

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL CONTRATO DE  
SERVICIOS PARA UN PROYECTO DE VALIDACION  
AVANZADA DE LA TECNOLOGÍA DFOS (DISTRIBUTED FIBER  
OPTIC SENSING) EN CANAL DE ISABEL II, S.A. M.P.**

**PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE  
CRITERIOS**

**CONTRATO Nº 43/2025**

**MESA PERMANENTE DE CONTRATACIÓN**

**Área:** Fomento de la Innovación. Subdirección de I+D+i

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DEL CONTRATO</b>	4
<b>2. ANTECEDENTES.</b>	4
<b>3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.</b>	5
3.1. Eventos a identificar y estudiar con cada tecnología	6
3.2. Elementos del sistema	10
3.3. Cable sensor.	10
3.3.1. Tipología del cable	10
3.3.2. Tendido del cable	11
3.4. Arquitectura del sistema. Sistema de monitorización y detección de eventos	16
3.5. Cumplimiento de requisitos técnicos	17
<b>4. FASES DE LOS TRABAJOS.</b>	17
4.1. Planificación del trabajo.	17
4.2. Plan de Seguridad y Salud	18
4.3. Recopilación de datos de partida, selección de zonas de estudio y Plan de Trabajo	18
4.4. Instalación en cada zona de estudio	18
4.5. Puesta en marcha en cada zona de estudio	19
4.6. Simulación de eventos en cada zona de estudio	20
4.7. Seguimiento y mantenimiento	20
4.8. Informe final	21
4.9. Sesiones formativas para manejo del servicio	22
<b>5. PRODUCTOS ENTREGABLES</b>	22
<b>6. CONTENIDO DE LA OFERTA TÉCNICA</b>	23
<b>7. INICIO DE LOS TRABAJOS.</b>	24
<b>8. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.</b>	24
<b>9. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS</b>	24

10.	SEGURIDAD INFORMÁTICA .....	25
11.	MEDIDAS AMBIENTALES .....	29
ANEXO I. REQUISITOS TÉCNICOS DEL LOTE 1.....		30
ANEXO II. REQUISITOS TÉCNICOS DEL LOTE 2 .....		35
ANEXO III. PLANO DEL TENDIDO PREVISTO EN TUBERÍA ENTERRADA DEL LOTE 1 .....		39

## 1. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato es la validación avanzada de la tecnología de fibra óptica DFOS (Distributed Optic Fiber Sensing), con el fin de estudiar la viabilidad de todas sus posibles aplicaciones para la monitorización distribuida en tiempo real y la detección de eventos en las infraestructuras hidráulicas que gestiona Canal de Isabel II, S.A., M.P. (en adelante Canal).

Esta tecnología consiste en el empleo de un cable de fibra óptica como sensor pasivo, una unidad interrogadora como sensor activo, y una plataforma de monitorización y detección de eventos que emplea un software con inteligencia artificial basada en Machine Learning y una librería de patrones de múltiples eventos. A través de este sistema se puede identificar, geolocalizar y visualizar los eventos en tiempo real, para que los operadores puedan llevar a cabo su gestión a través de una consola de control o aplicación móvil. Las características del cable y del interrogador varían según cuál sea la tipología del evento a monitorizar, por lo que el contrato incluirá la validación de dos tecnologías DFOS: la tecnología DAS, para detección de vibraciones y la tecnología DTSS, para detección de temperatura y deformación.

Por ello, con el objetivo común de validar la tecnología de fibra óptica DFOS, el contrato se dividirá en dos lotes diferenciados según las características la tecnología de monitorización distribuida a emplear:

- Lote destinado a tecnología DAS, de detección acústica distribuida (Distributed Acoustic Sensing) que servirá para detectar, ubicar y clasificar las fugas de agua en tuberías, amenazas, intrusiones, interferencias en infraestructuras, así como la monitorización de otros eventos de interés tales como desprendimientos en túneles a lo largo de la ruta del cableado.
- Lote destinado a tecnología DTSS, de detección de Temperatura y Deformación Distribuidas (Distributed Temperature and Strain Sensing) para monitorizar la salud estructural de infraestructuras de captación (presas) y transporte de agua (tuberías), que permita evaluar en continuo su estado de conservación, estudio de deformaciones, desplazamientos y detección de eventos, así como otros aspectos de calidad del agua relacionados con la temperatura.

El objetivo es realizar una evaluación de ambas tecnologías para conocer sus posibilidades, configuración óptima, capacidad de detección, complejidad técnica, posibilidad de despliegue y costes, así como, la viabilidad y el alcance de su implantación en las infraestructuras de Canal.

En ambos lotes, el contrato incluirá la instalación, puesta en servicio, toma de datos y análisis de resultados posterior, incluyendo la formación de personal de Canal para su manejo en el futuro.

Si la tecnología de fibra óptica DFOS resulta viable, permitirá avances importantes en la gestión del sistema de abastecimiento frente a los sistemas de monitorización actuales: a través de la tecnología DAS se podrán reducir las pérdidas de agua, mejorar la seguridad de las instalaciones y la garantía de suministro; y por medio de la tecnología DTSS se podrá aumentar la eficiencia en la gestión de las infraestructuras y en la planificación de las inversiones. Esta tecnología DFOS proporcionará un sistema de monitorización distribuida y alerta temprana de los diferentes eventos que además será compatible con el empleo de la fibra óptica como sistema de comunicación y telecontrol.

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán la ejecución de los servicios para el proyecto.

## 2. ANTECEDENTES.

Canal cuenta con una red de telecomunicaciones propia para garantizar la seguridad y protección del ciclo del agua, que tiene en la actualidad más de 1.300 km de fibra óptica instalados y se ampliará en 177 km adicionales durante los próximos 3 años.

La red de fibra óptica permite instalar banda ancha y con ello prestar servicios de telecontrol a las infraestructuras en tiempo real, mejorando y garantizando su protección, y contribuyendo a la transformación tecnológica y digitalización de las instalaciones de la empresa.

Aparte de su uso generalizado como sistema de comunicación y telecontrol, la fibra óptica presenta un gran potencial como sistema de monitorización en tiempo real. De esta manera han surgido nuevas aplicaciones de la fibra óptica gracias a su capacidad para realizar mediciones continuas de vibraciones, temperatura y deformación a lo largo de todo el cableado como el sistema DFOS (Distributed Fiber Optic Sensing). A priori, parece que se trata de un sistema que permite monitorizar largas distancias, con la robustez y fiabilidad que ofrecen los cables, relativamente sencillo en su manejo, y que presenta menores costes de operación y mantenimiento que la sensorización convencional.

Existen diferentes tipos de tecnología de fibra óptica según cuál sea el objetivo: para la medición distribuida de vibraciones se emplea DAS (Distributed Acoustic Sensing) basado en tecnología de reflectometría óptica coherente en el dominio del tiempo (C-OTDR) de retrodispersión de Rayleigh, con la capacidad de identificar fugas de agua de forma muy rápida en grandes distancias; sin embargo, para medición de Temperatura y Deformación Distribuidas se emplea DTSS (Distributed Temperature and Strain Sensing) basado en tecnología de retrodispersión estimulada de Brillouin, que permite monitorizar la salud estructural de las infraestructuras de forma continua, mientras que en el caso de medición a través de múltiples puntos se emplea el sistema Bragg, etc. Es importante identificar el objetivo para seleccionar la tecnología más apropiada a cada escenario.

En 2021, Canal realizó un proyecto piloto para la detección y localización de fugas, amenazas e interferencias mediante tecnología DAS (Distributed Acoustic Sensor) en un tramo de conducción con una longitud de 5,6 km (en lámina libre y a presión). Los resultados obtenidos demostraron que esta tecnología tiene un gran potencial. En base a la experiencia previa adquirida con el sistema DAS, se considera importante continuar validando las posibilidades de la fibra óptica con nueva tecnología y nueva casuística de estudio. Asimismo, se considera importante explorar las posibilidades que ofrece el sistema DTSS para evaluación de la salud estructural de las infraestructuras y aspectos relacionados con la calidad del agua a través de la monitorización de la temperatura.

En este contexto, de cara a proteger sus instalaciones y garantizar la continuidad del suministro a todos sus clientes, Canal quiere validar el empleo de la tecnología de fibra óptica como sistema de monitorización de eventos y la viabilidad de su aplicación de forma complementaria al uso actual como sistema de telecomunicaciones.

### 3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.

En este apartado se describe el servicio objeto del contrato, detallándose las características funcionales a tener en cuenta para este proyecto y los requerimientos técnicos que debe cumplir el sistema de monitorización y detección de eventos para adaptarse a las necesidades existentes en la operativa diaria de Canal. 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. Los licitadores pueden ofertar prestaciones superiores a las solicitadas, que se considerarán positivamente en la valoración técnica de la oferta.

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

Tal y como se ha comentado anteriormente, el objeto del presente pliego es la contratación de un servicio de validación avanzada de la tecnología DFOS (Distributed Fiber Optical Sensing) en el que se van a emplear sensores distribuidos para comprobar su viabilidad como sistema de monitorización de eventos en tiempo real relacionados con la operación de infraestructuras estratégicas de abastecimiento como conducciones, trasvases y presas dentro de la Comunidad de Madrid.

El contrato se ha dividido en dos lotes definidos según un criterio de capacidad de la tecnología: tecnología de detección acústica distribuida (DAS, Distributed Acoustic Sensor) para medida de vibraciones (Lote 1) y tecnología de medición de Temperatura y Deformación Distribuidas (DTSS, Distributed Temperature and Strain Sensor) para evaluación de la salud estructural (Lote 2).

La finalidad de la división en lotes es incrementar la capacidad de ejecución simultánea, así como la participación de distintos contratistas que sean especialistas en cada una de las tecnologías, con sus respectivos medios técnicos y humanos.

Las referencias al “Contrato” en el presente Pliego y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares se entenderán realizadas a los dos contratos correspondientes a cada uno de los lotes del presente procedimiento de licitación.

En este contrato se propone una solución en cuanto tipología de cable e instalación para la detección de cada tipo de evento pero los licitadores pueden proponer otras soluciones con características similares o mejoradas que deberán estar suficientemente detalladas en su oferta, conteniendo toda la información que sea necesaria para su correcta evaluación. De manera resumida las aplicaciones a implementar con cada tecnología son las siguientes:

#### LOTE 1 - DAS

- Estudio de las condiciones de operación, con una resolución espacial de 10 m:
  - Detección automática de fugas de agua en tuberías.
  - Análisis de la velocidad y la presión del agua en tuberías.
- Estudio de las condiciones de seguridad con resolución espacial de 10 m.:
  - Detección automática de amenazas, interferencias e intrusiones en la proximidad de tuberías.
  - Detección de intrusiones en instalaciones y seguridad perimetral de recintos.
  - Detección de desprendimientos en el trasvase de La Aceña-La Jarosa.

#### LOTE 2 - DTSS

- Estudio de salud estructural de infraestructuras con capacidad de medir al menos 5 micras de deformación en un metro de cable de fibra:
  - Deformaciones estructurales en tuberías localizadas en galería.
  - Deformaciones y desplazamientos estructurales en la Presa de Valmayor.
  - Mediciones en extensómetros para el estudio de deformaciones producidas por cargas en compresión o tracción.
- Monitorización de temperatura a lo largo de un trazado con cable ya instalado en Canal con una resolución espacial de 1 m.

### 3.1. Eventos a identificar y estudiar con cada tecnología

Cada tecnología permitirá identificar y estudiar unos eventos determinados que se especifican a continuación para cada uno de los lotes.

#### LOTE 1

Será objeto de este lote el estudio y validación de la tecnología DAS que permite la identificación de vibraciones acústicas.

Se quiere validar la capacidad de la tecnología para detección de eventos relacionados con las condiciones de operación como las fugas en tuberías o la identificación de la velocidad y presión del agua, y otros eventos relacionados con la seguridad que suponen una amenaza para la infraestructura (eventos TPI, Third Party Interference) como las actividades de excavación o presencia no autorizada de vehículos y personas en grandes perímetros de infraestructuras. También se incluye la detección de otros eventos relacionados con la seguridad como los posibles desprendimientos en túneles, que pueden suponer un riesgo importante para los trabajadores.

Se contempla un tendido de 36 km de longitud de cable y su posible instalación en tuberías y canales existentes, tanto enterradas como en galería, así como en la instalación de nuevas tuberías. Para poder analizar la tecnología ante los distintos escenarios, y conocer cuál es la disposición más adecuada del cableado de fibra óptica en relación con la tubería para cada evento, se prevé estudiar al menos 6 zonas distintas durante un periodo mínimo de 3

meses de registro, o hasta que se realicen las pruebas que se consideren necesarias en cada zona. Para ello se debe prever el tendido e instalación de cableado para cada una de las zonas de estudio así como el empleo de un equipo itinerante encapsulado que se desplace, instale y calibre en cada caso.

De forma adicional a lo anterior, se contempla un escenario de laboratorio, en el que se simularán distintos eventos en un entorno controlado. Las condiciones de las pruebas y los escenarios a analizar deberán ser definidos en la oferta del licitador y aprobados por la Dirección del proyecto por parte de Canal cuando se inicie el proyecto. Con estas pruebas se buscará verificar la capacidad de detección de fugas del sistema y la magnitud de estas que es capaz de detectar en las condiciones planteadas.

Por último, para cubrir todas las necesidades en cuanto a estudios que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto, deberá contemplarse un último escenario pruebas extra. En este escenario deberá preverse la posibilidad de realizar hasta 4 instalaciones de tendido, traslado del equipo y pruebas extra, que serán diseñadas por el adjudicatario de acuerdo con los requisitos específicos que surjan durante el proyecto.

Para la valoración de estos dos últimos escenarios de pruebas deberán considerarse las condiciones que especifican en el apartado 3.3.2.

A continuación, se describen los eventos relacionados con las condiciones de operación y con seguridad en las infraestructuras y escenarios que son objeto del Lote 1.

#### **Condiciones de operación:**

Se analizarán los siguientes eventos relacionados con las condiciones de operación en el tendido de cable enterrado y en galería, con una longitud máxima de tendido de 24 km (sin tener en cuenta el escenario de pruebas extra, aún por definir):

- Fugas en conducciones de agua con identificación del caudal detectable:

El objetivo es detectar pérdidas de agua con diferentes intensidades y con distinto origen.

- Fuga: detección de un evento de fuga, que indicará un daño en la tubería que representa un problema para la garantía de suministro a clientes y, por tanto, para la operativa de Canal. Se estudiarán distintos escenarios, analizando tanto el posible sonido causado por la propia fuga como el sonido relacionado con la rotura de elementos de la tubería, como podría ser, en determinados casos, la rotura de cables de pretensado.
- Derivaciones no autorizadas: detección de robo de caudal a través de una derivación conectada a la tubería.

La validación de la detección de fugas se efectuará mediante su simulación a través de la apertura de algún desagüe en el trazado de la tubería, aunque se valorará positivamente la propuesta, por parte del licitador, de algún dispositivo o sistema que se considere adecuado para proporcionar la representación más cercana y precisa de una posible fuga. Por ello, el licitador podrá proponer en su oferta un sistema de simulación de fugas que permita verificar/probar la detección y ubicación de fugas en la tubería.

- Análisis de la velocidad y la presión del agua en tuberías:

En los tramos en los que sea posible se detectarán las ondas incidentes y reflejadas que puedan propagarse en la tubería, ocasionadas por cualquier elemento o evento hidráulico, con la identificación de las mismas, velocidad y evolución temporal. Se podrá evaluar mediante el accionamiento de válvulas o el arranque y parada de impulsiones, usando técnicas de correlación para interpretar los resultados.

#### **Seguridad:**

- Amenazas e interferencias en canales, tuberías e instalaciones:

Aprovechando el tendido de la fibra previsto para el para el estudio de las condiciones de operación de este lote, se deberá simular a lo largo del recorrido la amenaza de impacto con herramienta mecánica. Este tipo de eventos corresponden a estímulos realizados por personas, pero se emplearán herramientas alimentadas con una fuente de energía ya que permiten aplicar mayor intensidad y frecuencia de trabajo.

- Taladro: Se pretende simular un intento de perforar la tubería mediante un impulso que corresponda unívocamente a un ataque intencionado (por el punto de la infraestructura que ataca y por la naturaleza de este). Para ello se empleará un taladro real con la broca modificada para que no pueda atravesar materiales. Como protección adicional, se colocará una lámina metálica de protección en la tubería para evitar dañar la infraestructura.
- Martillo mecánico, retroexcavadora, pala mecánica: Se hará uso de estos elementos para perforar la tierra o para perforar un elemento encima de la tierra (piedra, tabla). A diferencia del anterior, estos eventos pueden corresponder tanto a una agresión intencionada como a trabajos que se estén realizando en el entorno de las infraestructuras (que también pueden representar un riesgo para las mismas).

- Intrusión en instalaciones y seguridad perimetral de recintos:

Para estudiar la intrusión y la seguridad perimetral de recintos se simulará la amenaza de una persona caminando por las inmediaciones, así como el movimiento de vehículos no autorizados.

La intrusión en instalaciones será analizada en diferentes puntos del tendido de fibra previsto para el para el estudio de las condiciones de operación que se considera en este Lote.

Además, se estudiará tanto la intrusión como la seguridad perimetral de recintos en un tendido de nueva instalación que discurrirá bordeando el perímetro de un depósito o instalación similar de Canal, que contará con una longitud estimada de 3 km de cable de fibra óptica y discurrirá normalmente enterrado directamente a unos 20-30 cm de la superficie, pero puede alcanzar profundidades de hasta 80 cm de zanja.

- Detección de intrusiones: se busca detectar la presencia de personas no autorizadas en instalaciones de Canal como por ejemplo en las galerías.
- Movimiento de vehículos no autorizados. El objetivo es identificar la presencia de vehículos no autorizados en las inmediaciones de las instalaciones de Canal.

La presencia de personal o vehículos no autorizados puede indicar la intención de iniciar una amenaza, y la detección de este evento ayudará a prevenir las consecuencias antes de que se produzcan.

- Desprendimientos en túneles:

Se estudiará el trasvase de La Aceña- La Jarosa con el objetivo de detectar los posibles desprendimientos a lo largo de un túnel en tiempo real, y garantizar así la seguridad del personal de mantenimiento. Para ello se dispondrá un nuevo tendido de fibra óptica con una longitud estimada de 9 km por el interior del túnel como sensor de monitorización.

Se analizará la frecuencia y amplitud de las vibraciones que se generan en las paredes y/o suelo del túnel, para identificar y localizar de forma rápida y precisa los posibles desprendimientos.



## LOTE 2

Será objeto de este lote el estudio y validación de la tecnología DTSS que permite medir temperatura y tensión de la fibra óptica.

Como objetivo prioritario, se quiere validar la capacidad de esta tecnología para evaluar la salud estructural de infraestructuras como las tuberías y las presas, que en otro caso requerirían muchos sensores para conocer su nivel de deterioro. Con la tecnología DTSS se puede detectar y estudiar la evolución temporal de las deformaciones y a partir de ello se podrán efectuar predicciones sobre deterioro gradual de los activos.

Además, se quiere comprobar la viabilidad de la aplicación de la fibra óptica en aspectos relacionados con la calidad del agua. Por ello, en aquellos tramos en los que el cable está en contacto con el agua, y gracias a la capacidad de detección de la temperatura a lo largo del tendido, se estudiarán las correlaciones entre las variaciones térmicas y los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua.

- Escenario de laboratorio:

De manera previa al trabajo de campo, se plantea un escenario de laboratorio en el que se simularán distintos eventos en un entorno controlado para confirmar la viabilidad de la fibra como sistema de evaluación de la salud estructural de las infraestructuras. Las condiciones de las pruebas y los escenarios a analizar deberán ser definidos en la oferta del licitador y aprobados por la Dirección del proyecto por parte de Canal cuando se inicie el proyecto. Con estas pruebas se buscará verificar la capacidad de detección de deformaciones estructurales del sistema y la magnitud de estas que el sistema es capaz de detectar en las condiciones planteadas.

- Deformaciones estructurales en tuberías:

Se pretende evaluar la capacidad de la fibra óptica como método para realizar una monitorización en continuo del estado estructural de las tuberías existentes en galería y medir la posible deformación por flexión y axial de las mismas. La fibra deberá ir solidaria con la tubería, adherida a la superficie de manera que, a partir de la tensión registrada en la fibra óptica (compresión o tracción) y la comparación relativa entre los distintos cables longitudinales que se dispongan, se podrá identificar la deformación real de la tubería. Además, se deberá desarrollar el estudio de la evolución temporal de las deformaciones. Todo ello contribuirá a la detección de la posible ovalación, a la localización de fisuras y a su empleo como sistema de alerta temprana del fallo o rotura del componente.

El licitador deberá incorporar en su oferta la mejor propuesta de instalación geométrica del cable para la detección de las deformaciones longitudinales y transversales.

Se contempla el estudio de una longitud máxima de 6 km de tubería existente en galería, lo que supondrá una longitud bastante mayor de tendido de cableado dado que los 6 km de tubería deberán ser instrumentados con al menos tres cables para analizar la deformación de la sección por comparación relativa entre los mismos.

- Deformaciones y desplazamientos estructurales en presas:

El objetivo es analizar la viabilidad de la fibra óptica como sistema de monitorización y control en las presas, realizando un seguimiento en continuo de las deformaciones que permita identificar cualquier tipo de desplazamiento.

Se estudiará la presa de Valmayor, con un tendido de cable alojado en una roza hecha sobre la superficie de hormigón por la galería de aguas arriba que permitirá controlar las deformaciones de forma continua y deducir los desplazamientos que puedan producirse. La viga a monitorizar mide 200 metros, y está previsto instrumentarla en toda su longitud con cables paralelos por distintos puntos de la sección, de manera que se puedan analizar los desplazamientos relativos, estimando una longitud máxima de cable a instalar en roza de aproximadamente 1 km según se explica en el apartado 3.3.2. (Figuras 2 y 3).

- Mediciones en extensómetros:

Se implementará un cable sensor de fibra óptica para comprobar su funcionalidad como extensómetro. Se instalará en cable de fibra óptica en dos perforaciones de 20 m cada una según se explica en el apartado 3.3.2. (Figura 3) para cotejar las similitudes entre lecturas con los extensómetros existentes en la presa.

- Temperatura del agua

En aquellos tramos en los que la fibra esté en contacto con el agua se empleará el cable como sensor para medir la temperatura distribuida a lo largo del trazado. Para ello, se buscará un tramo de conducción a la salida de una ETAP o depósito con el propósito de correlacionar la temperatura con los datos de calidad del agua disponibles en los puntos de muestreo del recorrido de estudio.

### 3.2. Elementos del sistema

En ambos lotes el sistema debe estar integrado por los siguientes componentes:

- Fibra óptica: el cable de fibra óptica será empleado como sensor pasivo en el sistema de detección. Se deberá garantizar la continuidad de la fibra en todo el recorrido a monitorizar, debiéndose realizar las conexiones necesarias con los tramos de fibra ya instalados en el sistema de comunicaciones de Canal para poder estudiar todo el trazado objeto del estudio. Las características del cable necesario en cada caso se especifican en el apartado 3.3 del presente Pliego.
- Unidad interrogadora de sensado: la monitorización de la fibra se realizará a través de unidades interrogadoras de sensado como sensor activo, basadas en la tecnología DAS (Lote 1) y DTSS (Lote 2).
- Plataforma de monitorización y detección de eventos: el software a implantar en el proyecto deberá detectar e identificar los eventos a través de la información recogida por la unidad interrogadora de sensado. El software deberá contar con algoritmos de Inteligencia Artificial que mejoren la capacidad del sistema de detección y localización de eventos, así como reduzcan el número de falsos positivos.

### 3.3. Cable sensor

El tipo de cable previsto para ambos lotes será de fibras ópticas monomodo con el tipo de especificación necesario para el correcto funcionamiento de los equipos. El adjudicatario debe contemplar las conexiones, empalmes y fusiones pertinentes entre bobinas para garantizar la continuidad del cable en todo el trazado, así como todos los elementos necesarios para unir las fibras del cable de nuevo tendido con cualquier tendido de cable existente en la zona de estudio.

#### 3.3.1. Tipología del cable

A continuación, se describen las cinco tipologías de cable que se requerirán para monitorizar cada uno de los eventos indicados en el apartado 3.1. El licitador deberá proponer la estructura de cable más adecuado en cada caso, aportando sus especificaciones técnicas. Las características indicadas a continuación deberán entenderse como requisitos mínimos.

**Cable tipo 1:** (DAS-tramo en galería y tritubo) para adquisición de medida de vibraciones y detección acústica orientadas a la detección de fugas y de eventos TPI, de al menos 32 fibras ópticas.

**Cable tipo 2:** (DAS-tramo enterrado) para adquisición de medida de vibraciones y detección acústica, que debe disponer de una armadura de acero que proteja las fibras de posibles impactos de la obra, de al menos 16 fibras ópticas.

**Cable tipo 3:** (DTSS y DAS) cable híbrido para adquisición de medidas de temperatura, deformación y vibraciones en tuberías con posibilidad de conexión tanto a un sistema de detección de temperatura y tensión del cable de fibra óptica con objeto de monitorizar la salud estructural, como a un sistema de detección acústica para medir vibraciones generadas por fugas, turbulencias, flujos de agua o roturas. El licitador deberá indicar el número de fibras necesarias para cubrir ambos servicios, debiendo contar con un mínimo de 3 fibras.

**Cable tipo 4:** (DAS-túnel) para adquisición de medida de vibraciones y detección acústica, que debe ser sumergible y disponer de una armadura de acero y un recubrimiento de poliamida o similar que proteja a las fibras de posibles impactos asociados a desprendimientos de piedra, de mínimo 32 fibras ópticas.

**Cable tipo 5:** (DTSS) para adquisición de medidas de temperatura y deformación en infraestructuras como tuberías, presas y extensómetros con objeto de monitorizar la salud estructural y movimientos diferenciales. El licitador deberá indicar el número de fibras necesarias debiendo contar con un mínimo de 2 fibras.

### 3.3.2. Tendido del cable

A continuación, se describe la propuesta del tendido de cable para cada casuística, aunque el licitador podrá proponer otra solución mejorada en su oferta. En todo caso, el adjudicatario estudiará y acordará con la Dirección del proyecto por parte de Canal la solución más adecuada en cada situación.

#### LOTE 1

Para la medida de vibraciones con un sistema de interrogación DAS se requiere fibra óptica monomodo para toda la ruta de la tubería. Se considera la instalación de hasta 36 Km de cable sensor nuevo, de los cuales 20 km se instalarían en tubería que discurre por galería para el estudio de las condiciones de operación y la seguridad, 2 km con el mismo objetivo se dispondrían en tubería enterrada y 2 km con cable instalado en tritubo, 3 km estarían destinados al estudio de la seguridad perimetral de recintos con cable enterrado a poca profundidad, y 9 km a la detección de desprendimientos.

#### Tubería en galería

En el caso de tubería en galería para la detección de fugas y eventos TPI se instalará un máximo de 20 km de cable tipo 1. Se propone que el cable discurra adherido a la superficie de la tubería con material adhesivo de forma puntual cada cierta distancia para anclarlo a lo largo de cada trazado de estudio. No obstante, debe tenerse en cuenta que estos 20 km no serán instalados de manera continua ya que se prevé el empleo de un sistema interrogador itinerante que se desplace de manera que permita analizar seis zonas independientes de la red. Por ello, el cable será instalado en tramos de distinta longitud y será analizado en seis periodos de tiempo diferentes.

En cualquier caso, el licitador puede proponer en su oferta otros modos de instalación que consideren adecuados siempre que queden justificadas las ventajas de la solución o soluciones propuestas. Canal lo estudiará y aprobará la técnica de tendido más adecuada que sea acorde con los objetivos de medida planteados.

#### Tubería enterrada

En el caso de tubería enterrada se quiere estudiar un tramo de aproximadamente 1 km de la Arteria de aducción del Depósito de Soto II al Depósito de Miraflores, en Miraflores de la Sierra. Para ello se contemplan dos casuísticas de tendido distintas: cable directamente en zanja y cable en tritubo.

Se dispondrá cable tipo 2 cuando éste vaya instalado directamente en zanja, ya que deberá contar con un fleje o armadura de acero para evitar cualquier rotura de las fibras durante el proceso de instalación, y cable de tipo 1 cuando la instalación del tendido sea en tritubo.

En concreto se quiere estudiar un tramo de aproximadamente 1 km de la Arteria de aducción del Depósito de Soto II al Depósito de Miraflores, como se muestra en el esquema de la Figura 1 y en el plano del Anexo III. Se deberá abrir una zanja para llegar a la coronación de la tubería y se dispondrán tres cables: dos de ellos enterrados, paralelos a la traza de la tubería, pero a distinta distancia respecto a la misma, y otro en tritubo. Esto

permitirá que en caso de rotura de uno de los cables exista otro disponible, y además se podrán probar distintas disposiciones del cable respecto a la tubería e investigar sobre el mejor modo de instalación.

Para la ejecución de los trabajos será preciso un estudio previo de georadar que permita localizar la tubería antes de la realización de la zanja. Además, se deberá tener en cuenta que esta tubería discurrirá con distinta profundidad de enterramiento según el tramo, estimando una profundidad media de 1,6 m pero pudiendo alcanzar unos valores máximos de profundidad de zanja de unos 2,8 m, pudiéndose requerir entibación.

Si por motivos ajenos a Canal y al adjudicatario, no fuera posible ejecutar este trazado se elegiría otro con características similares previo estudio y aprobación consensuada entre Canal y el adjudicatario, sin que por ello varíe el presupuesto de los ítems de obra del Anexo II del PCAP.

El objetivo es validar la viabilidad de la monitorización con fibra óptica ante distintas casuísticas y determinar cuál es la capacidad de detección para cada modo de instalación:

- Se quiere validar el funcionamiento de la fibra siendo enterrada directamente en una zanja en el caso de la Arteria de aducción del Depósito de Soto II al Depósito de Miraflores, en una longitud de tubería de 1 km. Se estudiará el comportamiento de la fibra en contacto con la conducción de agua, a una distancia de entre 30 cm y 50 cm de la misma y en tritubo a distancia conocida respecto a la tubería. Además, se quieren estudiar diferentes posiciones respecto a la conducción, que deberán ser propuestas por el licitador. Al disponerse doble tendido de cable en cada trazado, y otro tramo en tritubo, la longitud total de cable a instalar será de 2 km de cable tipo 2 y 1 km de cable tipo 1.
- Además, se quiere comprobar la viabilidad de instalación de cable nuevo en tritubo ya existente dentro de la Comunidad de Madrid, con una longitud máxima de 1 km de cable tipo 1, para comprobar el comportamiento del sistema en estas circunstancias, ya que es la instalación habitual en Canal de Isabel II.
- Por otra parte, se quiere analizar la viabilidad de interconexión entre los tendidos nuevos de fibra para sensor con tecnología DAS y los existentes del área de telecomunicaciones. De este modo se abriría la posibilidad de extender y unir, los distintos puntos a medir con tecnología DAS, con el cableado ya existente.



Figura 1. Esquema del tendido sobre la Arteria de aducción del Depósito de Soto II al Depósito de Miraflores

En cualquier caso, el licitador puede proponer en su oferta nuevas soluciones que resulten de interés u otros modos de instalación que puedan resultar adecuados justificando su viabilidad.

#### **Perímetro de recintos**

Para estudiar la intrusión y la seguridad perimetral de recintos se dispondrá un nuevo tendido de cable tipo 2, de 3 km de longitud, que discurrirá enterrado directamente en una zanja con una profundidad máxima de 80 cm bordeando el perímetro de una instalación o depósito de Canal.

#### **Trasvase La Aceña-La Jarosa**

Se estudiarán las vibraciones generadas por los desprendimientos en el trasvase de La Aceña-La Jarosa con una longitud de unos 9 km de cable tipo 4 ya que deberá tener alta resistencia frente a los golpes y ser sumergible por la posible acumulación de agua en el interior del túnel. El cable deberá estar anclado en distintos puntos con resina epoxi o similar, debiendo evitar en todo caso la perforación en las paredes internas del túnel.

Además de lo anterior se deberán contemplar los dos siguientes escenarios:

#### **Escenario de laboratorio**

En el escenario de laboratorio se simularán distintos eventos sobre un tramo de tubería con un diámetro mínimo de 400 mm y una longitud máxima de 10 metros, así como el tendido de cable de tipo 2 correspondiente (según lo establecido en el apartado 3.3.1).

La instalación de la tubería y del sistema de detección deberá realizarse en un laboratorio ó instalaciones del adjudicatario.

El licitador deberá incluir en su oferta una propuesta detallada de pruebas a realizar en este escenario y el tendido más adecuado para cada caso, definiendo las condiciones específicas de cada ensayo y los parámetros a evaluar. Dichas pruebas deberán estar orientadas a verificar la capacidad del sistema para la detección de fugas, así como la magnitud mínima de fuga detectable en las condiciones simuladas.

La propuesta presentada por el licitador será revisada y deberá contar con la aprobación de la Dirección del proyecto de Canal antes del inicio de la fase experimental. Cualquier modificación o ajuste en las pruebas deberá ser validado previamente por Canal.

#### **Escenario de 4 pruebas extra**

Por último, deberá preverse la posibilidad de realizar este escenario adicional compuesto por un máximo de hasta cuatro pruebas extra, cuyo diseño y especificaciones serán definidos en función de las necesidades y requisitos que surjan durante el desarrollo del proyecto.

Para la valoración de estas pruebas, se deberá contemplar el suministro e instalación de hasta 10 km de cable tipo 2 (según lo establecido en el apartado 3.3.1), el cual puede estimarse que será tendido en zanja con una profundidad máxima de 80 cm como situación más desfavorable, y el traslado del sistema a un máximo de 4 emplazamientos diferentes en las instalaciones de Canal dentro de la Comunidad de Madrid.

Las condiciones específicas de cada una de las 4 pruebas, así como los criterios de evaluación y los parámetros a medir, deberán ser definidos por el adjudicatario y estarán sujetos a la aprobación de la Dirección del proyecto por parte de Canal antes de su ejecución.

### **LOTE 2**

Para la medida de deformación estructural (strain) y temperatura tanto en tuberías situadas en galerías como para el estudio de desplazamientos en presas se requieren fibras ópticas monomodo. Este cable debe incorporar una fibra ajustada para medir strain y como mínimo una fibra holgada para medir temperatura que compensa el

desplazamiento Brillouin (BFS) generado por efecto térmico. Esta fibra holgada deberá contar con suficiente sobrelongitud para evitar cualquier tipo de strain en la misma.

A continuación, se especifican las particularidades a considerar en cada evento que se debe monitorizar.

### **Escenario de Laboratorio**

En el escenario de laboratorio se simularán distintos eventos sobre un tramo de tubería con un diámetro mínimo de 400 mm y una longitud máxima de 10 metros. Para el tendido se empleará cable de tipo 3 (según lo establecido en el apartado 3.3.1) y la fijación a la superficie de la tubería debe realizarse con adhesivo estructural basado en resinas epóxicas o similar, que permita garantizar un perfecto anclaje en toda su longitud así como integración con este tipo de infraestructura.

La instalación de la tubería y del sistema de detección deberá realizarse en un laboratorio ó instalaciones del adjudicatario.

El licitador deberá incluir en su oferta una propuesta detallada de pruebas a realizar en este escenario, definiendo las condiciones específicas de cada ensayo y los parámetros a evaluar. Dichas pruebas deberán estar orientadas a verificar la capacidad del sistema para detectar deformaciones, así como la magnitud mínima detectable en las condiciones simuladas.

La propuesta presentada por el licitador será revisada y deberá contar con la aprobación de la Dirección del proyecto de Canal antes del inicio de la fase experimental. Cualquier modificación o ajuste en las pruebas deberá ser validado previamente por Canal.

### **Tuberías en galería**

Con el fin de evaluar la salud estructural y posible ovalación de conducciones de transporte en galería, se propone instalar tres cables sensores de fibra óptica en toda la longitud de la tubería a estudiar, dispuestos de tal manera que permitan conocer las deformaciones en la sección transversal de la tubería. Al menos uno de ellos debe ser cable híbrido de tipo 3, y los otros dos podrán ser cables de tipo 5. La fijación de todos estos cables sensores a la superficie de la tubería de la galería debe realizarse con adhesivo estructural basado en las resinas epóxicas o similar, que permita garantizar un perfecto anclaje en toda su longitud, integración con este tipo de infraestructura y durabilidad mínima acorde con el tiempo de vida de un cable de fibra óptica. Será valorable que la superficie exterior del cable favorezca la adherencia del cable a la superficie. La longitud máxima de tubería a monitorizar será de 6 km, por lo que la longitud necesaria de cable de acuerdo con la disposición descrita, será de 18 km.

No obstante, deberá tenerse en cuenta que las conducciones en galería van dispuestas sobre apoyos que pueden dificultar la instalación de los cables, por lo que el tendido definitivo a ejecutar por el adjudicatario estará sujeto a replanteo y aprobación por parte de la Dirección del proyecto de Canal.

### **Medida de temperatura**

Por otra parte, si en algún tramo se considera de interés y factible, se aprovechará para medir la temperatura en el cableado, pudiendo conectar con algún tramo de tendido existente en Canal que se encuentre en su proximidad. Para ello se deberán realizar todas las posibles tareas, conexiones y empalmes necesarios que garanticen la conexión de ambos tendidos y la continuidad al cable hasta la unidad interrogadora de sensado.

### **Presa de Valmayor**

Se contemplan dos escenarios diferenciados con distinta disposición del cable, que partirán de un único equipo interrogador con dos canales. Se propone que, de la bandeja de empalmes para la conexión de las fibras ópticas de los cables sensores con la unidad de interrogación salgan dos cables de aproximación, con cable tipo 5, hacia los dos escenarios a monitorizar: (1) la galería/viga y (2) las perforaciones, y cada escenario se estudiará con un cable sensor tal y como se indica a continuación.



En cualquier caso, el licitador podrá proponer una solución mejorada siempre que se cumplan los objetivos perseguidos y sea suficientemente justificada. En todo caso, la solución de instalación definitiva a ejecutar por el contratista estará sujeta a replanteo y deberá ser aprobada por el director del proyecto por parte de Canal.

- Monitorización de la galería/viga: Se analizará el desplazamiento la presa mediante la monitorización de un tramo de 200 m de una galería interior en diferentes puntos para estudiar el movimiento relativo entre ellos. Se precisará una longitud total de 1 km de cable tipo 5, que se dispondrá en una roza de unos 10x10 mm a ejecutar por el contratista en la superficie de hormigón donde haya que fijar el cable (tanto la viga que se monitorizará como la galería son de hormigón), sobre un lecho de adhesivo estructural epóxico o similar y recubierto por el mismo material. El cable pasará por 5 puntos de la sección de la galería tal y como se presenta en la figura 2.

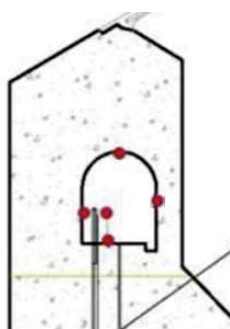


Figura 2. Puntos a monitorizar según una corte transversal de la presa

El tendido de cable sensor que se propone es el representado en la figura 3, empezando con un primer tramo por el lateral de la galería, para continuar en un segundo tramo por la clave y seguir por la viga a pie de galería hasta 3 tramos adicionales. En total 5 tramos de 200 m conectados en los extremos mediante las cajas de empalme correspondientes, de tal manera que se permita dar continuidad a las fibras ópticas del cable sensor, según se observa en el esquema.

Adicionalmente, debe contemplarse también 1 km para el tendido de cable de fibra óptica de aproximación a la galería.

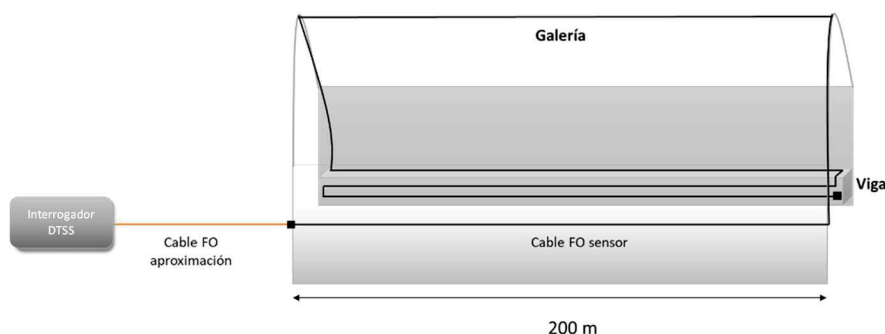


Figura 2. Propuesta de tendido longitudinal del cable en la galería de la Presa

- Monitorización de las perforaciones: Monitorización de deformaciones en 2 puntos de la presa que habitualmente son detectables por un extensómetro y que, en este caso, se pretende medir con un cable sensor de fibra óptica.

Se propone el empleo de un cable sensor de fibra óptica independiente con estructura de cable tipo 5, que se conectará al segundo canal del equipo interrogador. Se propone instalar un cable de aproximación hasta cada una de las perforaciones de los extensómetros, y a continuación se dispondrán unas cajas de empalme para conectar con los cables sensores de cada una de las perforaciones de acuerdo con el esquema de la figura 4.

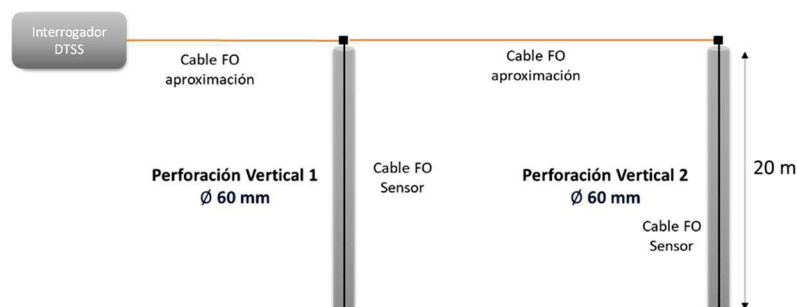


Figura 4. Propuesta de esquema de monitorización en extensómetros de la presa.

En este caso el contratista deberá ejecutar dos perforaciones de 20 m de longitud y 76 mm de diámetro, y se empleará un material adhesivo como lechada de bentonita -cemento o similar para rellenar por colada toda la perforación con el cable sensor desplegado ya en el interior. Deben tenerse en cuenta la viscosidad del adhesivo y su capacidad de curación para que el tendido sea adecuado. Este adhesivo debe permitir integrar el cable sensor a la estructura y de este modo se podrán detectar las potenciales cargas de tracción y compresión que se puedan generar.

### 3.4. Arquitectura del sistema. Sistema de monitorización y detección de eventos

La arquitectura de los sistemas de monitorización, tanto los de condiciones de operación en tuberías y seguridad del Lote 1 como los de salud estructural y calidad del agua de tuberías y el de la presa del Lote 2, son independientes y se describen a continuación.

Cada sistema de interrogación sea DAS o DTSS se compone de una unidad de interrogación (UI), una unidad de procesamiento de datos (UP) que permite procesar las medidas obtenidas e interpretarlas mediante los algoritmos correspondientes (detectores automáticos de fugas y eventos TPI, umbralización de eventos de deformación, etc), un servidor para el almacenamiento de trazas y, finalmente, una unidad de control (UC) que, mediante el software correspondiente debe permitir visualizar las medidas, el estado del sistema y representar las alertas recibidas en un GIS.

Adicionalmente, se debe dotar al sistema de elementos auxiliares como un switch ethernet para la conectividad de todos los elementos, un sistema de gestión de la alimentación para un apagado ordenado en caso de fallo en la alimentación y un router ethernet para la supervisión remota del sistema a través de consola remota conectada a internet.

Además, el sistema deberá permitir la comunicación con servidores centrales y/o sistemas SCADA, lo que posibilitará la automatización y el control de los equipos de medición DFOS y la visualización remota del estado del activo que se está monitoreando, así como la gestión de los eventos de alarma.

La conexión de las fibras ópticas de los cables sensores con las unidades de interrogación se deberá realizar en una bandeja de empalmes de fibra óptica sin conectores para evitar cualquier tipo de reflexión.

Las empresas licitadoras deberán aportar las especificaciones de los equipos que incluyen en su oferta, teniendo en cuenta que existen algunas particularidades para cada lote, tal y como se describe a continuación:

#### LOTE 1



El sistema del Lote 1 está basado en dos equipos de interrogación DAS y todos los módulos hardware y software necesarios para cumplir los requerimientos del sistema en dos ubicaciones diferenciadas, siendo:

- Un equipo de interrogación itinerante para el sistema de monitorización y detección de eventos en tubería e instalaciones de Canal, que debe ser compacto y encapsulado para poder ser trasladado a 6 escenarios distintos, con al menos un canal y capacidad de escaneado mínima de 20 km por canal. Este equipo será empleado a su vez para el escenario de laboratorio y el de 4 pruebas extra.
- Un equipo de interrogación fijo para el sistema de detección de desprendimientos en el trasvase La Aceña-La Jarosa, con al menos un canal y capacidad de escaneado mínima de 10 km por canal.

Los requerimientos específicos del sistema están especificados en el Anexo 1. Requisitos técnicos del Lote 1.

## LOTE 2

El sistema del Lote 2 está basado en dos equipos de interrogación DTSS y todos los módulos hardware y software necesarios para cumplir los requerimientos del sistema en dos ubicaciones diferenciadas, siendo:

- Un equipo de interrogación para el sistema de monitorización y salud estructural de tuberías en galerías de Canal con al menos un canal y capacidad de escaneado mínima 30 km por canal, que además detecte la temperatura en el trazado que se especifique al inicio del contrato. De forma previa a su instalación en campo, se empleará este equipo para el escenario de laboratorio.
- Un equipo de interrogación para el estudio de salud estructural de la presa de Valmayor con al menos 2 canales y capacidad mínima de escaneado de 10 km, para la monitorización de la galería y extensómetros.

Los requerimientos específicos del sistema están especificados en el Anexo 2. Requisitos técnicos del Lote 2.

### 3.5. Cumplimiento de requisitos técnicos

Como se ha comentado en el apartado anterior, adicionalmente a los requerimientos ya enunciados dentro del alcance de los trabajos, en los Anexos 1 y 2 se establecen con detalle los requisitos técnicos a cumplir por los sistemas propuestos en cada uno de los lotes respectivamente.

## 4. FASES DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos consistirán de forma esquemática en seis módulos principales cuyas tareas se pormenorizan a continuación para ambos lotes, especificando algunos detalles concretos para cada lote:

1. Planificación del trabajo.
2. Elaboración del Plan de Seguridad y Salud.
3. Recopilación de datos de partida, selección de zonas de estudio y Plan de Trabajo.
4. Instalación de los equipos y el tendido en cada zona de estudio, incluidos los escenarios de laboratorio.
5. Puesta en marcha en cada zona de estudio.
6. Simulación de eventos en cada zona de estudio.
7. Seguimiento y mantenimiento en cada zona de estudio.
8. Informe final.
9. Sesiones formativas para manejo del servicio.

### 4.1. Planificación del trabajo

A partir de la firma del contrato, el adjudicatario deberá preparar la documentación relativa a la planificación del proyecto, para que la Dirección del proyecto por parte de Canal la pueda revisar y aprobar de forma previa al inicio de los trabajos. Esta Propuesta de Planificación del Trabajo deberá contener:

- Metodología detallada a seguir en el desarrollo de las distintas fases del servicio y tratamiento de la información.
- Planificación de trabajo y cronograma donde se señalen plazos, hitos y fechas para la realización de las distintas fases del servicio.
- Relación de personas implicadas.

El licitador deberá incluir en su oferta una propuesta de planificación de las tareas y cronograma.

#### 4.2. Plan de Seguridad y Salud

El adjudicatario deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud que garantice la seguridad de los trabajadores y el cumplimiento con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud para todas las actividades que se recogen en este Pliego. El Plan debe ser elaborado antes de comenzar las actividades, y debe incluir tanto la evaluación de los riesgos como la identificación de las medidas preventivas y correctivas que se deberán aplicar para la ejecución del Plan.

#### 4.3. Recopilación de datos de partida, selección de zonas de estudio y Plan de Trabajo

A partir de la firma del Acta de Inicio el licitador dispondrá de toda la información necesaria para el desarrollo de los trabajos al inicio del proyecto:

- Sistema de Información Geográfica (SIG) corporativo GAMBA de las zonas de interés, donde queda representada su red de distribución y transporte y los elementos que la integran en formato ArcGIS® 10.8.1 de ESRI o posterior, e incluye información de las características físicas, hidráulicas y topológicas de la red.
- Trazado de la fibra óptica instalada en Canal para las zonas de interés.

En este momento también se identificarán las zonas de estudio para cada uno de los lotes y el trazado específico de tuberías a monitorizar. En el caso particular del Lote 1, se deberán identificar al menos 6 zonas distintas para el empleo de un sistema interrogador itinerante que se desplace, instale y calibre en cada caso.

Además deberá planificarse el trabajo para los escenarios de laboratorio de cada uno de los lotes.

Toda la información será puesta a disposición del contratista en las condiciones y reservas de confidencialidad expuestas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato.

El sistema o software de gestión deberá incorporar toda la información independientemente del modo en el que Canal de Isabel II decida finalmente proporcionar el acceso a la información al adjudicatario.

Con toda la información el adjudicatario de cada Lote deberá elaborar un Plan de Trabajo en el que se recojan estas zonas de estudio y los escenarios de laboratorio. Además, debe incorporar el cronograma de tareas donde figure el periodo de monitorización estimado en cada zona de análisis para la correcta consecución de los objetivos de cada lote en el plazo del contrato.

En el caso particular del Lote 1, este Plan de Trabajo debe prever tiempo suficiente para la realización del escenario de 4 pruebas extra, que serán definidas durante la realización del proyecto.

#### 4.4. Instalación en cada zona de estudio

Una vez seleccionadas las zonas de estudio y tras un análisis en profundidad de las particularidades de las distintas infraestructuras a estudiar, se procederá a la fase de instalación de los equipos y el tendido del cableado para cada una de las zonas. Para ello el adjudicatario deberá elaborar previamente para cada zona de estudio una Memoria de preparación del proyecto e ingeniería, cronograma y proyecto de instalación que debe ser aprobado por Canal.

En el caso particular del Lote 1, la instalación deberá ser realizada de forma consecutiva para el escenario de laboratorio y cada una de las 6 zonas de estudio, de manera que puedan ser analizadas con un único equipo interrogador itinerante que se irá trasladando a cada una de ellas durante el periodo de tiempo necesario para su estudio. Una vez finalizadas estas pruebas deberá procederse al desarrollo del escenario de 4 pruebas extra en función de las necesidades que hayan surgido durante el proyecto.

En el caso particular del Lote 2, se deberá comenzar con el escenario de laboratorio de manera que el equipo interrogador pueda ser trasladado posteriormente para la monitorización de la salud estructural de tuberías de forma permanente.

Los trabajos de instalación incluirán para cada zona:

- Proyecto de instalación para las localizaciones en las que se implementarán los sistemas: diseño de ingeniería, dibujos y documentos de construcción, plan de instalación, procedimientos de prueba y puesta en servicio, y documentación de sistemas. Como se ha indicado anteriormente, esta documentación elaborada por el adjudicatario deberá ser revisada y aprobada por la Dirección del proyecto de Canal antes de la instalación de los equipos.
- Instalación física de los equipos en cada zona de estudio.
- Instalación del cableado en cada circunstancia específica.
- Conexión de los equipos al cable de fibra óptica.
- Conexión a los sistemas de alimentación.
- Calibración y georreferenciación de puntos a lo largo de la fibra.
- Configuración de los sensores y zonas del sistema.

En esta fase el adjudicatario deberá aportar la mano de obra y elementos de fijación del cable tales como grapas, resinas etc. También deberá realizar todos los trabajos necesarios para preparación de superficies de la infraestructura y cualquier tipo de actuación como realización de roza, perforaciones a rotación en hormigón con extracción continua de testigo, e inyección del material adhesivo necesario para instalación del cableado.

Además, el adjudicatario deberá realizar las conexiones, empalmes y fusiones pertinentes entre bobinas para la continuidad del cable en todo el trazado así como todos los elementos necesarios para unir las fibras del cable de nuevo tendido con cualquier tendido de cable existente en la zona de estudio y suministrar todos los repuestos y consumibles herramientas especiales.

#### 4.5. Puesta en marcha en cada zona de estudio

Tras la instalación comenzará la fase de puesta en marcha para cada zona de estudio, que deberá contemplar las pruebas y calibración necesarias para confirmar la viabilidad de puesta en servicio del sistema.

El adjudicatario deberá aportar los equipos de prueba para la puesta en marcha del sistema, y todos los procedimientos deben perseguir la maximización de la detección de eventos específicos y al mismo tiempo garantizar que el ruido de fondo general no cree una situación de alarma.

En cuanto a la documentación, habrá un conjunto integral de procedimientos para respaldar y controlar los procesos de trabajo necesarios para garantizar la ejecución eficiente de las pruebas. Los documentos requeridos como mínimo son los siguientes:

- Procedimientos de prueba específicos del proyecto (para todas las pruebas formales).
- Procedimiento de control de revisiones de software.
- Procedimiento de gestión de cambios del sistema.

Todos los procedimientos de prueba se agruparán en un Plan de pruebas de recepción, y deberán enviarse a la Dirección del proyecto por parte de Canal para su aprobación antes del comienzo de las pruebas internas del adjudicatario. La prueba no procederá sin el Plan de pruebas aprobado por Canal.

El adjudicatario deberá realizar una inspección previa al encendido del equipo para garantizar que esté completo, que no se hayan producido daños durante el envío y que todos los sistemas de protección de seguridad especificados estén en su lugar y en funcionamiento.

El adjudicatario, propondrá un conjunto de pruebas que permitan la comprobación de la puesta en marcha de las instalaciones realizadas en cada zona de estudio.

El diseño de las pruebas de recepción debe ser suficientemente completo para que garantice:

- La fiabilidad de los eventos.
- La sensibilidad de los mismos.
- La precisión geográfica del evento.

La oferta debe incluir el Estudio preliminar del Plan de pruebas de recepción. No obstante, éste puede ser modificado por razones técnicas, tanto por el adjudicatario como por el propio Canal.

Una vez realizadas las comprobaciones de puesta en marcha, el adjudicatario deberá elaborar una Memoria de puesta en marcha, instalación y ejecución, que deberá ser aprobada por la Dirección del proyecto de Canal, donde se recojan las tareas realizadas, así como la metodología e información necesaria para el manejo de los datos e integración, así como los resultados esperados.

#### 4.6. Simulación de eventos en cada zona de estudio

A lo largo del contrato el sistema irá recopilando información de todos los eventos que ocurran.

No obstante, el licitador de cada Lote debe presentar en su oferta una propuesta de pruebas para el Escenario de Laboratorio, definiendo las condiciones específicas de cada ensayo y los parámetros a evaluar según los objetivos perseguidos. Esta propuesta será un entregable del proyecto y debe ser validada y aprobada por Canal antes de su aplicación.

Además, el adjudicatario del Lote 1 deberá elaborar un Plan de simulación de eventos en cada zona al inicio del contrato que deberá ser aprobado por la Dirección del proyecto de Canal.

En su oferta, el licitador del Lote 1 deberá incluir el contenido de este Plan, que como mínimo deberá abarcar:

- Metodología propuesta, que utilice alertas inyectadas sintéticamente y en caso de proponerlo en su oferta, una unidad de simulación de fugas para verificar/probar la detección y ubicación de fugas en la tubería.
- Caracterización del umbral mínimo de caudal de detección de fugas en diversas condiciones de ruido.
- Metodología para simulación de amenaza de impacto con herramientas mecánicas: compactadora, taladro, martillo mecánico, retroexcavadora, pala mecánica etc...
- Metodología para detección de movimientos de ondas en la tubería.

#### 4.7. Seguimiento y mantenimiento

Durante el tiempo que dura el contrato, el adjudicatario de cada Lote deberá acometer tareas de seguimiento del proyecto y de mantenimiento del sistema en las instalaciones en que se esté realizando la monitorización.

Será responsabilidad de la empresa adjudicataria:

- El registro y seguimiento de la información, analizando las limitaciones o problemas de estos.
- La adaptación al Sistema de Información Geográfico de Canal de Isabel II.
- La transferencia segura y de manera automática de todos los datos.
- El entrenamiento, ajuste y validación de algoritmos con los datos de Canal de Isabel II.
- Supervisión del correcto funcionamiento del servicio y revisión y/o adaptación del sistema para solventar problemas.

- La correlación de alarmas con el Sistema de Información Geográfica (SIG) corporativo GAMBA.
- La realización de informes mensuales que deberán ser aprobados por la Dirección del proyecto de Canal con los principales eventos registrados.
- Mantenimiento de los sistemas instalados, tanto máquinas físicas, como programas y algoritmos,
- Monitorización remota de los sistemas interrogables.
- Actualización del software, parches y actualización de algoritmos. A la finalización del contrato el adjudicatario entregará las últimas actualizaciones de software y algoritmos relacionados con el objeto del contrato.

Además, se realizarán reuniones trimestrales entre Canal de Isabel II y el adjudicatario en las que se analizará y se hará un diagnóstico del funcionamiento de cada uno de los sistemas del servicio, y se evaluará la posibilidad de introducir pequeños ajustes o modificaciones.

De forma periódica se deberán realizar las siguientes tareas de mantenimiento, con la periodicidad que se acuerde necesaria o en caso de eventos inesperados particulares:

- Inspección visual del cable: incluyendo la ausencia de daños en los elementos protectores del cable y la existencia de holgura suficiente en los tramos transitorios que lo requieran.
- Inspección visual de terminaciones y conexiones: incluyendo la ausencia de holguras en las uniones mediante conectores y la ausencia de quemados, arañazo o restos de suciedad en la férula.
- Inspección visual de sistema de alimentación y cableado, incluyendo:
  - Correcto estado y ajuste del interrogador o unidad de control, fuentes de alimentación, interruptores magnetotérmicos y descargador de sobretensiones.
  - Correcto estado del cableado eléctrico verificando que no existen terminales mal ajustados, desconectados o daños en la cubierta de los cables.
- Inspección de los interrogadores, verificando el correcto nivel de potencia de las señales generadas.
- Inspección de las unidades de control, verificando la comunicación de la unidad interrogadora y la unidad de comunicación en cada caso.
- Trabajos de reparación, si proceden, como resultado de la inspección del cable o de los equipos.

En el caso del Lote 2 se deberán realizar adicionalmente las siguientes comprobaciones:

- Inspección visual del cable:
  - Ausencia de separación entre cable y estructura.
  - Ausencia de defectos en el pegamento como delaminaciones o burbujas.

Una vez puesto en marcha el sistema, el adjudicatario de cada Lote deberá realizar informes mensuales de seguimiento en los que se recopile la información relativa a las alarmas e incidencias registradas en el mes transcurrido, con la caracterización y descripción de los eventos reconocidos y su correlación con los eventos realmente acontecidos (incidencias, averías), así como posibles correcciones del sistema de detección.

Asimismo, el adjudicatario de cada Lote deberá presentar un informe con las conclusiones del Escenario de Laboratorio, y en el caso particular del Lote 1 en el que se prevé un Escenario de 4 pruebas extra, el adjudicatario deberá presentar un informe particular para cada una de las 4 pruebas extra desarrolladas.

El licitador deberá incluir en su oferta una propuesta de Plan de seguimiento y mantenimiento.

#### **4.8. Informe final**

Al final del contrato, los resultados y conclusiones del trabajo de cada Lote serán presentados por el adjudicatario en un informe final, donde al menos debe figurar información relevante como:

- Resumen de trabajos realizados.

- Información sobre el sistema y arquitectura empleada: metodología, configuración de cada herramienta, etc.
- Resultados e incidencias, con análisis específico para cada zona de estudio.
- Capacidad de implementación a gran escala.
- Estudio de viabilidad económica y estimación de costes de implementación a gran escala.
- Conclusiones.

El contenido de este informe deberá ser detallado en la oferta que presente cada licitador.

#### 4.9. Sesiones formativas para manejo del servicio

El adjudicatario de cada Lote deberá presentar en su oferta un plan de formación, en el que se incluya un calendario para cada perfil de usuario identificado.

Los contenidos mínimos a incluir son:

1. Fundamentos de los sistemas de sensorización con tecnología DFOS (Distributed Fiber Optic Sensing) considerados en cada Lote.
2. Arquitectura del sistema:
  - a. Escenarios de estudio.
  - b. Descripción general del sistema.
  - c. Cables sensores.
  - d. Sistemas de interrogación, postprocesado y registro de trazas.
  - e. Consola del sistema.
  - f. Acceso remoto.
3. Operación del Sistema.
  - a. Arranque y acceso al sistema.
  - b. Descripción de las vistas de cada consola: alertas recibidas, GIS, trazas, inventario.
  - c. Estado del sistema.
  - d. Interpretación de las gráficas del sistema.
  - e. Alarmas automáticas.
  - f. Análisis forense: registro y reproducción de trazas almacenadas.
4. Resolución de problemas del sistema.
5. Simulación de alertas y respuesta del sistema.

Inicialmente se impartirán 6 horas de formación a nivel usuario para cada Lote tras la implantación del sistema. Posteriormente, dado que cada sistema debe ser manejado en un futuro por personal de Canal, se requerirán las siguientes jornadas formativas por parte del adjudicatario al final del contrato, para que los usuarios se familiaricen con el sistema sin necesidad de tener conocimiento de experto informático/desarrollador:

- Lote 1: 4 jornadas formativas de 6 horas.
- Lote 2: 3 jornadas formativas de 6 horas.

Asimismo, deberá prepararse un documento práctico para manejo del servicio por parte del personal de Canal. La formación se realizará en las oficinas de Canal de Isabel II, a no ser que la Dirección del Contrato apruebe que la formación sea totalmente o en parte online.

## 5. PRODUCTOS ENTREGABLES

El desarrollo de los trabajos de este servicio de gestión, como se ha comentado en el alcance, para la metodología propuesta, incluye una serie de entregables. Sin embargo, podría incluir otros distintos u otros formatos a definir por el licitador.

En su oferta, el licitador listará todos los entregables definidos para el servicio ofertado, con descripción de sus alcances y periodicidades.

Como mínimo serán objeto del contrato los siguientes entregables:

- Propuesta de Planificación del Trabajo que deberá incluir:
  - Metodología detallada de la tecnología a emplear, describiendo las fases del servicio.
  - Planificación del trabajo y cronograma.
  - Propuesta de instalación/tendido de cable para cada casuística.
- Plan de Seguridad y Salud.
- Plan de Trabajo en el que se recojan los escenarios de estudio y cronograma de tareas de cada zona.
- Proyecto de instalación para las localizaciones en las que se implementarán los sistemas.
- Plan de pruebas de recepción.
- Memoria de puesta en marcha, instalación y ejecución.
- Plan de simulación de eventos del Lote 1, incluyendo:
  - Metodología propuesta, y si procede, la propuesta de un sistema de simulación de fugas.
  - Caracterización del umbral mínimo de caudal de detección de fugas.
  - Metodología para simulación de amenaza de impacto con herramientas mecánicas.
  - Metodología para detección de movimientos de ondas en la tubería.
- Propuesta de pruebas para el Escenario de Laboratorio.
- Propuesta de pruebas extra para el Lote 1.
- Informe del Escenario de Laboratorio.
- Informes de seguimiento de eventos mensuales.
- Informes de las 4 pruebas extra para el Lote 1.
- Informe final del estudio, incluyendo resumen ejecutivo y conclusiones.
- Documento práctico para manejo del servicio por equipo de Canal.

## 6. CONTENIDO DE LA OFERTA TÉCNICA

Los licitadores de cada Lote deberán presentar en sus ofertas técnicas detalle de la metodología propuesta para cada una de las fases de los trabajos, software de proceso de la información, plataformas de gestión o cualquier herramienta que propongan utilizar. Además, deberá especificar cómo se ajusta el sistema propuesto a los requisitos técnicos, la propuesta de tareas y la dinámica que será necesaria para el estudio de la casuística planteada en Canal.

Los licitadores redactarán los siguientes documentos para cada Lote ofertado:

- Propuesta de las tareas y cronograma.
- Memoria técnica: que incluya tanto las prestaciones y especificaciones de los equipos y el cableado propuesto, como el alcance, funcionalidad completa, y la arquitectura del sistema para el registro, envío, gestión y procesado de la información, incluyendo la metodología propuesta para la detección de eventos.
- Propuesta de solución a las distintas casuísticas planteadas en cada Lote, indicando el modo de instalación/tendido de cable para cada caso o la posible solución mejorada justificando su viabilidad.
- Estudio preliminar del Plan de pruebas de recepción.
- Plan de simulación de eventos para el Lote 1, incluyendo la propuesta de un sistema de simulación de fugas si procede.
- Propuesta del Plan de pruebas para el Escenario de Laboratorio.
- Plan de seguimiento y mantenimiento.
- Propuesta de contenido de Informes parciales.
- Propuesta de contenido del Informe Final.
- Plan de formación.
- Listado de documentos y productos entregables.



## 7. INICIO DE LOS TRABAJOS.

Como se ha indicado en el apartado 4.1, en el plazo de tres semanas a partir de la firma del contrato, el adjudicatario deberá presentar la siguiente documentación:

- Planificación del trabajo y cronograma donde se señalen plazos, hitos y fechas concretas para la realización de las distintas fases del servicio.

En el plazo de dos semanas, el director del proyecto por parte de Canal aprobará este informe o indicará los cambios necesarios antes de iniciar el trabajo.

Durante el proyecto se presentarán informes parciales de las tareas realizadas tal y como se ha indicado en el apartado de alcance de los trabajos y a la finalización del proyecto un informe final con el resumen ejecutivo y conclusiones, todos ellos cumpliendo los plazos y fechas acordadas en la planificación del trabajo.

Los informes se presentarán en formato Word y PDF. Las tablas y gráficos que se presenten en formato Excel o Access, y los mapas y resultados georreferenciados, se presentarán en formato Geodatabase ESRI, compatible con el GIS de Canal de Isabel II (ArcGis 10.8.1)

## 8. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

El adjudicatario emitirá una factura mensual por los servicios prestados.

Propuesta de pagos:

- Pago 1: Preparación del proyecto e ingeniería: Entrega de memoria, cronograma y proyecto de instalación de cada zona.
- Pago 2: Seguridad y Salud.
- Pago 3: Escenario de Laboratorio con informe de conclusiones.
- Pago 4: Instalación del sistema y obra civil (por km instalado).
- Pago 5: 80% de electrónica y software con la puesta en marcha.
- Pago 6: Informes mensuales de seguimiento.
- Pago 7: Pruebas extra con informe de conclusiones.
- Pago 8: Soporte técnico anual.
- Pago 9: Informe final.
- Pago 10: 20% de electrónica y software al fin del contrato.
- Pago 11: Sesiones formativas.

## 9. MEDIOS HUMANOS

El adjudicatario nombrará un Responsable del proyecto, que deberá contar con experiencia en trabajos similares, como se señala en el apartado 5.2.1. del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El adjudicatario dedicará a la realización del servicio contratado un equipo de trabajo, para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido.

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



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 Canal con la suficiente antelación y se reemplazará el recurso por otro de igual o superior categoría. El cambio propuesto deberá ser autorizado por la dirección de los trabajos de Canal.

Las ofertas indicarán toda la información, documentación y colaboración que precisen por parte de Canal de Isabel II para la realización de los trabajos objeto de cada Lote de este pliego, entendiendo que todo lo que no se indique expresamente en la oferta, o no se considere necesario para alcanzar el resultado corre a cargo de la empresa adjudicataria.

Independientemente de las reuniones especificadas en el apartado 4.4, se programarán reuniones entre el adjudicatario y la Dirección del proyecto del Canal de Isabel II con una periodicidad al menos mensual, para el seguimiento de la ejecución de los trabajos.

## 10. SEGURIDAD INFORMÁTICA

La adquisición de software deberá atender a lo que indique el servicio de sistemas informáticos de Canal. Las eventuales auditorías de seguridad informática y de protección de datos que se generen, no comprometerán los plazos de ejecución del trabajo contratado. En cualquier caso, al final del contrato toda la información generada quedará a disposición de Canal en un formato accesible a las herramientas de Canal en tal fecha (que hoy se basan en el paquete Office 365).

1. El adjudicatario dispondrá de las siguientes figuras, estando debidamente recogidas y documentadas, y siendo personas distintas; tal y como establece el artículo 13.5 en su apartado 5 del RD 311/2022, de 3 de mayo, por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad (en adelante ENS) conforme a lo indicado en el punto RS de la PARTE II.

- Responsable de Seguridad.
- Responsable del Proyecto.

2. El adjudicatario garantizará, en ejecución el proyecto, que el servicio objeto de contratación por parte de Canal de Isabel II (en adelante, el Servicio) tendrá implementados los siguientes requisitos de seguridad:

- Toda conectividad hacia cualquier plataforma en nube se realizará a través de APNs privados de Canal de Isabel II cuyo direccionamiento esté configurado en los sistemas corporativos de control de acceso a Internet.
- Al tratarse de una prueba de validación avanzada, no tendrá conectividad ninguna con sistemas OT de Canal de Isabel II.
- El acceso al Servicio se producirá exclusivamente bajo protocolos seguros que cifren de forma robusta todos los datos transmitidos entre el cliente y el servidor, con el objeto de garantizar su confidencialidad, integridad y disponibilidad (por ejemplo, uso exclusivo de TLS 1.2 o superior, y utilizando sólo suites de cifrado robustas (ni débiles ni vulnerables)).
- Los datos propiedad de Canal de Isabel II almacenados en los sistemas de información que soporten la prestación del Servicio, deberán estar segregados de forma física y/o lógica de los de cualquier otro cliente que haga uso del servicio, no siendo accesibles más que por los usuarios expresamente autorizados por Canal de Isabel II.
- Todos los datos propiedad de Canal de Isabel II gestionados en los sistemas de información que soporte la prestación del Servicio estarán cifrados (cifrado completo o cifrado del dato), utilizando para ello un cifrado robusto, es decir, altamente resistente a ataques de criptoanálisis.

- Todos los datos de autenticación en el Servicio de todos los usuarios se almacenarán mediante el uso de funciones criptográficas seguras, conjuntamente con la obligación de utilizar contraseñas complejas (longitud mínima de 10 caracteres, con obligatoriedad de utilizar caracteres alfanuméricos (mezcla de mayúsculas, minúsculas y números) y no alfanuméricos (por ejemplo, signos de puntuación y ortográficos), de establecer un periodo máximo de vigencia y validez de las contraseñas (por ejemplo, un máximo de 60 días) y de implementar un histórico de contraseñas (por ejemplo, un mínimo de 6).
- En caso de que el Servicio haga uso de Web Services que puedan ser consumidos desde Canal de Isabel II, estos deben estar securizados a nivel de mensaje, especificando la forma de firmar y cifrar los mensajes de tipo SOAP, a través de la especificación WS-Security. Por tanto:
  - a. Los servicios deben estar autenticados, preferentemente con WS-Security Tokens
  - b. Los usuarios deben ser autenticados vía SAML 2.0.
  - c. La integridad de la información ha de estar garantizada a través del uso de protocolos seguros (HTTPS 1.2 o superior) o vía WS-Signature.
  - d. El no repudio debe estar garantizado a través del uso de WS-Signature o WS-Addressing.
  - e. La confidencialidad de la información ha de estar garantizada a través del uso de protocolos seguros (HTTPS 1.2 o superior) o vía WS-Encryption.
  - f. Debe hacerse uso de una política de seguridad (WS-Policy).
- El Servicio deberá contemplar la posibilidad de habilitar al menos un segundo factor de autenticación (2FA) resistente a ataques de phishing, con el objeto de garantizar la identidad de los usuarios. Como medida compensatoria a este requisito, el servicio tendrá obligatoriamente la posibilidad de restringir el acceso exclusivamente a los rangos y/o direcciones IP indicadas por Canal de Isabel II.
- Todos los formularios del Servicio, incluidos los de inicio de sesión, tienen que estar protegidos contra ataques de fuerza bruta.
- Todas las funciones del Servicio relacionadas con la autenticación, la gestión de las sesiones y la autorización (control del acceso) tienen que haber sido auditadas contra estándares de seguridad internacionalmente reconocidos (por ejemplo, OWASP, WASC) para comprobar que existen y que han sido implementadas correctamente.
- El Servicio almacenará de forma segura (garantía de acceso, recuperación y no modificación) y se revisará de forma regular el registro de eventos de las actividades de los usuarios (errores y eventos de seguridad). Estos registros deberán mantenerse al menos durante un (1) año. El adjudicatario debe evitar por tanto la destrucción de los eventos, tanto como consecuencia de acciones internas o externas, intencionadas o no.
- En el caso de que el Servicio implique la utilización de sistemas o modelos de Inteligencia Artificial, el adjudicatario deberá cumplir con lo dispuesto en el RIA o Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial, y normativa de desarrollo, tanto la vigente en el momento del contrato como la que pudiera ser de aplicación durante la duración del mismo y, en todo caso, deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - a. Asignará e indicará a Canal de Isabel II quien tiene las funciones y responsabilidades técnicas y operativas y proporcionará la dirección y apoyo claros sobre el uso de los sistemas de IA y la aplicación de la ley de protección de datos.
  - b. En el caso de que se traten datos de categoría especial, en aplicación del art. 10.5 letra f) del RIA, “los registros de las actividades de tratamiento de conformidad con los Reglamentos (UE) 2016/679 y (UE) 2018/1725 y la Directiva (UE) 2016/680, deben incluir las razones por las que el tratamiento de categorías especiales de datos personales es estrictamente necesario para

detectar y corregir sesgos, y por las que ese objetivo no puede alcanzarse mediante el tratamiento de otros datos. Se solicita al proveedor explicación de tales razones.

- c. Documentará las finalidades para el uso de datos personales en cada etapa del ciclo de vida de la IA, y en caso de que se utilizaran para otras finalidades distintas a las originalmente definidas, aportará evaluación analizando si son compatibles con la finalidad originalmente perseguida. Cada una de dichas etapas, en su consideración individualizada, deberá cumplir con los requisitos del RGPD en materia de privacidad. A modo de ejemplo, para facilitar esta información, el adjudicatario puede utilizar la tabla del ciclo de vida del dato de la ISO 29134:2017.

Fase del ciclo de IA: [CONCEPCIÓN/ DISEÑO Y DESARROLLO/ VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN/ DESPLIEGUE/ OPERACIÓN Y MONITORIZACIÓN/ REEVALUACIÓN/ RETIRADA]				
	Interesado	Responsable	Encargado	Tercero
Recogida				
Almacenamiento				
Uso				
Transferencia				
Eliminación				

- d. El adjudicatario garantizará que cuenta con una base de legitimación válida para tratar datos personales en cada una de las fases.
- e. El adjudicatario garantizará que se han aplicado técnicas de desidentificación a los datos de entrenamiento antes de extraerlos de su fuente y compartirlos con Canal de Isabel II. En caso de no aplicar tales técnicas, el adjudicatario garantiza que dichos datos han sido obtenidos lícitamente.
- f. El adjudicatario entregará, mediante una evaluación de impacto (EIPD), las diferentes formas en que el sistema de IA podría generar resultados discriminatorios, erróneos o injustificado, incluyendo en ese caso medidas técnicas y organizativas adecuadas para mitigar o gestionar esos riesgos de manera continua.
- g. El adjudicatario documentará y evaluará los requisitos de aplicabilidad y transparencia, considerando el sector o caso de uso en el que vaya a desplegarse el sistema de IA.
- h. El adjudicatario documentará y evaluará qué datos se consideran necesarios para asegurar un conjunto de datos de entrenamiento representativo, confiable y relevante. El proveedor se compromete a informar a Canal de Isabel II, y en su caso, corregir, cualquier característica del conjunto de datos del entrenamiento que requiera ajustar el sistema con suficientes casos de uso.
- i. El adjudicatario deberá entregar descripción de cómo pueden facilitarse las solicitudes de derechos de los interesados en materia de protección de datos a lo largo del ciclo de vida del sistema de IA donde se traten datos personales.
- j. El adjudicatario documentará y evaluará cuándo ha previsto una revisión humana significativa en la cadena de decisiones, quién realizará dicha revisión y qué información adicional tendrá en cuenta a la hora de tomar la decisión final.
- k. El adjudicatario asegura haber establecido un entorno de experimentación y prueba controlado en la fase de desarrollo y previa a la comercialización del sistema.

### 3. El adjudicatario:

- a. El adjudicatario deberá habilitar los mecanismos para garantizar, en caso de que sea necesario, la supervisión del nivel de seguridad por parte del Área de Ciberseguridad de Canal de Isabel II. Esta supervisión incluye, aunque no se limita, a la visión no sólo de los registros de auditoría de aplicaciones, servidores y bases de datos, sino al acceso en modo lectura a las consolas de los diferentes sistemas de seguridad, a los usuarios que tienen permisos en los mismos, a los permisos de éstos, a los eventos, configuraciones, reglas, etc.; en suma, a cuantos elementos permitan a los activos de información que recogen, tratan, transmiten, procesan y almacenan la información propiedad de Canal de Isabel II.
- b. El adjudicatario deberá habilitar suficientes mecanismos para garantizar el registro, auditoría y trazabilidad de los eventos, operaciones, acciones y actividades llevados a cabo y/o materializados en las aplicaciones, microservicios, sistemas e infraestructura involucrados en el servicio. Los registros deberán estar accesibles y disponibles para el Canal de Isabel II en caso de que sean requeridos, así como debidamente protegidos contra modificaciones intencionadas o accidentales.
- c. El adjudicatario deberá permitir y colaborar, en caso de que sea necesario, en las diversas auditorías a las que se encuentra sujeta Canal de Isabel II. Asimismo, el licitador se compromete a facilitar en todo lo posible a la Oficina Técnica de Seguridad (OTS) de Canal de Isabel II la realización de una prueba de penetración del conjunto de la solución ofertada en caso de que sea necesario.
- d. Contemplará un procedimiento de devolución/destrucción segura (a elección de Canal de Isabel II) de toda la información propiedad de Canal de Isabel II recabada durante la ejecución del Servicio.
  - Si por la naturaleza u objeto del Servicio, Canal de Isabel II requiere del borrado y destrucción de cualquier soporte de información englobado en el alcance del servicio prestado; el adjudicatario deberá aplicar un procedimiento seguro de borrado y destrucción conforme a lo indicado en el Esquema Nacional de Seguridad.
  - Asimismo, para cada borrado/destrucción segura realizada, el adjudicatario deberá entregar a Canal de Isabel II un certificado recogiendo, al menos, la siguiente información:
    - a) Fecha de recogida del material.
    - b) Personal proveedor encargado de la recogida y transporte.
    - c) Procedimiento detallado empleado en el borrado/destrucción realizada.
- e. Comunicará inmediatamente a Canal de Isabel II acerca de todas aquellas vulnerabilidades reportadas de forma privada o hechas públicas que afecten a sus sistemas, así de las acciones que están siendo llevadas a cabo para eliminar o mitigar dichas vulnerabilidades y los plazos temporales para ello.
- f. Garantizará la no obsolescencia de la tecnología, de los controles o de los procesos involucrados en la prestación del servicio objeto de contratación por parte de Canal de Isabel II, llevando a cabo, procesos de renovación y actualización de los sistemas y procesos que afecten a dicho servicio.
- g. En caso de producirse un incidente de seguridad que afecte al adjudicatario, a los sistemas de información que soporten la prestación del Servicio o al propio Servicio, queda obligado, sin demora justificable, a presentar en el menor tiempo posible, un informe pormenorizado y exhaustivo del incidente de seguridad, en el que hará constar, como mínimo, la siguiente información:
  - Descripción del incidente.
  - Origen del incidente.

- Descripción cronológica de los hechos del incidente.
- Descripción de las acciones preventivas/correctivas llevadas a cabo por el proveedor del servicio Cloud.
- Evaluación de los recursos humanos pertenecientes al equipo de trabajo asignado a la prestación del servicio Cloud contratado por Canal de Isabel II, S.A., M.P. y que han sido necesarios para el análisis y resolución del incidente.

Dicho informe, una vez finalizado, se remitirá al responsable del proveedor en Canal de Isabel II quien a su vez lo remitirá al Responsable de la Seguridad.

## 11. MEDIDAS AMBIENTALES

De acuerdo con el artículo 12 de la ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid (LECir), el adjudicatario deberá seguir un comportamiento ambiental específico en la ejecución del Contrato con el objetivo de reducir el consumo, sin que afecte a la calidad de la misma.

Se utilizará agua regenerada siempre que sea posible y se procurará la eficiencia energética y la utilización de energía procedente de fuentes renovables.

Además en la obra civil, el adjudicatario deberá utilizar material árido u otros productos procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición o de la valorización de otros residuos inertes, cuando el material obtenido alcance las condiciones técnicas adecuadas de conformidad con la normativa específica aplicable, dando preferencia si es posible a los generados dentro de la propia obra, exigiéndose el empleo de un porcentaje mínimo del 10% sobre el total de áridos usados en el proyecto.

Firma:

Firmado electronicamente por: Lydia Sáez  
García  
En la fecha y hora 30.09.2025 08:52:14  
Lydia Sáez García  
Jefa de Área Fomento de la Innovación

Firma:

Firmado electronicamente por: Jaime Flores  
Cabeza  
En la fecha y hora 30.09.2025 08:59:32  
Jaime Flores Cabeza  
Subdirector de I+D+i

Firma:

Firmado electronicamente por: JUAN  
SÁNCHEZ GARCÍA  
En la fecha y hora 06.10.2025 09:43:00  
Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería

## ANEXO I. REQUISITOS TÉCNICOS DEL LOTE 1

## LOTE 1

Los requisitos generales a cumplir por los sistemas de Detección Acústica Distribuida (DAS) se exponen a continuación.

- Debe estar basado en cable sensor de fibra óptica y en Detección Acústica Distribuida (DAS) a partir de una unidad interrogadora con una resolución de  $\pm 10$  metros a lo largo del trazado.
- Debe utilizar la tecnología de reflectometría óptica coherente en el dominio del tiempo (C-OTDR) de retrodispersión de Rayleigh, sin requerir el uso de estimulación de pulso remota o amplificadores ópticos en el campo para alcanzar las distancias de monitoreo requeridas.
- Debe contar con un régimen de procesamiento acústico suficientemente sofisticado para analizar miles de señales acústicas en paralelo y en tiempo real, proporcionando un medio automatizado para detectar, clasificar y localizar eventos acústicos específicos.
- Debe tener acceso a Internet para entregar una señal acústica desde una ubicación precisa en cualquier lugar y en cualquier momento.
- Debe ser capaz de monitorear todo el trazado de estudio desde una sola ubicación, y alertar al operador sobre la presencia de una actividad específica en cualquier punto monitoreado a lo largo de su activo en tiempo real.
- El sistema debe usar fibra óptica de telecomunicaciones monomodo como elemento de detección, con el tipo de especificación necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos. El cable debe poder combinar comunicaciones y fibras de detección dentro de la misma estructura del cable, y disponer del tipo de especificación necesario para el correcto funcionamiento de los equipos.
  - En el caso de cable sensor enterrado, el cable debe ser instalado en la misma zanja que la tubería, bien sobre la tubería o bien en punto a menos de 50 cm de la misma para garantizar un acoplamiento acústico optimizado y permitir una detección optimizada entre la detección automática de fugas y la detección automática de intrusiones de terceros, además de la potencial identificación de otros eventos en el diagrama de cascada.
  - En el caso de cable sensor para tubería en galería, se propone que sea instalado en la superficie de la tubería con las fijaciones o adhesivos adecuados que permitan la no afectación de la salud estructural de ésta.
- Todo el equipo de hardware (con excepción de la fibra) estará localizado en una ubicación a determinar en cada escenario durante el tiempo de análisis y debe ser de 48 Vcc o 230 Vca.
- El sistema propuesto debe incluir un equipo interrogador itinerante encapsulado con capacidad de ser trasladado, conectado y calibrado en distintos escenarios, y un equipo interrogador fijo, con los siguientes componentes y requisitos de cada equipo:
  - Unidades de interrogación (UI)
    - La UI itinerante debe permitir un escaneado continuo de al menos 20 km y la UI fija un escaneado continuo de al menos 10 km.
    - Las unidades selladas deberán ir montadas en rack de 19" para el equipo fijo.
    - Cada UI debe tener su propio láser y cada láser debe monitorizar en una dirección.
    - Cada UI debe tener su propia unidad de procesamiento dedicada en la misma ubicación.
    - Si la unidad de interrogación tiene más de un canal, deberá contar con una arquitectura de sintonización de canal por canal para minimizar las alarmas molestas y maximizar la probabilidad de detección a través algoritmos y del estudio de estilo de vida de la instalación.
  - La unidad de procesamiento (UP) de cada UI debe tener las siguientes características:
    - Debe ser un PC de múltiples núcleos de montaje en rack de 19 pulgadas que proporcione una gran estabilidad y velocidad de recuperación de una falla de energía.
    - La UP deberá efectuar el procesamiento de señales de datos acústicos en bruto procedentes de la unidad interrogadora (UI) para clasificar eventos en torno al cable sensor y generar las

alertas correspondientes que lleguen a los operadores del sistema. La UP debe tener capacidad para descartar falsas alarmas, perturbaciones generadas por eventos meteorológicos y parametrización de algoritmos y umbrales de alarma para adaptar las prestaciones de detección al escenario específico de cada escenario.

- Debe llevar a cabo las funciones de servidor y control, como la inicialización del sistema, el acceso al sistema y el flujo de datos en una implementación independiente.
- Cada UP debe contener una unidad de disco duro de al menos 3 TB para fines de registro de datos y generación de informes.
- La Unidad de Control (UC) e interfaz software de visualización debe permitir la visualización de datos en un interfaz gráfico de usuario. Deberá consistir en una pantalla con el GIS del trazado del cable sensor encima del mapa sobre el cual discurre y al cual se superponen iconos de alertas con distintos estados, además de la lectura acústica a tiempo real de los eventos detectados (diagrama de waterfall, etc) y una barra de eventos a tiempo real que se produzcan, así como una tabla que permita visualizar los eventos registrados. Debe permitir, mediante los formularios adecuados, el acceso a una base de datos de alertas, estudio forense de histogramas y actividades extraordinarias. Esta unidad debe estar implementada en sistema operativo Windows para una mayor versatilidad del sistema.
- El sistema debe incluir fuentes de alimentación controladas por Ethernet (EPCS) en las ubicaciones de los equipos para la administración remota de energía en caso de fallo eléctrico.
- Se proporcionará un servidor NTP para garantizar la sincronización horaria en red, quedando registrado el tipo de evento, ubicación y hora en un sistema cartográfico o exportable.
- Debe tener una interfaz de software que permita la operación completa de la unidad de control en una sola pantalla.
- Todos los eventos deben identificarse automáticamente como una Alerta para el operador a través de un panel de control y/o mediante conectividad DCS/SCADA.
- El software de interfaz de usuario debe mostrar alarmas, eventos y ubicaciones de las UI en una superposición de mapa tipo GIS, y deberá permitir la exportación de datos relativos a eventos, ya procesados en formato xls o csv, que permita su tratamiento posterior. Así, deberá proporcionar:
  - Visualización de mapas mediante GIS, con una interfaz gráfica central que permita la visualización de la situación con mapas o esquemas, alertas gráficas, listas de alertas y controles para la modificación de la instalación.
  - Monitorización en tiempo real de las señales adquiridas y representación de las trazas en gráfica.
  - Listado de alertas y acceso a información detallada de las mismas.
  - Registro de datos históricos, frecuencia y tonos, con una rápida readquisición de los datos almacenados, proporcionando al menos 90 días de datos registrados.
  - Cálculo de velocidades de propagación de eventos detectados (vehículos, ondas de presión, etc.) en tiempo real.
  - Monitorización del estado de todo el inventario de sistemas de interrogación desplegado en campo.
  - Capacidad para control de alertas: cambio del estado de los detectores (encendido/apagado) durante el despliegue y dentro de zonas específicas, y representación en barra temporal de los distintos niveles de alertas.
  - El sistema debe poder ser integrado en el futuro a una plataforma tipo SCADA que monitoriza otros subsistemas de control.
- El sistema debe contar con varios tipos de alarmas y algoritmos:
  - El tendido debe estar zonificado para poder diferenciar los parámetros de alarma según el perfil de amenaza y las condiciones ambientales. Las alertas deben configurarse en cada escenario para que coincidan con la geografía y la topología del trazado, y sean operativas individualmente dentro de cada zona específica y franja horaria identificadas por el usuario.



- El sistema propuesto debe informar visual y audiblemente sobre la presencia de cualquier alerta dentro del campo de alerta seleccionado, y debe poder mostrar múltiples alarmas simultáneamente.
- Las alertas deben priorizarse según la ubicación, el tipo y la duración como alertas rojas, ámbar y verdes.
- Deben estar disponibles los siguientes tipos de alarma y reportar cuando corresponda las siguientes alertas clasificadas en tiempo real con una precisión próxima a  $\pm 10$  metros a lo largo del cable de fibra óptica:
  - Detección de intrusiones de terceros en la proximidad de tuberías
    - Detector de excavación manual: Debe ser capaz de alertar y rastrear la presencia de excavación manual dentro del rango audible de la fibra.
    - Detector de excavación mecánica: debe tener la capacidad de vincular las detecciones con la presencia de motores de vehículos para la detección inequívoca de excavadoras, etc.
    - Detector de vehículos: debe alertar y rastrear la presencia de un vehículo en las cercanías de la fibra. El alcance efectivo del detector de vehículos debe poder configurarse de acuerdo con los requisitos del usuario.
  - Detección de intrusiones en el perímetro de instalaciones de tuberías.
    - Detector de personal: Debe alertar y rastrear la presencia de pasos en las cercanías de la fibra. El detector debe configurarse para el alcance efectivo, el espacio entre pisadas y un lapso de tiempo para la presencia continua de pisadas de acuerdo con los requisitos del usuario. El sistema debe ser capaz de detectar a una persona que se mueve en la proximidad del cableado enterrado, en forma paralela o perpendicular a la fibra.
    - Detector de excavación manual: Alerta y rastrea la presencia de excavación manual dentro del rango audible de la fibra.
    - Detector de vehículos: Debe alertar y rastrear la presencia de un vehículo en las cercanías de la fibra. El alcance efectivo del detector de vehículos debe poder configurarse de acuerdo con los requisitos del usuario.
  - Detección de fugas en tuberías: El sistema debe contar con capacidad de detección y alertar de fugas con las siguientes características mínimas:
    - 15 LPM en  $\leq 1$  minuto (Variación: 1-15 min.)
    - 150 LPM en  $\leq 5$  minutos (Variación: 1-15 min.)
 Para ello, el sistema deberá utilizar más de un método para la confirmación de fuga, con el fin de mejorar la precisión y el tiempo de detección, garantizar la redundancia de fugas y reducir las falsas alarmas.
  - Detección de desprendimientos: Debe alertar y localizar el desprendimiento de material en la proximidad de la fibra de impacto mínimo de 1 julio, identificando adecuadamente el número de impactos.
- Durante el proceso de instalación se deben tener en cuenta los procedimientos de puesta en marcha para maximizar la detección de eventos específicos y al mismo tiempo garantizar que el ruido de fondo general no cree por casualidad una situación de alarma.
- El sistema debe tener múltiples niveles de acceso a nivel de usuario. Se deben proporcionar tres niveles de acceso, cada uno con diferentes niveles de privilegios de acceso, es decir, usuario, administrador e ingeniero, de la siguiente manera:
  - Usuario: usuario habitual del día a día del sistema con acceso a alarmas y herramientas para inspección y enjuiciamiento, capaz de configurar la interfaz de usuario y de activar/desactivar alertas dentro de las zonas.
  - Administrador: con capacidad para modificar la configuración del sistema de manera recuperable y una interfaz de observación para la configuración del detector (utilizada para pruebas de ejercicio regulares del sistema).
  - Ingeniero: con acceso completo a los sistemas para fines de configuración.
- El sistema deberá contar con un Sistema de Control y Retroalimentación:
  - El software propuesto debe conectarse automáticamente a la UI preprogramada y debe alertar visualmente al usuario si se observa algún error del sistema dentro del software y la UP o dentro de la UI.

- El sistema propuesto debe informar sobre la presencia de cualquier alerta.
- El sistema propuesto debe permitir controlar qué tipos de alerta se deben informar y desde qué zona deben estar activas.
- En cuanto a las licencias del sistema, el adjudicatario deberá proporcionar todas las licencias de software, ya sean temporales o permanentes, requeridas para el desarrollo, revisión, ingeniería, puesta en servicio, operación y mantenimiento/modificación del sistema. Estas licencias se otorgarán independientemente de la ubicación de la actividad del proyecto según lo requiera la estrategia y el plan de implementación del proyecto.
- La instalación del sistema se realizará en dos partes: Capacidad Operativa Inicial (COI) y Capacidad Operativa Final (COF).
  - Capacidad operativa inicial del sistema:
    - Todo el equipo se instalará y configurará según la especificación de diseño funcional acordada. La fibra instalada se calibrará en puntos de acceso adecuados regidos por el terreno local, las condiciones ambientales y la variación esperada en el entorno, por zonas.
    - Después de la calibración, se definirá un mínimo de dos zonas de prueba que se utilizarán para el ajuste detallado del sistema.
  - Capacidad Operativa Final del sistema:
    - Se llevará a cabo un ajuste adicional del sistema para maximizar la eficacia del sistema logrando una proporción óptima de probabilidad de detección/falsa alarma a la luz de las condiciones ambientales fuera de las zonas de prueba SAT y/o análisis/refinamiento adicional de los requisitos del cliente.
    - Análisis remoto de las estadísticas del sistema por adjudicatario, asesoramiento y soporte remoto.
    - Modificación y puesta a punto del sistema en campo por adjudicatario.
    - El COF seguirá el programa más adecuado en base al escenario en cuanto a planificación de análisis de estadísticas, alertas y detección de eventos que permitan el ajuste fino del sistema con el fin de que no genere falsas alarmas.
- Prueba SAT de aceptación del sitio:
  - El adjudicatario deberá realizar una Prueba de aceptación del sitio (SAT) para confirmar que el sistema se envió sin daños, se instaló correctamente y funciona de manera confiable según las especificaciones en su entorno final. Esto incluye verificar la instalación y conexión segura de las fuentes de alimentación y puesta a tierra.
  - El adjudicatario deberá desarrollar procedimientos SAT que identifiquen claramente los objetivos de las pruebas y contengan los requisitos previos de las pruebas, los guiones de las pruebas, los procedimientos del programa para la rectificación de fallas y los medios para documentar las pruebas. Estos procedimientos deberán ser presentados para la aprobación de Canal antes del comienzo de los SAT individuales.
  - Usando los procedimientos de prueba aprobados, el adjudicatario deberá proporcionar los registros de prueba realizados y firmados a Canal para su aprobación final.
  - Puede ser necesario realizar pruebas específicas en ciertos sitios solo debido al acceso, la logística y la seguridad.
- El soporte técnico debe incluir una propuesta de los siguientes servicios por parte del adjudicatario:
  - Soporte por correo electrónico no crítico las 24 horas, 5 días de la semana con una respuesta en 48 horas.
  - Soporte telefónico y actuaciones ocasionales de emergencia in situ ante averías.
  - Actualización y parches de las aplicaciones entregadas, hasta fin de contrato.
  - Depuración y afine de los eventos registrados.

## **ANEXO II. REQUISITOS TÉCNICOS DEL LOTE 2**

## LOTE 2

Los requisitos generales a cumplir por los sistemas de Detección de Temperatura y Tensión Distribuida (DTSS) se exponen a continuación.

- Debe estar basado en cable sensor de fibra óptica y en Detección de Temperatura y Deformación Distribuidas (DTSS) mediante una unidad interrogadora con una resolución espacial de entre 1 y 2 metros a lo largo de la tubería, dependiendo de la distancia máxima de la medida, el tiempo de adquisición de la medida y precisión requerida por ésta, y con capacidad de medir al menos 5 micras de deformación en un metro de cable de fibra para la monitorización de desplazamientos en presas y extensómetros.
- Debe utilizar la tecnología de retrodispersión estimulada de Brillouin.
- Debe tener acceso a Internet para entregar la señal desde una ubicación precisa en cualquier lugar y en cualquier momento.
- Debe ser capaz de monitorear cada infraestructura desde una sola ubicación y alertar al operador ante cualquier evento.
- El sistema debe usar cable de fibra óptica de telecomunicaciones monomodo como elemento de detección, con el tipo de especificación necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos.
  - El cable sensor debe ser instalado sobre la superficie de la infraestructura con las fijaciones y el sistema de cableado adecuados que garantice la no afectación de la salud estructural de ésta.
  - El cable sensor debe estar integrado por distintas fibras ópticas que permitan el uso del sistema para medir deformación y temperatura en valor absoluto (con objeto de monitorizar la salud estructural de la infraestructura).
  - En el caso de monitorización de tubería en galería, al menos uno de los cables debe ser capaz de medir adicionalmente vibraciones generadas por fugas, turbulencias, flujos de agua o roturas mediante el uso de otros sistemas de interrogación con tecnología DAS, por lo que se emplearán las fibras ópticas necesarias para el sistema de medida simultánea de tensión y/o temperatura, y al menos una fibra estará disponible para el posible empleo de tecnología DAS.
- Todo el equipo de hardware (con excepción de la fibra) estará localizado en una ubicación a determinar en cada escenario durante el tiempo de análisis y debe ser de 48 Vcc o 230 Vca.
- El sistema propuesto debe incluir dos equipos interrogadores fijos, con los siguientes componentes y requisitos de cada equipo:
  - Unidades de interrogación (UI)
    - La UI para el escenario de tuberías debe permitir un escaneado continuo de al menos 30 km y la UI para el escenario de la presa un escaneado continuo de al menos 10 km.
    - Las unidades selladas deberán ir montadas en rack de 19" para cada equipo.
    - Cada UI debe tener su propio láser y cada láser debe monitorizar en una dirección.
    - El sistema debe tener como mínimo un canal para la monitorización de tuberías y como mínimo dos canales para la monitorización de la presa. Cada canal debe tener medida simultánea de temperatura y strain.
    - Cada UI debe tener su propia unidad de procesamiento dedicada en la misma ubicación.
  - La unidad de procesamiento (UP) de cada UI debe tener las siguientes características:
    - Debe ser un PC de múltiples núcleos de montaje en rack de 19 pulgadas que proporcione una gran estabilidad y velocidad de recuperación de una falla de energía.
    - Debe llevar a cabo las funciones de servidor y control, como la inicialización del sistema, el acceso al sistema y el flujo de datos en una implementación independiente.
    - Cada UP debe contener una unidad de disco duro de al menos 3 TB para fines de registro de datos y generación de informes.
  - La Unidad de Control (UC) e interfaz software de visualización debe permitir la visualización de datos en un interfaz gráfico de usuario. Deberá consistir en una pantalla con el GIS del trazado del cable

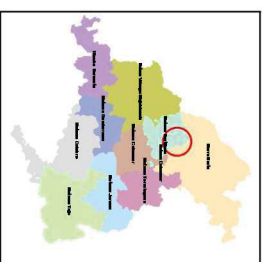
sensor encima del mapa sobre el cual discurre y al cual se superponen iconos de alertas con distintos estados, además de la lectura acústica a tiempo real de los eventos detectados y una barra de eventos a tiempo real que se produzcan, así como una tabla que permita visualizar los eventos registrados. Debe permitir, mediante los formularios adecuados, el acceso a una base de datos de alertas, estudio forense de histogramas y actividades extraordinarias. Esta unidad debe estar implementada en sistema operativo Windows para una mayor versatilidad del sistema.

- El sistema debe incluir fuentes de alimentación controladas por Ethernet (EPCS) en las ubicaciones de los equipos para la administración remota de energía en caso de fallo eléctrico.
- Se proporcionará un servidor NTP para garantizar la sincronización horaria en red, quedando registrado el tipo de evento, ubicación y hora en un sistema cartográfico o exportable.
- Debe tener una interfaz de software que permita la operación completa de la unidad de control en una sola pantalla.
- Todos los eventos deben identificarse automáticamente como una Alerta para el operador a través de un panel de control y/o mediante conectividad DCS/SCADA.
- El software de interfaz de usuario debe mostrar alarmas, eventos y ubicaciones de las UI en una superposición de mapa tipo GIS, y deberá permitir la exportación de datos relativos a eventos, ya procesados en formato xls o csv, que permita su tratamiento posterior. Así, deberá proporcionar:
  - Visualización de mapas mediante GIS, con una interfaz gráfica central que permita la visualización de la situación con mapas o esquemas, alertas gráficas, listas de alertas, eventos, ubicaciones de las UI y controles para la modificación de la instalación.
  - Monitorización en tiempo real de las señales adquiridas y representación de las trazas en gráfica.
  - Listado de alertas y acceso a información detallada de las mismas.
  - Registro de datos históricos y frecuencia, con una rápida adquisición de los datos almacenados, proporcionando al menos 90 días de datos registrado.
  - Monitorización del estado de todo el inventario de sistemas de interrogación desplegado en campo.
  - Capacidad para control de alertas: cambio del estado de los detectores (encendido/apagado) durante el despliegue y dentro de zonas específicas, y representación en barra temporal de los distintos niveles de alertas.
  - El sistema debe poder ser integrado en el futuro a una plataforma tipo SCADA que monitoriza otros subsistemas de control.
- El sistema debe contar con varios tipos de alarmas y algoritmos:
  - El tendido debe estar zonificado para poder diferenciar los parámetros de alarma según el perfil de amenaza y las condiciones ambientales. Las alertas deben configurarse en cada escenario para que coincidan con la geografía y la topología del trazado, y sean operativas individualmente dentro de cada zona específica y franja horaria identificadas por el usuario.
  - El sistema propuesto debe informar visual y audiblemente sobre la presencia de cualquier alerta dentro del campo de alerta seleccionado, y debe poder mostrar múltiples alarmas simultáneamente.
  - Las alertas deben priorizarse según la ubicación, el tipo y la duración como alertas rojas, ámbar y verdes.
- El sistema debe tener múltiples niveles de acceso a nivel de usuario. Se deben proporcionar tres niveles de acceso, cada uno con diferentes niveles de privilegios de acceso, es decir, usuario, administrador e ingeniero, de la siguiente manera:
  - Usuario: usuario habitual del día a día del sistema con acceso a alarmas y herramientas para inspección y enjuiciamiento, capaz de configurar la interfaz de usuario y de activar/desactivar alertas dentro de las zonas.
  - Administrador: con capacidad para modificar la configuración del sistema de manera recuperable y una interfaz de observación para la configuración del detector (utilizada para pruebas de ejercicio regulares del sistema).

- Ingeniero: con acceso completo a los sistemas para fines de configuración.
- En cuanto a las licencias del sistema, el adjudicatario deberá proporcionar todas las licencias de software, ya sean temporales o permanentes, requeridas para el desarrollo, revisión, ingeniería, puesta en servicio, operación y mantenimiento/modificación del sistema. Estas licencias se otorgarán independientemente de la ubicación de la actividad del proyecto según lo requiera la estrategia y el plan de implementación del proyecto.
- La instalación del sistema se realizará en dos partes: Capacidad Operativa Inicial (COI) y Capacidad Operativa Final (COF).
  - Capacidad operativa inicial del sistema:
    - Todo el equipo se instalará y configurará según la especificación de diseño funcional acordada. La fibra instalada se calibrará en puntos de acceso adecuados regidos por el terreno local, las condiciones ambientales y la variación esperada en el entorno, por zonas.
    - Después de la calibración, se definirá un mínimo de dos zonas de prueba que se utilizarán para el ajuste detallado del sistema.
  - Capacidad Operativa Final del sistema:
    - Se llevará a cabo un ajuste adicional del sistema para maximizar la eficacia del sistema logrando una proporción óptima de probabilidad de detección/falsa alarma a la luz de las condiciones ambientales fuera de las zonas de prueba SAT y/o análisis/refinamiento adicional de los requisitos del cliente.
    - Análisis remoto de las estadísticas del sistema por adjudicatario, asesoramiento y soporte remoto.
    - Modificación y puesta a punto del sistema en campo por adjudicatario.
    - El COF seguirá el programa más adecuado en base al escenario en cuanto a planificación de análisis de estadísticas, alertas y detección de eventos que permitan el ajuste fino del sistema con el fin de que no genere falsas alarmas.
- Prueba SAT de aceptación del sitio:
  - El adjudicatario deberá realizar una Prueba de aceptación del sitio (SAT) para confirmar que el sistema se envió sin daños, se instaló correctamente y funciona de manera confiable según las especificaciones en su entorno final. Esto incluye verificar la instalación y conexión segura de las fuentes de alimentación y puesta a tierra.
  - El adjudicatario deberá desarrollar procedimientos SAT que identifiquen claramente los objetivos de las pruebas y contengan los requisitos previos de las pruebas, los guiones de las pruebas, los procedimientos del programa para la rectificación de fallas y los medios para documentar las pruebas. Estos procedimientos deberán ser presentados para la aprobación de Canal antes del comienzo de los SAT individuales.
  - Usando los procedimientos de prueba aprobados, el adjudicatario deberá proporcionar los registros de prueba realizados y firmados a Canal para su aprobación final.
  - Puede ser necesario realizar pruebas específicas en ciertos sitios solo debido al acceso, la logística y la seguridad.
- El soporte técnico debe incluir una propuesta de los siguientes servicios por parte del adjudicatario:
  - Soporte por correo electrónico no crítico las 24 horas, 5 días de la semana con una respuesta en 48 horas.
  - Soporte telefónico y actuaciones ocasionales de emergencia in situ ante averías.
  - Actualización y parches de las aplicaciones entregadas, hasta fin de contrato.
  - Depuración y afine de los eventos registrados.

### ANEXO III. PLANO DEL TENDIDO PREVISTO EN TUBERÍA ENTERRADA DEL LOTE 1





Canal  
de Isabel II

**Dirección de Innovación  
e Ingeniería**

Área Santillana

Nombre Actuación:	PROYECTO DE VALIDACIÓN AVANZADA DE LA TECNOLOGÍA DFOs (DISTRIBUTED FIBER OPTIC SENSING) EN CANAL DE ISABEL II
Título del plano:	

## Planta General

**Ubicación:**  
ARTERIA DEP. SOTO I  
- DEP. MIRAFLORES  
Miraflores  
(MADRID)

Escala:  
1:3.000

Nº de plano:	Fecha:
1 de 1	30/05/2024