

- Elaboración de una propuesta de los tramos a limpiar.
- Presentación de un plan de actuación.
- Toma de una primera muestra de tubo inalterada, de 50 cm de longitud, así como del agua presente en la red de cada uno de los tramos a limpiar.
- Propuesta de los equipos sensores para la recogida automática y en continuo de datos de biofilm in situ y adquisición de los equipos, pudiendo incorporar diferentes tecnologías.
- Valoración de la viabilidad de ubicación de equipos sensores en cada tramo. Entrega de informes parciales de avance de las actividades realizadas.
- Elaboración de una propuesta justificada e individualizada del plan de trabajo para la toma de muestras en filtros de carbón activo y canal de salida de las ETAP, otra para depósitos y otra para tuberías existentes de la red de distribución, que incluyan procedimientos, equipos necesarios, plazos y campañas de toma de muestra para cada una de las tres infraestructuras identificadas.

### Fase de ejecución de las labores de mantenimiento

Desde la conclusión de la Fase Previa hasta la firma del Acta de Finalización de la Fase de Ejecución de las labores de mantenimiento, con una duración máxima de dieciséis **(16)** meses.

Durante esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Labores de limpieza interior de las conducciones.
- Instalación de puntos de muestreo *in situ*. *Incluyendo la ejecución de cámaras para alojamiento de testigos* de monitorización in situ y equipos sensores si procede.
- Recogida de muestras posterior a la limpieza y los testigos de monitorización del biofilm instalados, del material extraído y del agua de la red presente en la misma.
- Seguimiento de datos procedentes de los análisis del biofilm.

- Contraste de los resultados obtenidos con los testigos de monitorización y con los equipos sensores
- Informe parcial (mensual) de seguimiento de todos los trabajos en curso.
- Informes trimestrales de evaluación, cuantificación y caracterización del biofilm en el tramo limpiado, así como de los resultados obtenidos con los diferentes sistemas de monitorización

#### **Fase de campañas de muestreo para análisis en laboratorio**

Desde la conclusión de la Fase Previa hasta la firma del Acta de Finalización de la Fase de Ejecución de las labores de mantenimiento, con una duración máxima de dieciséis **(16)** meses. Se desarrollará de forma simultánea a la fase de ejecución de las labores de mantenimiento.

Durante esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Recogida de muestras del material presente en filtros de carbón activo de las ETAP y en el canal de salida de estas en las diferentes estaciones del año, considerando la evolución de su estado de conservación con el tiempo y sus distintos grados de actividad biológica.
- Recogida de muestras del sedimento en el fondo de los depósitos y del material en la superficie de las paredes. Recogida de muestras en tuberías de abastecimiento existentes y del agua de la red presente, a las que se accederá durante las obras de renovación ejecutadas por el Área de Conservación o Área de Construcción de Redes de Abastecimiento.
- Informes con conclusiones provisionales y resultados de las campañas de recogida de muestras de material para cada instalación.

#### **Fase de conclusiones y resultados finales**

Una vez se vayan obteniendo los resultados de las fases de ejecución de las labores de mantenimiento y de la toma de muestras para análisis en laboratorio, o desde la firma del Acta de Finalización de la Fase de Ejecución de las labores de mantenimiento, se hará entrega de los informes finales. Esta fase tendrá una duración máxima de dos **(2)** meses.

Estos informes deberán contener las conclusiones relativas a:

- Caracterización del biofilm en el sistema de abastecimiento, cuantificación y nivel de actividad de este, así como de las causas que favorecen su aparición y factores que influyen en su desarrollo.
- Evolución en el tiempo de biofilm y validación de los equipos sensores contrastando con los resultados obtenidos en los testigos de tuberías. De esta manera se podrá confirmar la viabilidad a medio plazo de la instalación de sensores específicos de medida de biofilm para una adecuada monitorización y control de este, y su integración en el CPC (Centro Principal de Control).
- Propuesta de planificación de periodicidad de las limpiezas o requisito de mantenimiento de la red estudiada.
- Estudio de la ubicación más probable de biofilm en el sistema de abastecimiento y mapas de riesgo asociado para establecer las prioridades del plan de actuación para la conservación y mantenimiento.

### 3. RELACIONES CON CANAL DE ISABEL II

Canal de Isabel II designará un Responsable del Contrato que será el interlocutor ante el adjudicatario. El Responsable del Contrato establecerá los criterios y líneas generales para la actuación en relación con el servicio contratado para el cumplimiento de los fines del mismo.

Por otra parte, la empresa adjudicataria deberá nombrar un Coordinador del Contrato que actuará como interlocutor con el Responsable del Contrato y cuya función principal será la de responder de la correcta realización del servicio contratado, responsabilizándose del nivel de calidad deseado en los resultados.

Canal de Isabel II exigirá la puesta a disposición del personal y los medios comprometidos por el adjudicatario con el fin de lograr los objetivos contratados, de conformidad con lo previsto en el apartado 5.3. del Anexo I del PCAP del presente procedimiento.

La empresa adjudicataria asignará, en todo momento, para la prestación del servicio los medios materiales y humanos suficientes y adecuados, estos últimos con los perfiles profesionales mínimos establecidos en el PCAP del presente procedimiento para garantizar la calidad del servicio.

### 4. PLAZO

El desglose de los plazos para el desarrollo de los trabajos correspondientes a los servicios de asistencia técnica es el siguiente:

- Fase Previa al Inicio de las labores de mantenimiento, se estima en **seis (6) meses**.
- Fase de Ejecución de las labores de mantenimiento, con una duración estimada de **dieciséis (16) meses** que, no obstante, a requerimiento de Canal de Isabel II, puede extenderse hasta un máximo de **veintidós (22) meses**.
- Fase de campañas de muestreo para análisis en laboratorio, con una duración estimada de **dieciséis (16) meses** que, no obstante, a requerimiento de Canal de Isabel II, puede extenderse hasta un máximo de **veintidós (22) meses**.
- Fase de conclusiones y resultados finales con una duración estimada de **dos (2) meses**, que se desarrollará una vez obtenidos los resultados de las fases anteriores.

El alcance máximo de los trabajos es de **treinta (30) meses**.

*\*La Fase de Ejecución de las labores de mantenimiento y la Fase de campañas de muestreo para análisis en laboratorio se desarrollarán de forma simultánea.*

## 5. TRABAJOS A REALIZAR EN LA FASE PREVIA

### 5.1. Trabajos previos a la ejecución de las labores de mantenimiento

El adjudicatario, a partir de los datos que le proporcione Canal de Isabel II, procederá a la elaboración de una propuesta de los tramos a limpiar. En caso de que sea necesaria una toma de datos complementaria por parte del adjudicatario, esta no podrá involucrar trabajos de obra civil hasta que se firme el Acta de Inicio.

El adjudicatario deberá presentar un plan de actuación en el que se definan detalladamente los tramos a limpiar, los trabajos a realizar, así como las afecciones a los servicios existentes.

Sobre los tramos elegidos, y para las actividades anteriormente descritas, es responsabilidad del adjudicatario la organización de los trabajos previos, como son las comprobaciones de replanteo, la comprobación de la disponibilidad de los terrenos, ocupación de viales, topografía, análisis de laboratorio, etc.

Será exigible al adjudicatario la redacción de los documentos necesarios (impreso o plantilla de solicitud, memoria, planos, etc.) para la solicitud, por parte de Canal de Isabel II, de los permisos requeridos en cada caso.

En cualquiera de los casos, **previamente a cualquier actuación, se cumplirá con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud que aplique a cada una de las actividades que se recogen en este Pliego.**

Además, en esta fase previa el adjudicatario deberá realizar una propuesta de los equipos sensores para la recogida automática y en continuo de datos de biofilm in situ que deberá ser aprobada por el Responsable del Contrato por parte de Canal de Isabel II.

Los equipos sensores podrán ser comerciales y/o diseñados al efecto. Siempre que cumplan con las características que se indican a continuación, la propuesta podrá comprender equipos sensores de una o de diversas tecnologías.

Entre los distintos tipos de información que el equipo sea capaz de registrar se deberá encontrar 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. Los equipos deberán ser capaces de detectar la aparición de capas de biofilm que cubran una superficie desde el 1% de la superficie de la sonda (o elemento sensor propiamente dicho) cubierta por biofilm, por lo que deben estar dotados de una alta sensibilidad. Se deberán aportar certificados de dicha sensibilidad, de fiabilidad, rapidez y estabilidad de la respuesta de los equipos.

Se valorarán especialmente aquellas soluciones en las que el equipo sensor 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.

Además, dicho sensor debe permitir su inserción directa procurando no modificar el flujo del agua, y evitando de esta manera cualquier tipo de influencia sobre las condiciones hidráulicas reales de la red. También deberá facilitar el envío de datos y tener un mantenimiento sencillo para minimizar el acceso físico a las arquetas cuando sea posible.

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, o bien se enviarán de deberán enviarse de forma remota a un servidor, desde el que se descargará la información con una periodicidad al menos semanal, así como una visualización de los datos. Se valorarán positivamente aquellas soluciones que realicen dicho envío de datos mediante una comunicación de datos 3G/4G o a un sistema de adquisición online a través de un servidor web, así como el envío de datos con una periodicidad al menos semanal, para minimizar la frecuencia de acceso a las arquetas como se mencionó con anterioridad. Además, el adjudicatario deberá aportar el software específico para la visualización y tratamiento de los datos recogidos por cada equipo en forma de tablas y gráficos, establecer alarmas y generar tendencias y correlaciones. Este software será independiente, y aunque no tenga que ser integrado en el sistema gestionado por Canal de Isabel II, en todos los casos se facilitará al Responsable del Contrato el acceso a la información más reciente descargada por cada uno de los equipos, y a los históricos correspondientes.

En cuanto a la alimentación eléctrica de los equipos sensores, al menos 8 (4 por lote) dispositivos de los 10 equipos (5 por lote) sensores, un 80%, deben funcionar a través de baterías externas de larga duración o fuentes de alimentación propias para su uso continuado a lo largo del proyecto sin tener que solicitar conexión a la red eléctrica y sin acceder a las arquetas. Además, se debe garantizar la estanqueidad de los equipos.

Una vez aprobada la propuesta de equipos sensores por el Responsable del Contrato por parte de Canal de Isabel II, se procederá a la adquisición de todos los equipos sensores para su posterior instalación según la conveniencia del tramo de estudio y los criterios del Responsable del Contrato del Canal de Isabel II. Su abono se realizará según se especifica en el PCAP.

Previamente a las labores de limpieza, por cada sector se realizará la toma de una primera muestra de tubo inalterada, de 50 cm de longitud, así como del agua presente en la red. Esta primera muestra permitirá confirmar, de forma visual, si los datos previos que figuran en la base cartográfica de Canal de Isabel II, en lo referente a características físicas de la conducción (material, diámetro, estado interior) se ajustan a la realidad.

Una vez observadas las características de la conducción descubierta y tras concluir que se considera oportuno, bien por coincidir con las características esperadas o bien por decisión del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, se procederá a la retirada de las muestras para análisis en laboratorio, tanto las de la canalización existente, como la del agua recogida.

En cualquier caso, se restaurará el servicio lo más rápido posible, mediante la instalación de una nueva pieza de tubo de fundición dúctil de 50 cm y mismo diámetro, unida a la canalización existente mediante manguitos de unión con enchufes en junta mecánica ubicados en cada extremo.

Si las características de la conducción coinciden con lo esperado, o a criterio del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, se procederá a ejecutar una arqueta de registro en el punto en el que se ha realizado la extracción de la muestra o a la ejecución de 2 arquetas contiguas si se estima conveniente instalar un equipo sensor. Se ejecutarán según las características y dimensiones reflejadas en los planos 2 y 3 de este PPTP. En caso de que no coincidan con lo esperado o a criterio del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, se procederá al relleno de la excavación realizada, así como a la restauración del firme o pavimento afectado devolviéndolo a las condiciones previas a la actuación.

En el momento de la extracción de la muestra de la conducción, se comprobará la presencia de biofilm a través del análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar). También se procederá al corte, mediante amoladora eléctrica (o similar) de, al menos, tres secciones de unos 25 cm<sup>2</sup> de la muestra de

tubo extraída. Con los primeros resultados de este Test y/o a juicio del Responsable del Contrato por parte de Canal de Isabel II, se tomará la decisión sobre la idoneidad de la ubicación para instalar el equipo sensor. Posteriormente, se enviarán a laboratorio para análisis, las tres secciones de 25 cm<sup>2</sup>, la muestra de la conducción restante, y el agua de la red presente en ese momento.

Para el envío y conservación de las muestras hasta el laboratorio, que deberá realizarse en el mismo momento de la extracción, las secciones de 25 cm<sup>2</sup> se colocarán en envases estériles de boca ancha de 2L (envases ANACLIN, o similar) completamente inmersas en agua de la red. En el caso de la muestra de tubo restante, se trasladará a laboratorio intentando, en la medida de lo posible, que las condiciones del transporte no alteren el estado interior de la conducción.

Para la toma de muestra del agua presente en la red, se procederá al llenado de un envase estéril de boca ancha, en cualquier punto cercano designado por el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, que podrán ser: estaciones de muestreo, desagües de red, etc.

De forma mensual, se entregarán los informes parciales que recopilarán todas las actividades que se estén cursando o se hayan finalizado en ese mes, siguiendo para su redacción las especificaciones definidas en el punto 6 de este pliego.

Además, se realizarán informes trimestrales de evaluación, cuantificación y caracterización del biofilm en el tramo limpiado, en los que se aporten la información recopilada por los diferentes sistemas de monitorización y el análisis parcial de los resultados obtenidos en el trimestre.

Los sectores se estudiarán de forma independiente. Según haya finalizado la fase previa en cada uno de ellos, podrá comenzar la fase de ejecución de las labores de limpieza y nunca antes.

## **5.2. Trabajos previos a las campañas de muestreo**

En esta fase, el Adjudicatario deberá presentar la documentación relativa al plan de trabajo, que contenga tres informes individuales con una propuesta específica para cada una de las campañas de toma de muestras: en filtros de carbón activo y canal de salida de las estaciones de tratamiento de agua potable, en depósitos y en tuberías de red existente. En estos documentos se debe establecer la metodología detallada para la toma de muestras para cada caso, incluyendo procedimientos para la toma, transporte y conservación de las muestras, material necesario, organización de las tareas, plazos y duración estimada de los trabajos, así como la propuesta de las instalaciones a muestrear. Para la identificación de las instalaciones, el Canal de Isabel II pondrá a disposición del Adjudicatario toda la información relativa a las infraestructuras y a sus condiciones de operación que se consideren de utilidad, siempre en las condiciones y reservas de confidencialidad expuestas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato. El plan de trabajo para cada una de las tres campañas anteriormente indicadas se someterá a aprobación por parte del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II.

## **5.3. Análisis propuestos**

El alcance de los análisis propuestos para todas las muestras de material obtenido en las diferentes fases objeto del presente contrato será el siguiente:

### **Análisis microbiológicos**

- Análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar) para determinar la actividad respiratoria del biofilm adherido.



- Análisis de exopolisacáridos.
- Recuento e identificación de bacterias específicas (FISH).
- Cultivo e identificación de bacterias ambientales cultivables (cultivo + MALDITOFF).
- Identificación de bacterias del grupo Pseudomonas (cultivo o PCR).
- Identificación de bacterias específicas patógenas (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium), así como algunos géneros de amebas (cultivo o PCR).
- Observación microscópica de la superficie del biofilm mediante microscopio electrónico de barrido.
- Extracción de material genético y análisis metagenómico (para identificación de toda la comunidad bacteriana).

#### **Análisis químicos**

- Análisis químico convencional para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio.
- Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.).

#### **Análisis de la calidad del agua de red**

- Ensayos organolépticos: color, olor, sabor y turbidez.
- Ensayos de materia en suspensión.
- Ensayos microbiológicos: Recuento de Escherichia coli, recuento de enterococos, recuento de Clostridium perfringens, recuento de bacterias coliformes, recuento de bacterias coliformes fecales y totales, recuento de microorganismos a 22º y 37º C, recuento de Clostridium sulfito reductores, recuento de mohos y levaduras, recuento de Pseudomonas aeruginosa, recuento de Staphylococcus aureus, etc.
- Ensayos químicos: Pesticidas organoclorados, pesticidas organofosforados, pesticidas nitrogenados, trihalometanos (THMs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), PCBs, BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno), hidrocarburos, compuestos fenólicos, detergentes (aniónicos, catiónicos y no iónicos), metales pesados (plomo, cobre, cadmio, mercurio, arsénico, antimonio, zinc, níquel, hierro, aluminio, estaño, selenio, cromo, manganeso, molibdeno, estroncio, etc.), calcio, magnesio, sodio, litio, potasio, sulfatos, cloruros, bromatos, cianuros, nitratos, nitritos, pH, conductividad, amonio, cloro libre residual, cloro combinado residual, oxidabilidad, carbono orgánico total (COT), alcalinidad, acidez, carbonatos, bicarbonatos, boro, fluoruros, fosfatos, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO5), cromo VI, sílice, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, microcistinas, acrilamida, cloruro de vinilo, epiclorhidrina, cloratos, cloritos, demanda de cloro, etc.
- Ensayos radiactivos: Dosis indicativa total, tritio, actividades alfa total y actividades beta total. Análisis químico convencional para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio.
- Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.).

## 6. TRABAJOS A REALIZAR EN LA FASE DE EJECUCIÓN DE LAS LABORES DE MANTENIMIENTO

El objeto de esta fase es la ejecución de las labores de limpieza interior de las conducciones, así como la recogida de muestras posterior a la limpieza, tanto de las muestras extraídas como del agua de la red presente en la misma, para su análisis en laboratorio, así como la entrega de los informes con las conclusiones derivadas de los análisis de laboratorio realizados.

Con los datos obtenidos en la fase previa, según proceda se realizará la limpieza interior de la conducción. El único método utilizado será el de limpieza con aire (también conocido como “Air Scouring”), no aceptándose ningún otro método de limpieza interior de redes de abastecimiento. Se asegurará en todo momento, tanto la integridad del interior de la conducción como la potabilidad del agua suministrada.

Por cada sector limpiado, se extraerá una nueva muestra de la conducción de 50cm de longitud a continuación del punto de la anterior extracción realizada en la fase previa, y en su lugar se instalará un sistema de muestreo *in situ* y un equipo sensor para la monitorización en continuo de biofilm (si se considera adecuado por el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II).

El sistema de muestreo *in situ* (*carrete testigos monitorización*) consistirá en cuatro testigos de monitorización del biofilm alojados en la cuna de un fragmento de tubo de fundición dúctil del mismo diámetro que el existente, con una longitud aproximada de un (1) metro, y unida a la conducción existente mediante manguitos de unión con enchufes en junta mecánica (o similar). Se ejecutará según las características y dimensiones reflejadas en el Plano 4 de este PPTP.

Los testigos deberán permitir su extracción e instalación sin necesidad de proceder al corte del suministro de la red. Los testigos consistirán en un fragmento de aproximadamente 5 cm<sup>2</sup> de la cuna de una conducción de fundición dúctil del mismo diámetro de la tubería a limpiar. Se deberá asegurar que estos quedan enrasados completamente con la superficie interior de la conducción, asegurando que no generan ningún tipo de resistencia al flujo de agua circulante. Estos testigos se irán analizando en laboratorio con una periodicidad de **tres (3) meses**.

Cuando se estime necesario, en base a criterios técnicos y/o bien por decisión del Responsable de Contrato de Canal de Isabel II, se instalará un equipo sensor junto al sistema de muestreo *in situ*, sobre la misma conducción. Este equipo, que debe cumplir con las características indicadas en la Fase Previa (apartado 5.1), se instalará para contrastar los resultados obtenidos por ambos sistemas.

Tanto el sistema de muestreo *in situ* como los equipos sensores a emplear por el adjudicatario tendrán que ser previamente aprobados por el Responsable del Contrato Canal de Isabel II.

Para todos los trabajos se cumplirá con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud que aplique a cada una de las actividades que se recogen en este Pliego.

Se deberá asegurar la correcta supervisión, vigilancia y control del desarrollo de las actividades, minimizando en todo momento su afección al servicio de abastecimiento, y en coordinación con el Área de Conservación que gestione el tramo de red a limpiar.

Se garantizará, toda vez realizada la limpieza, la correcta vuelta al funcionamiento de las instalaciones afectadas.

Por parte del adjudicatario, se entregarán informes parciales de los análisis en laboratorio de los testigos de monitorización del biofilm extraídos, así como un informe final del sector estudiado que incluya la totalidad de las actividades realizadas, así como de los resultados obtenidos.



Los informes parciales se entregarán mensualmente y recopilarán todas las actividades que se estén cursando o se hayan finalizado en ese mes, se encuentre el tramo en fase previa o en fase de ejecución. Contemplarán, como mínimo los siguientes apartados:

- Listado y caracterización de los sectores, diferenciando la fase en la que se encuentra: estudio, ejecución de limpieza, análisis de las muestras.
- Planos de situación de los sectores. En los mismos se ubicarán los puntos en los que se hayan realizado las calas de identificación, así como las arquetas para muestreo, y las secuencias de limpieza.
- Resultados de los análisis de laboratorio ejecutados ese mes con las conclusiones, respecto a las características morfológicas del interior de la conducción, así como del biofilm presente.

Tanto en el caso de las secciones, anillos completos extraídos como testigos de monitorización del biofilm, se presentarán informes de los análisis químicos y microbiológicos de la materia adherida a su superficie, así como del agua circundante.

- Comparativa de resultados de los dos sistemas de monitorización, sistema de muestreo *in situ* y equipos sensores.
- Certificados de la gestión de los residuos obtenidos en la limpieza de las redes de abastecimiento, así como en el resto de las actuaciones de obra civil ejecutadas.

## 7. TRABAJOS A REALIZAR EN LA FASE DE CAMPAÑAS DE MUESTREO PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO

En paralelo a la fase de ejecución de las labores de mantenimiento se realizarán campañas de toma de muestras en diferentes componentes de la red de abastecimiento con el objetivo de caracterizar y evaluar el posible biofilm.

Se tomarán muestras de material en los filtros de carbón activo y en el canal de salida de las estaciones de tratamiento de agua potable, en el sedimento presente en el fondo y en la superficie de las paredes de los depósitos, así como en las tuberías en servicio de la red con objeto de disponer de una muestra representativa de la casuística existente, estas últimas, además, irán acompañadas de una muestra de agua circundante. Todas estas muestras serán estudiadas mediante los análisis de laboratorio descritos en el apartado 5.3 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El material y los equipos que lleven al punto de muestreo deberán estar esterilizados, bien porque lo haya esterilizado la empresa adjudicataria o porque se adquieran estériles; esto aplica sobre todo a puntas de pipeta, frascos para muestras, hisopos, medios de cultivo y/o mantenimiento. Para aquellos equipos que no sea posible su esterilización en autoclave, por razones de capacidad de este o por motivos técnicos que implique el deterioro de los mismos, se procederá, *in situ*, a la desinfección de estos con etanol al 96% o peróxido de hidrógeno al 30% de todas aquellas partes o componentes que vayan a estar en contacto con la muestra.

Las condiciones del muestreo serán las que el protocolo interno del adjudicatario establezca, previa aprobación del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, y siempre y cuando se asegure la integridad e inalterabilidad de la muestra, así como las condiciones de seguridad y salud que establezca la legislación vigente respecto de la toma y manipulación de muestras que conlleven riesgo biológico.

La descripción de los trabajos desarrollados en esta fase junto con las conclusiones provisionales deberá ser recopilados en los correspondientes informes para cada instalación particular que se estudie. Estos informes deberán incluir los resultados de los análisis químicos y microbiológicos de la materia adherida a su superficie, así como del agua circundante cuando corresponda. No obstante, se deberán aportar fichas básicas de resultados de laboratorio tras cada una de las tomas de muestras individualizadas.

Todo el material necesario para la toma de muestras del biofilm en cada uno de los casos, así como la formación del personal encargado, correrá por cuenta del adjudicatario.

### **7.1. Recogida de muestras del material presente en filtros de carbón activo y canal de salida de las ETAP**

En el caso de las estaciones de tratamiento de agua potable, se busca conocer el comportamiento de los filtros de carbón activo, el proceso de colonización de estos y la evolución de su estado de conservación con el tiempo, y su correlación con el material depositado en las paredes del canal de salida de la ETAP. Para ello, se estudiarán 4 estaciones de tratamiento (2 por lote) situadas en el ámbito de la Comunidad de Madrid, y se someterán a sucesivas campañas de toma de muestra en el material de los filtros de carbón activo y en las paredes del canal de salida. Para cada ETAP se pretende obtener un número aproximado de 7 muestras de sus filtros de carbón activo y 4 muestras en el canal de salida de tal forma el muestreo se realice en diferentes épocas del año, según las diferentes condiciones ambientales y climatológicas, y en diferentes periodos de la vida útil de los filtros según su evolución biológica (desde recién instalados hasta una vez colonizados). La elección de las estaciones y del programa de la campaña de muestreo estará sujeta a la aprobación del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II.

El personal encargado por parte del adjudicatario en el presente contrato se desplazará al punto donde se encuentren cada uno de los filtros de carbón activo con el objetivo de tomar la muestra de biofilm in situ de acuerdo con la programación de los trabajos, cuyo calendario se facilitará con varios días de antelación.

El muestreo del filtro de carbón activo consistirá en la extracción de un “testigo” a través de un equipo de tipo “corer” o similar que permita la extracción de una columna de elemento filtrante sin alterar su estructura. Posteriormente, extraerá el “testigo” del equipo depositándolo sobre una superficie limpia, pliego de plástico o similar y, preferiblemente, estéril. A continuación, se tomará la muestra del carbón activo, recogiéndola en un frasco estéril. Discrecionalmente, este frasco contendrá o no un diluyente estéril como los mencionados para la toma de muestra de biopelícula.

En el muestreo de la biopelícula adherida al canal de salida, el técnico encargado del muestreo deberá disponer de hisopos o cualquier otro material estéril que permita el raspado de la superficie a estudiar de tal modo que sea capaz de levantar la totalidad o parte de la biopelícula, si la hubiere, de manera eficaz. Posteriormente, transferirá la biomasa extraída a un vial estéril (tipo Tubo Falcon) que contenga algún medio de conservación de la viabilidad celular tales como suero salino al 0,9%, PBS, solución Ringer 1/40, solución PAGE.

En ambos casos las muestras deberán conservarse a  $5\pm 3^{\circ}\text{C}$  hasta la llegada al laboratorio.

Una vez extraídas las muestras pertinentes en estas instalaciones, según el procedimiento que se establezca en el plan de trabajo para filtros de carbón activo y para la pared del canal que será aprobado previamente por el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, se enviarán a Laboratorio para efectuar los análisis microbiológicos y químicos descritos en el apartado 5.3 del presente Pliego de

Prescripciones Técnicas Particulares (no se realizarán los análisis de calidad del agua en la red). Además, se realizará una toma de datos del elemento visitado y de su entorno, incluyendo reportaje fotográfico, que facilite la interpretación de los resultados.

## **7.2. Recogida de muestras del sedimento en el fondo de los depósitos y en la superficie de las paredes.**

En el caso de los depósitos, se procederá a la toma de muestras viables del material adherido a las paredes y en el sedimento presente en el fondo del depósito. La elección de los 20 depósitos (10 por lote) de estudio se realizará a propuesta del adjudicatario y estará sujeta a la aprobación del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II.

En todos los casos, el adjudicatario del presente contrato se desplazará al punto donde se encuentre el depósito en cuestión para tomar un número estimado de 3 muestras de biofilm *in situ* para cada depósito, siempre en el ámbito de la Comunidad de Madrid. Las actividades de acceso a los mismos serán previamente organizadas, por lo que el desplazamiento se realizará según la programación de los trabajos, cuyo calendario se facilitará con antelación suficiente, no inferior a tres (3) días.

Una vez seleccionados los depósitos, al adjudicatario se le facilitará información y planos/croquis disponibles de las instalaciones para que, de manera previa a la visita, el adjudicatario proponga un programa de actuación específico para cada depósito, en el que se establezca el procedimiento para la toma de muestras de material en las paredes y fondo, incluyendo las diferentes actividades que éste pueda ocasionar para su coordinación y organización previa (como el vaciado de un vaso del depósito o similar), así como la duración estimada de los trabajos, y el número y la localización de las zonas a muestrear. Este programa de actuación se someterá a aprobación por parte del Responsable de Contrato de Canal de Isabel II.

Para la toma de muestra en el fondo del depósito, el técnico encargado del muestreo deberá de disponer de una draga o equipo similar que permita recoger el fango depositado de manera eficaz. Posteriormente, transferirá la biomasa extraída a una batea o bandeja limpia y estéril, o esterilizada *in situ*, tomará una alícuota con una cuchara o cazo o directamente con un frasco estéril y que contenga un inhibidor de agente antimicrobiano (tiosulfato sódico 20g/L si el agente es un compuesto halogenado).

En el caso de la biopelícula adherida a las paredes, se podrá llevar a cabo un procedimiento similar al definido en el apartado 7.1 para muestreo de la biopelícula adherida al canal de salida de la estación de tratamiento de agua potable.

Además, el personal encargado por parte del adjudicatario que se desplace a cada depósito deberá realizar una toma de datos del elemento visitado para conocer su estado de conservación y un reportaje fotográfico que facilite la interpretación de los resultados. Todas las muestras tomadas deberán conservarse refrigeradas a  $5\pm3^{\circ}\text{C}$  hasta la llegada al Laboratorio de Microbiología especializado para su posterior estudio de acuerdo con los análisis microbiológicos y químicos descritos en el apartado 5.3 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (no se realizarán los análisis de calidad del agua en la red).

En función de los resultados obtenidos, si se considera que la presencia de biofilm es significativa para algún depósito en particular se analizará la posibilidad de instalar un equipo sensor en la conducción de salida hacia la red de distribución para estudiar y monitorizar la evolución del biofilm en el tiempo.

### 7.3. Recogida de muestras en tuberías existentes.

Aprovechando las obras de renovación de la red que se ejecutan regularmente por el Área de Conservación o Área de Construcción de Redes de Abastecimiento, se procederá a la toma de un número aproximado de 10 muestras viables y representativas de biofilm “in situ” en tuberías existentes cuya elección estará sujeta a la aprobación del Responsable del Contrato de Canal de Isabel II.

Para ello, 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. Dado que las obras de renovación están previamente organizadas, el desplazamiento a las mismas se realizará según la programación de los trabajos, cuyo calendario se facilitará con antelación suficiente, no inferior a dos (2) días.

El personal encargado de desplazarse a cada punto para la realización de la toma de muestras por parte del adjudicatario realizará la una extracción del material adherido a la pared interna del tubo existente.

El procedimiento para muestrear la biopelícula adherida en el interior de la tubería será similar al definido en el apartado 7.1 para muestreo de la biopelícula adherida al canal de salida de la estación de tratamiento de agua potable. Esta primera muestra permitirá confirmar la presencia de biofilm a través del análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar). Si dicho análisis saliera favorable y resulta factible tomar una muestra para estudiar en laboratorio se procederá a su análisis pormenorizado.

También in situ dicho personal tomará una muestra del agua circundante en el entorno de la conducción mediante el llenado de un envase estéril de boca ancha, en cualquier punto cercano designado por el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II, que podrán ser: estaciones de muestreo, desagües de red, etc. También realizará una toma de datos del elemento visitado, de forma visual, confirmando aspectos como material, diámetro y estado interior, así como de su entorno que facilite la interpretación de los resultados, y trasladará inmediatamente las muestras al Laboratorio de Microbiología especializado para su posterior estudio mediante análisis microbiológicos y químicos y de calidad del agua descritos en el apartado 5.3 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (a excepción del análisis de extracción de material genético y análisis metagenómico, que no será efectuado para estas muestras).

Todos los resultados de los análisis realizados deberán entregarse en un plazo máximo de treinta (30) días desde la toma de la muestra.

## 8. FASE DE CONCLUSIONES Y RESULTADOS FINALES

Al finalizar las fases anteriores y en el plazo máximo de un (1) mes, a excepción del informe final del proyecto total que se establecerá en dos (2) meses, se hará entrega de los informes finales. Estos informes se detallan a continuación:

- Informe final de los trabajos realizados en cada sector, con evaluación de los resultados de la limpieza ejecutada, cuantificación y caracterización del biofilm en el tramo limpiado, incluyendo una propuesta de periodicidad de limpieza con los métodos propuestos en este pliego atendiendo a las conclusiones obtenidas. Recopilará todos los datos de los análisis de laboratorio de las muestras recogidas en el sector, y concluirá con un estudio en el que se deduzcan, al menos, las características morfológicas del interior de la conducción.

- Informe final comparativo de los resultados obtenidos por cada sensor y los obtenidos del carrito de testigos de monitorización correspondiente por cercanía y validación de los equipos.
- Informe final de los resultados obtenidos por cada una de las campañas de tomas de muestras, con sus respectivas conclusiones e informes individuales.
- Informes finales del proyecto total, con su resultado comparativo, análisis, conclusiones y mapas de riesgo de biofilm de la red de abastecimiento y elementos.

## 9. GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de los residuos generados en las distintas actuaciones definidas en el presente pliego se realizará atendiendo a la naturaleza de estos y al tipo de actuación.

Para todos los casos que se detallan a continuación, el adjudicatario del servicio informará debidamente al Responsable del Contrato de Canal de Isabel II de las cantidades de los residuos retirados, procedencia de estos, destino, naturaleza, fecha de entrega al gestor autorizado, etc., enviando un extracto con frecuencia mensual, incluido en los informes parciales adjuntando la documentación adicional que, como mínimo, serán los albaranes, registro del depósito en vertedero y un resumen.

### a) Residuos procedentes de la limpieza de la red de abastecimiento

Son los residuos procedentes de la limpieza del interior de las conducciones de abastecimiento, siempre que se trate de arenas, gravas o piedras limpias, exentas sustancialmente de materia orgánica y de cualquier otro tipo de residuos no pétreos.

El adjudicatario del servicio retirará con medios adecuados las arenas en cuestión, las transportará y depositará en vertederos autorizados.

La retirada, transporte y depósito en las instalaciones de destino de las arenas extraídas en campañas de limpieza general programadas está incluido en el canon correspondiente, por lo que no será objeto de abono adicional.

Se deberá aportar mensualmente la documentación que garantice la correcta gestión de los residuos según la legislación vigente.

### b) Residuos procedentes de obras

Son residuos inertes que proceden de las actuaciones de obra civil realizadas (ladrillo, hormigón, pequeños trozos de madera, arenas, etc., exentos de materia orgánica en cantidad significativa).

El adjudicatario del servicio es responsable de la retirada, transporte y depósito en vertedero autorizado. El importe correspondiente a esos conceptos se valorará con las mediciones de obra y los precios unitarios del Cuadro de Precios incluido en el Anexo II. Se deberá aportar mensualmente la documentación que garantice la correcta gestión de los residuos según la legislación vigente.

### c) Residuos procedentes de las campañas de muestreo

Son los residuos procedentes de las muestras obtenidas en los distintos procesos de toma de muestras. El adjudicatario del servicio es responsable de la retirada, transporte y depósito en vertedero autorizado, y deberá aportar mensualmente la documentación que garantice la correcta gestión de los residuos según la legislación vigente.



## 10. HORARIO DE TRABAJO

Los trabajos objeto del contrato deberán realizarse en horario diurno dentro de la jornada normal de trabajo. No obstante, en casos excepcionales de urgencia o si las características del servicio así lo requieren, para una mayor eficacia y rapidez, los trabajos deberán realizarse en horario nocturno o festivo, tomando las medidas necesarias para perturbar lo menos posible la circulación y causar las mínimas molestias al ciudadano. La modificación o cambios que se introduzcan en los horarios de trabajo en cuanto a la limpieza y obra civil no tendrán repercusión alguna sobre los precios objeto del concurso.

Cualquier variación de la jornada laboral, deberá ser razonada, justificada, informada y autorizada por el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II.

El adjudicatario deberá tener en cuenta que el corte del abastecimiento en alguno de los sectores a limpiar, sólo se puede realizar en periodo nocturno, por lo que los costes no serán objeto de abono adicional.

## 11. SUPERVISIÓN DEL SERVICIO

Todos los servicios y obras objeto del presente Pliego podrán ser inspeccionados, en cualquier momento, por personal designado por Canal de Isabel II.

## 12. ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

La empresa adjudicataria deberá nombrar un Coordinador del Contrato que actuará como interlocutor con el Responsable del Contrato de Canal de Isabel II. Al frente del equipo de realización de los trabajos, el adjudicatario dispondrá, dada la naturaleza de los trabajos, de un Titulado Superior con experiencia acreditada de al menos cinco (5) años en la ejecución de actuaciones de limpieza interior de redes de abastecimiento, análogos a los que son objeto del contrato.

Los gastos de desplazamiento, dietas del personal, administrativos, etc. estarán incluidos sus costes dentro del precio ofertado.

## 13. FORMA DE ABONO

Todas las actuaciones relacionadas en el presente Pliego se valorarán aplicando a la medición de las unidades de obra realmente ejecutadas los precios propuestos en el cuadro de precios del presente Pliego (anexo 2), al que el licitador no podrá añadir precios nuevos en su oferta. En cuanto a los equipos sensores, éstos serán abonados en dos fases; un primer abono del cuarenta por ciento (40%) de los equipos tras su adquisición previamente aprobada por la dirección del proyecto de Canal de Isabel II en la fase previa, y un segundo abono del sesenta por ciento (60%) restante en el momento de la transferencia de los equipos a Canal tras la finalización de los estudios contratados en este Pliego.

El resultado de aplicar el cuadro de precios de este Pliego a la medición de obra conformará el importe de Ejecución Material de la obra, al que se le aplicará el 19% en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial; a este importe se le aplicará el % de baja ofertado relativo a obra en el concurso para los trabajos de conservación y mejora, obteniendo así el Importe de Ejecución por Contrata, al que solamente se le habrá de agregar el IVA para formular la factura correspondiente.

Todos los precios del cuadro de precios de este Pliego tienen incluidos los importes correspondientes a las partidas de seguridad y salud laboral, gestión medioambiental y control de calidad necesarias para la correcta ejecución de estas.

Para todas aquellas unidades no contempladas en el Cuadro de Precios del Anexo 2, será de aplicación la unidad existente en el vigente Cuadro de Precios General de Canal de Isabel II. Sobre esos precios resultará igualmente de aplicación el porcentaje de licitación correspondiente.

Ricardo  
Moreno  
Huerta  
(R: A86488087) Fecha:  
2021.12.16  
09:02:50  
+01'00'

Ricardo Moreno Huerta  
**Jefe de Área de Construcción  
de Redes de Abastecimiento**

José Antonio  
Lirola Barroso  
(R: A86488087)

Fecha:  
2021.12.  
16  
10:00:37  
+01'00'

José Antonio Lirola Barroso  
**Subdirector de Construcción**

Firmado por:  
JUAN SÁNCHEZ GARCÍA  
/(R:A86488087)

Fecha:  
2021.12.16  
18:34:54  
+01'00'

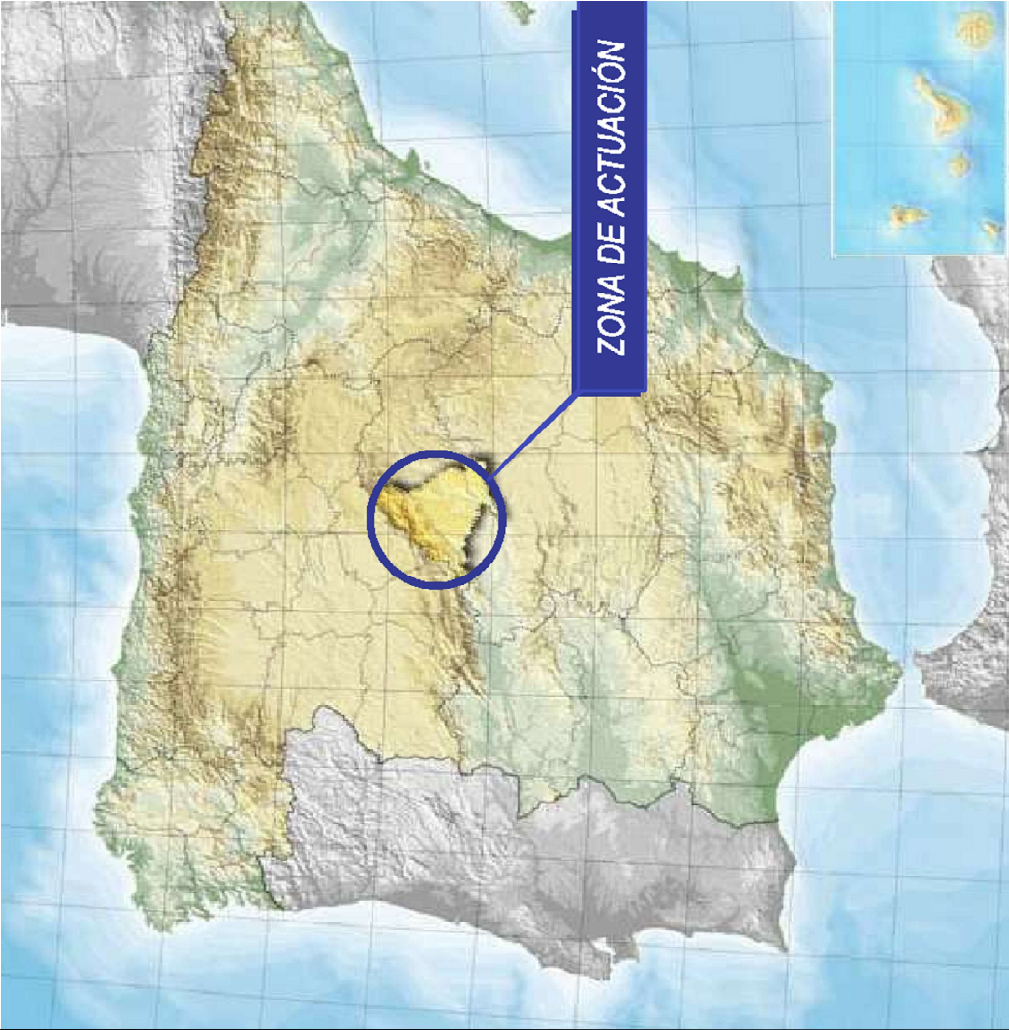
Juan Sánchez García  
**Director de Innovación e Ingeniería**

## ANEXO I: PLANOS

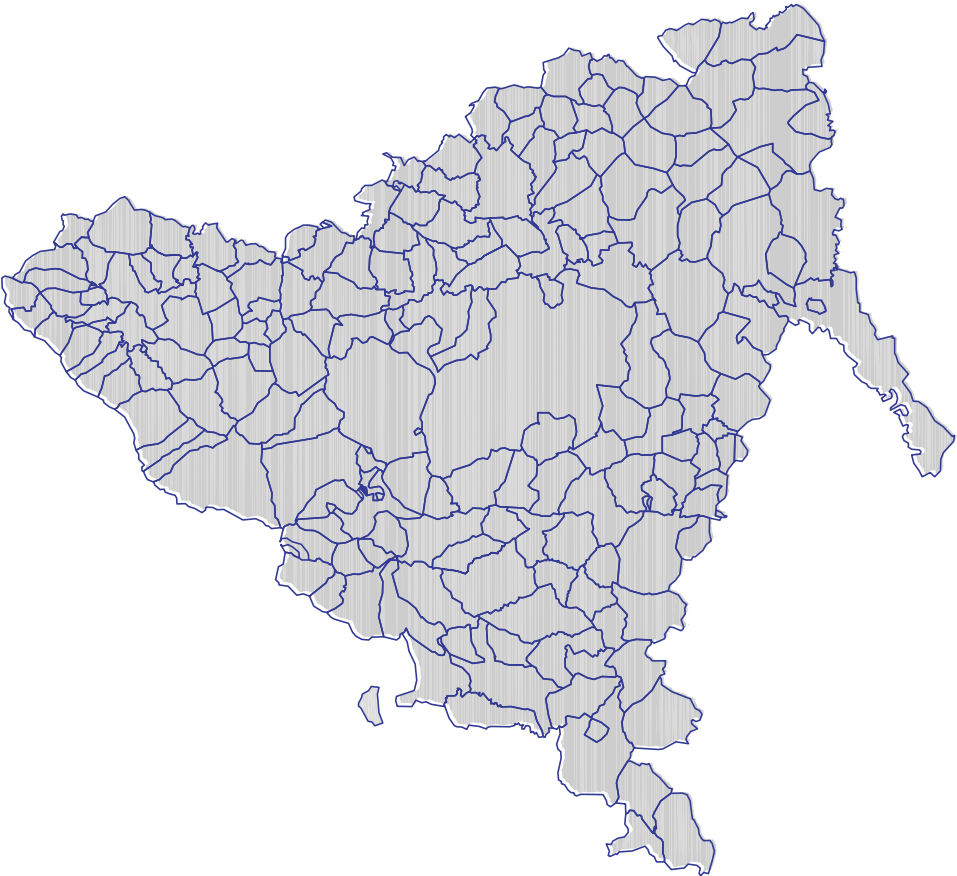


## ÍNDICE PLANOS

1. Plano Situación
2. Plano Arqueta
3. Plano de Registro de Arqueta
4. Plano sistema de muestreo, testigos de monitorización

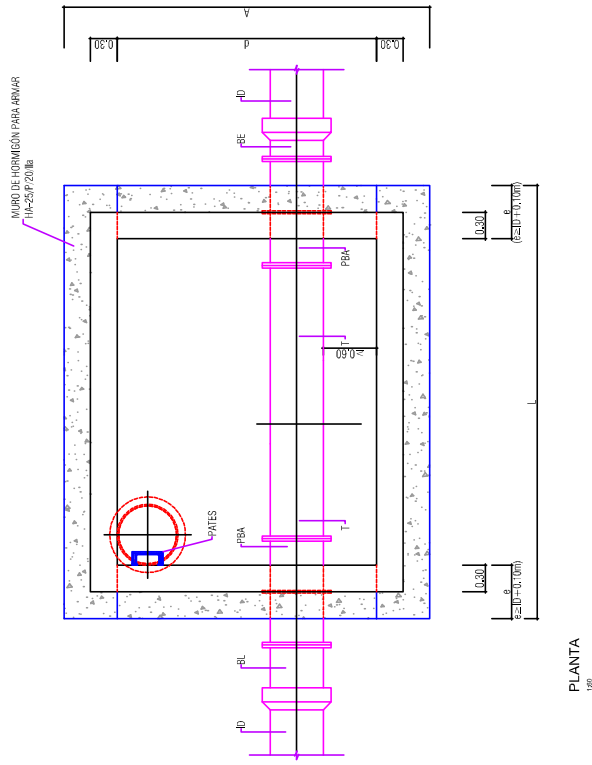


ESPAÑA  
S/ ESCALA

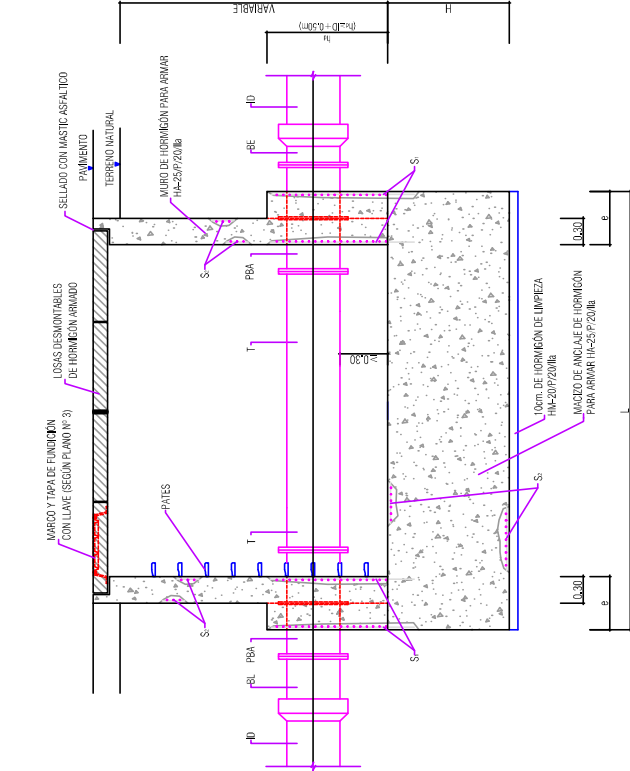
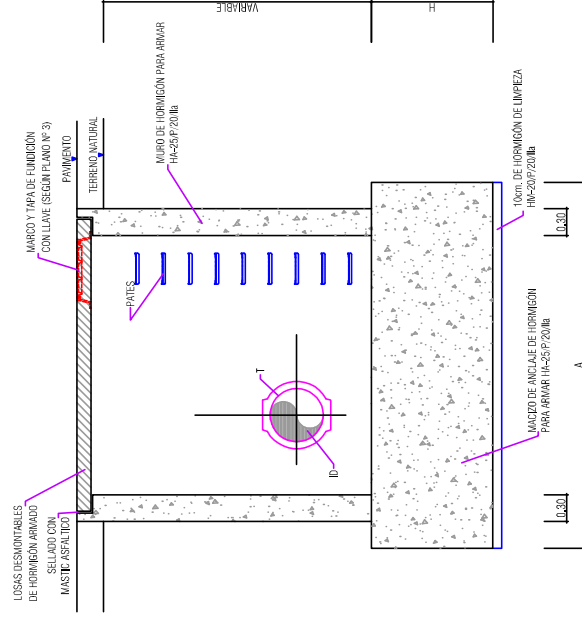
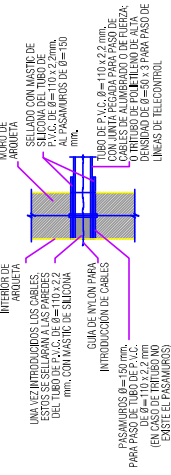


COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID  
S/ ESCALA

DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ABASTECIMIENTO	FIRMA:  Ricardo Moreno Huerta	NÚMERO DEL CONTRATO  185/2021	NOMBRE DEL CONTRATO: CONTRATO DE SERVICIOS DE LIMPIEZA PREVENTIVA CON AIRE, MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y REDACCIÓN DE INFORMES QUE PERMITAN ELABORAR UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA MAL EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID.	ESCALA: sin escala	TÍTULO DEL PLANO:	
				FECHA: SEPTIEMBRE 2021	PLANOS GENERALES PLANO DE SITUACIÓN	PLANO: P.1. HOJA: 1 de 1



PLANTA 120

SECCIÓN LONGITUDINAL  
1507SECCIÓN TRANSVERSAL  
160

DETALLE DE ENTRADA DE TUBOS  
EN MUROS DE ARQUETAS  
SIN ESCALA

## NOTAS

1. Las dimensiones y armado de las cámaras deberán cumplir las prescripciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
2. Las dimensiones generales que se indican son **orientativas**, debiendo ajustarse en cada caso en función de las dimensiones exactas de las piezas especiales, envoltos a instalar, y cuya instalación requiera la aprobación previa de la dirección facultativa.
3. Los muros serán de hormigón armado de al menos 30 cm de espesor y deberán cumplir las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.  
Para alturas de muro de hasta 3,75 m el armado de los muros podrá ser una parrilla de 6/12 a 10 cm considerando: ausencias de cualquier tipo de sobrecargas, no existencia de agua y punto específico del terreno de 1,8 (m²).
4. El adjudicatario presentará los cálculos justificativos de las dimensiones exactas y del armado de las y muros. Se requerirá la aprobación previa de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.
5. Si el terreno es agresivo, el hormigón será resistente a los sulfatos.
6. Los pasamanos se **instalarán y fijarán al muro** previo homologado de éste, dispuestos de bridas de anclaje.
7. Se dispondrán juntas de estanqueidad hidrorepulsivas de berrinita entre solera y albañil en las bases de hormigonado.
8. Las cámaras se impermeabilizarán exteriormente con lámina asfáltica y leñina derivante.
9. Las cámaras en zona no urbana, cuya cota de coronación se deje por encima del terreno natural, dispondrán de rejillas de ventilación.
10. Se **instalarán** las escaleras y pasarelas necesarias para acceder a los distintos componentes.
11. Los anclajes y soldaos de armaduras se calcularán de acuerdo a la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
12. El requerimiento mínimo de todas las armaduras será de 17mm.

CUADRO DE DIMENSIONES Y ARMADURAS MDP=1,6

TUBERIA	MACHO				ASIMETRICAS
ID en mm	H en mm	L en mm	A en mm	S	
≤ 300		1,80	1,20	# Ø12 a 10 cm en todas las caras	
300<ID≤400		2,10	1,80		
400<ID≤500		2,30	1,60		

LOSAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO CARGA DE ROTURA 25 TM.  
SELLADO CON MASTIC ASFÁLTICO

DETALLE DE UNIÓN Y ASIENTO  
DE LOSAS EN MUROS  
SIN ESCALA

**DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA**

**SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN**

**ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ABASTECIMIENTO**

**FIRMA:** Ricardo Moreno Huerta

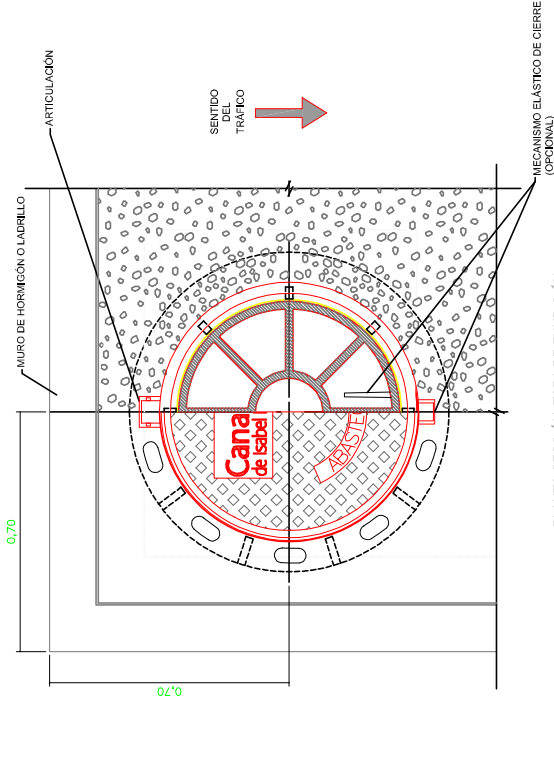
NÚMERO DEL CONTRATO

PRE DEL  
PARATO:

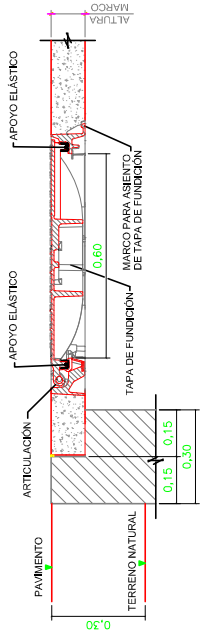
PLANO:

PLANO:	P.2.
HOJA:	1 de 1

TAPA Y MARCO CON BISAGRA Y MECANISMO ELÁSTICO DE CIERRE OPCIONAL



PLANTA-SECCIÓN, TAPA DE FUNDICIÓN



ALZADO-SECCIÓN, TAPA DE FUNDICIÓN



PLANTA, TAPA DE FUNDICIÓN

CLASIFICACIÓN DE TAPAS, UNE-EN 124:1995

CLASE	D-400
CARGA DE CONTROL	400 kN

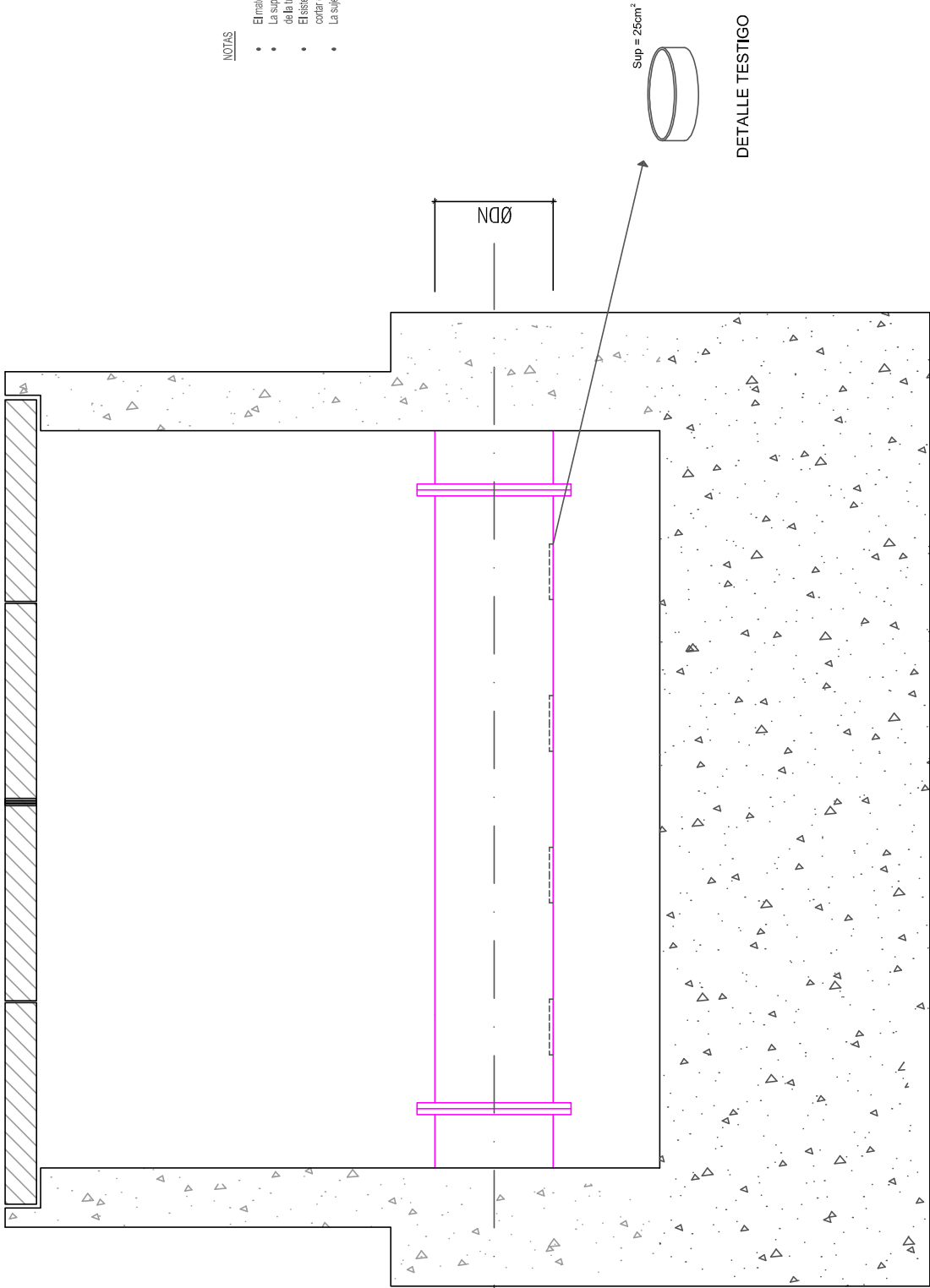
NOTAS

- El diseño y ubicación tanto del logo como de las inscripciones es orientativo y deberá ser aprobado por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.
- El diseño de la tapa y el marco es orientativo y deberá ser aprobado por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.
- El aseguramiento de la tapa al marco, masa superficial, diseño de la bisagra y mecanismo elástico, dependerá de cada fabricante y deberá ser aprobada por los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II.
- Las dimensiones y armado de las cobijas deberán cumplir las prescripciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Las dimensiones y tipología de los perfiles metálicos indicados son orientativos. Deberán ajustarse en cada caso a las dimensiones de las propias cobijas, y a la normativa correspondiente.
- El adjudicatario presentará los cálculos justificativos de las dimensiones exactas, del armado de las cobijas y de los perfiles metálicos empleados. Se requerirá la aprobación previa de los Servicios Técnico de Canal de Isabel II.

DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ABASTECIMIENTO	FIRMA:  Ricardo Moreno Huerta	NÚMERO DEL CONTRATO  185/2021	NOMBRE DEL CONTRATO: CONTRATO DE SERVICIOS DE LIMPIEZA PREVENTIVA CON AIRE, MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y REDACCIÓN DE INFORMES QUE PERMITAN ELABORAR UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA ANUAL EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID.	ESCALA: sin escala	TÍTULO DEL PLANO: <b>DISPOSITIVO DE CIERRE DE REGISTROS Y CÁMARAS: TAPAS Y COBIJAS</b>	PLANO: P.3.
				FECHA: SEPTIEMBRE 2021		HOJA: 1 de 1

NOTAS

- El material del testigo deberá ser del mismo que la tubería general en el que se instala.
- La superficie del testigo será de 25cm<sup>2</sup>, así mismo mantendrá la concavidad de la cara de la tubería no generando ningún resallo una vez quede instalado.
- El sistema de excavación de los testigos permitirá extraer los mismos sin necesidad de cortar el suministro de agua en la tubería.
- La sujeción de los testigos deberá soportar la misma PN que la tubería.



SECCIÓN LONGITUDINAL

DIRECCIÓN LE INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ABASTECIMIENTO	FIRMA:  Ricardo Moreno Huerta	NÚMERO DEL CONTRATO  185/2021	NOMBRE DEL CONTRATO:  CONTRATO DE SERVICIOS DE LIMPIEZA PREVENTIVA CON AIRE, MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y REDACCIÓN DE INFORMES QUE PERMITAN ELABORAR UN PROTOCOLO DE LIMPIEZA ANUAL EN LAS REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MADRID.	ESCALA: sin escala	TÍTULO DEL PLANO:  PLANO DETALLE TESTIGOS MONITORIZACIÓN DEL BIOFILM	PLANO: P.4.
				FECHA: SEPTIEMBRE 2021	HOJA: 1 de 1	

## ANEXO II: CUADRO DE PRECIOS



	CONCEPTO	IMPORTE UNITARIO IVA EXCLUIDO
ud	Informe estudio de diagnóstico inicial con propuesta de tramos a limpiar, organización de los trabajos y plan de toma de muestras y ensayos a realizar.	600,00 €
ud	Ejecución de cala para localización de tubería y reposición.	1.553,81 €
ud	Corte tubería previo a limpieza y restitución servicio.	772,03 €
ud	Toma de muestra de tubería y ensayos en la Fase 0 (previa limpieza), según Anexo III del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.	2.450,00 €
ud	Propuesta de testigos de monitorización in situ, sensores y procedimientos campañas muestreo.	890,00 €
ud	Adquisición de equipos sensores (primer pago 40%).	1.892,00 €
ud	Informe parcial (mensual) de seguimiento de todos los trabajos en curso.	600,00 €
ud	Ejecución de cámara (incluida excavación) de registro para instalación de carrete de análisis de biofilm.	3.663,38 €
ud	Corte tráfico, suministro e instalación de señalética requerida para ejecución de las labores de limpieza.	487,02 €
m	Limpieza interior de la red de abastecimiento con aire.	7,00 €
ud	Corte tubería posterior a limpieza.	772,03 €
ud	Suministro e instalación de carrete provisto de testigos de monitorización de biofilm para monitorización del biofilm.	2.443,75 €
ud	Toma de muestra de tubería y ensayos Fase 1 (posterior limpieza) según Anexo III del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares	2.450,00 €
ud	Ensayos testigos monitorización biofilm. Fase2 (monitorización) según Anexo III del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares	2.450,00 €
ud	Ejecución de cámara (incluida excavación) de registro para instalación de sensores de biofilm	4.184,14 €
ud	Adquisición de equipos sensores (Segundo pago 60%).	2.838,00 €
ud	Informes trimestrales de evaluación, cuantificación y caracterización del biofilm en el tramo limpiado, así como de contraste de los resultados obtenidos con los diferentes sistemas de monitorización	1.800,00 €
ud	Informe final de los trabajos realizados en cada sector, con evaluación de los resultados de la limpieza ejecutada, cuantificación y caracterización del biofilm en el tramo limpiado.	600,00 €
ud	Toma de muestras en ETAPs (en Filtros de carbón activo y en Canal de salida), incluyendo transporte y conservación de la muestra hasta laboratorio, equipos necesarios, toma de datos in situ del elemento visitado y reportaje fotográfico, etc.	666,40 €
ud	Toma de muestras en depósitos, incluyendo transporte y conservación de la muestra hasta laboratorio, equipos necesarios, toma de datos in situ del elemento visitado y reportaje fotográfico, etc.	460,60 €
ud	Toma de muestras en tuberías de distribución existentes incluyendo transporte y conservación de la muestra hasta laboratorio, equipos necesarios, toma de datos in situ del elemento visitado y reportaje fotográfico, etc.	803,60 €
ud	Ensayos campaña de toma de muestras en ETAP (en Filtros de carbón activo y en Canal de salida) y depósitos. Fase3 (monitorización) según Anexo III del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares	2.376,60 €
ud	Ensayos campaña de toma de muestras en red de distribución existente. Fase4 (monitorización) según Anexo III del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares	882,00 €
ud	Informes parciales con conclusiones provisionales y resultados de las campañas de recogida de muestras de material para cada instalación (ETAP y depósitos)	1.800,00 €
ud	Informes parciales con conclusiones y resultado de la campaña de recogida de muestras de en cada tramo de red existente	600,00 €
ud	Informe final comparativo de los resultados obtenidos por cada sensor y los obtenidos del carrete de testigos de monitorización correspondiente por cercanía y validación de los equipos	7.700,00 €
ud	Informe final de los resultados obtenidos por cada una de las campañas de tomas de muestras, con sus respectivas conclusiones e informes individuales	2.400,00 €
ud	Informes finales del proyecto total, con su resultado comparativo, análisis, conclusiones y mapas de riesgo de biofilm de la red de abastecimiento y elementos	8.900,00 €

### ANEXO III: PLAN DE CALIDAD



**POR LOTE**

<b>MUESTRA</b>	<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDADES</b>
FASE 0. MUESTRA PREVIA A LIMPIEZA (ENSAYO TIPO A)	Presencia de biofilm. Análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar) <b>A01</b>	15
	Análisis de exopolisacáridos <b>A02</b>	15
	Recuento e identificación de bacterias específicas (FISH) <b>A03</b>	15
	Cultivo e identificación de bacterias ambientales cultivables (cultivo + MALDITOFF) <b>A04</b>	15
	Identificación de bacterias del grupo Pseudomonas (cultivo o PCR) <b>A05</b>	15
	Identificación de bacterias específicas patógenas (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium) <b>A06</b>	15
	Observación microscópica de la superficie del biofilm mediante microscopio electrónico de barrido <b>A07</b>	15
	Extracción de material genético y análisis metagenómico <b>A08</b>	15
	Análisis químico para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio <b>A09</b>	15
	Análisis del agua <b>A10</b>	15
	Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.) <b>A11</b>	15
FASE 1. MUESTRA POSTERIOR A LIMPIEZA (TIPO B)	Presencia de biofilm. Análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar) <b>B01</b>	15
	Análisis de exopolisacáridos <b>B02</b>	15
	Recuento e identificación de bacterias específicas (FISH) <b>B03</b>	15
	Cultivo e identificación de bacterias ambientales cultivables (cultivo + MALDITOFF) <b>B04</b>	15
	Identificación de bacterias del grupo Pseudomonas (cultivo o PCR) <b>B05</b>	15
	Identificación de bacterias específicas patógenas (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium) <b>B06</b>	15
	Observación microscópica de la superficie del biofilm mediante microscopio electrónico de barrido <b>B07</b>	15
	Extracción de material genético y análisis metagenómico <b>B08</b>	15
	Análisis químico para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio <b>B09</b>	15
	Análisis del agua <b>B10</b>	15
	Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.) <b>B11</b>	15
FASE 2. MONITORIZACIÓN-ANÁLISIS COUPONS (TIPO C)	Presencia de biofilm. Análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar) <b>C01</b>	60
	Análisis de exopolisacáridos <b>C02</b>	60
	Recuento e identificación de bacterias específicas (FISH) <b>C03</b>	60
	Cultivo e identificación de bacterias ambientales cultivables (cultivo + MALDITOFF) <b>C04</b>	60
	Identificación de bacterias del grupo Pseudomonas (cultivo o PCR) <b>C05</b>	60
	Identificación de bacterias específicas patógenas (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium) <b>C06</b>	60
	Observación microscópica de la superficie del biofilm mediante microscopio electrónico de barrido <b>C07</b>	60
	Extracción de material genético y análisis metagenómico <b>C08</b>	60
	Análisis químico para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio <b>C09</b>	60
	Análisis del agua <b>C10</b>	60
	Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.) <b>C11</b>	60

**POR LOTE**

FASE 3. ANÁLISIS CAMPAÑAS MUESTREO ETAP Y DEPÓSITOS (TIPO D)	Presencia de biofilm. Análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar) <b>D01</b>	52
	Análisis de exopolisacáridos <b>D02</b>	52
	Recuento e identificación de bacterias específicas (FISH) <b>D03</b>	52
	Cultivo e identificación de bacterias ambientales cultivables (cultivo + MALDITOFF) <b>D04</b>	52
	Identificación de bacterias del grupo Pseudomonas (cultivo o PCR) <b>D05</b>	52
	Identificación de bacterias específicas patógenas (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium) <b>D06</b>	52
	Observación microscópica de la superficie del biofilm mediante microscopio electrónico de barrido <b>D07</b>	52
	Extracción de material genético y análisis metagenómico <b>D08</b>	52
	Análisis químico para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio <b>D09</b>	52
	Análisis del agua <b>D10</b>	0
	Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.) <b>D11</b>	52
FASE 4. ANÁLISIS CAMPAÑAS MUESTREO RED EXISTENTE (TIPO E)	Presencia de biofilm. Análisis de ATP mediante el LuminUltra Test Kit (o similar) <b>E01</b>	5
	Análisis de ex polisacáridos <b>E02</b>	5
	Recuento e identificación de bacterias específicas (FISH) <b>E03</b>	5
	Cultivo e identificación de bacterias ambientales cultivables (cultivo + MALDITOFF) <b>E04</b>	5
	Identificación de bacterias del grupo Pseudomonas (cultivo o PCR) <b>E05</b>	5
	Identificación de bacterias específicas patógenas (Legionella, Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium) <b>E06</b>	5
	Observación microscópica de la superficie del biofilm mediante microscopio electrónico de barrido <b>E07</b>	5
	Extracción de material genético y análisis metagenómico <b>E08</b>	0
	Análisis químico para medición, tanto de carbonatos de calcio como de magnesio <b>E09</b>	5
	Análisis del agua <b>E10</b>	5
	Identificación de la presencia de sales de hierro y otros metales (Plomo, Cromo, Molibdeno, etc.) <b>E11</b>	5