Contrato de Servicios

"PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA CONTRATACIÓN, MEDIANTE UN CONTRATO DE COMPRA PÚBLICA DE INNOVACIÓN, DEL DESARROLLO DE UNA SOLUCIÓN INNOVADORA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE MOVIMIENTO DE TALUDES EN LA RED FERROVIARIA GESTIONADA POR EUSKAL TRENBIDE SAREA Y OPERADA POR EUSKOTREN" RETO I

Índice

1.- INTRODUCCIÓN 4

1.1. Compromiso de ETS con la innovación en el sector ferroviario 4

1.2. Justificación del reto 4

1.3. Consulta Preliminar del Mercado 5

2.- OBJETO DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES 6

3.- ALCANCE 6

3.1. Objetivos 6

4.- RELACIONES ENTRE ETS Y EL CONSULTOR. DEFINICIONES 7

4.1. Propiedad de los trabajos 8

5.- DESARROLLO GENERAL DE LOS TRABAJOS 8

5.1. Control de los trabajos 8

5.2. Programa de trabajos 9

6.- TRABAJOS A REALIZAR: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN 9

6.1. Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes. 10

6.1.1. Planteamiento General 10

6.1.2. Plan de Trabajo 10

6.2. Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en fibra óptica. 15

6.2.1. Planteamiento General 15

6.2.2. Plan de Trabajo 16

7.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA 21

7.1. Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes. 21

7.2. Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en fibra óptica. 25

Funcionalidades del sistema 25

Arquitectura del sistema..... 26

8.- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS 30

Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes. 30

Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en fibra óptica. 31

9.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS..... 32

10.- LUGAR DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO..... 33

11.- SEGURIDAD..... 33

1.- INTRODUCCIÓN

1.1. Compromiso de ETS con la innovación en el sector ferroviario

ETS, como ente gestor de las infraestructuras de responsabilidad autonómica de Euskadi, tiene el objetivo claro de promover la innovación en todas las actuaciones que lleva a cabo en la red ferroviaria, impulsando el desarrollo del sistema ferroviario vasco con los máximos niveles de calidad, seguridad, eficiencia económica y sostenibilidad contribuyendo al desarrollo de la CAE y de la sociedad en su conjunto.

En 2018 ETS finalizó el proceso de definición de la Agenda de Innovación que busca recoger y favorecer la gestión del conjunto de proyectos de innovación y actuaciones que impulsa el ente, facilitar el desarrollo de las capacidades necesarias para innovar, así como también identificar y caracterizar los retos prioritarios para la organización con el objetivo de dar respuesta desde los diferentes ámbitos estratégicos de actuación. Dicha Agenda está disponible en el siguiente enlace: http://www.ets-rfv.euskadi.eus/i-mas-d-mas-i/v86-general/es/.

1.2. Justificación del reto

Antecedentes

Debido a la complicada orografía del territorio por el que discurre la red ferroviaria gestionada por Euskal Trenbide Sarea – Red Ferroviaria Vasca (ETS), es una preocupación del ente poder anticiparse a posibles afecciones a la circulación ferroviaria debido a caídas o desplazamientos de material procedente de las laderas y taludes, en desmonte o terraplén, que forman parte de la infraestructura ferroviaria.

Necesidad no cubierta

ETS quiere desarrollar un método de control de los taludes a lo largo de la red que gestiona de tal forma que, de manera constante y periódica, se reciba información acerca de si se producen movimientos para poder anticiparse y plantear actuaciones preventivas que eviten afecciones a la plataforma ferroviaria y a la circulación.

Aspectos Innovadores del Proyecto

No se tiene constancia de que exista en el mercado un servicio o producto que integre las siguientes funcionalidades: control de taludes recibiendo de forma constante y periódica datos de los mismos para posteriormente, de una manera coherente y automática,

tratarlos para extraer distinto tipo de información como por ejemplo: posición, movimientos y su naturaleza, alarmas, estadísticas, comportamiento predictivo, y toda aquella información que los participantes consideren de valor y sean capaces de aportar, de manera gráfica, visual y de fácil gestión. Todo ello compatible con los sistemas de gestión de ETS.

Resultados Esperados

Con las medidas que se adopten, se pretende alcanzar un mayor control de la estabilidad de taludes y laderas, siendo capaces de actuar preventivamente sobre los mismos y evitando, de ese modo, afecciones a la circulación debido a caídas o movimientos de los mismos.

Para un mejor conocimiento del reto a abordar y de las soluciones existentes en el mercado, se llevó a cabo una Consulta Preliminar del Mercado entre los meses de julio y septiembre de 2019.

1.3. Consulta Preliminar del Mercado

La Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, por la que se transpone al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, establece de manera explícita en su artículo 115 que los órganos de contratación podrán realizar estudios de mercado y dirigir consultas a los operadores económicos que estuvieran activos en el mismo con la finalidad de preparar correctamente la licitación e informar a los citados operadores económicos acerca de sus planes y de los requisitos que exigirán para concurrir al procedimiento. Este procedimiento aplica a todo tipo de contratos, especialmente a la Compra Pública de Innovación, en adelante CPI.

El elemento fundamental de esta iniciativa es la existencia de una necesidad no cubierta, o cubierta de manera insuficiente, de la Administración contratante, y susceptible de ser atendida por los agentes del mercado.

Es, por tanto, la definición de esta necesidad la que ha justificado y articulado la definición del reto que ETS formula a los agentes del mercado para el desarrollo de soluciones mediante un proceso formal de licitación pública.

Con carácter previo a la licitación de la compra, ETS consideró de interés recabar información de los operadores económicos, los agentes sociales y los agentes de

conocimiento para conocer el estado del arte e identificar y especificar las características de las posibles soluciones que mejor se adapten a los requisitos del servicio.

En consecuencia, se celebró una Consulta Preliminar del Mercado sobre las necesidades no cubiertas, de cuyas conclusiones se plantean los siguientes requisitos técnicos.

2.- OBJETO DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es el de establecer las condiciones Técnicas que han de regir la adjudicación y, en su momento, la realización de los trabajos de Servicios para el **Desarrollo de una metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes en la red ferroviaria gestionada por Euskal Trenbide Sarea y operada por Euskotren.**

Por tanto, el objeto es el de la monitorización de taludes a lo largo de la red de ETS con el fin de controlar posibles movimientos y caídas a la plataforma ferroviaria, pudiendo actuar de una manera preventiva, evitando así afecciones al tráfico ferroviario.

El presente objeto se dividirá en los siguientes lotes:

- Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en Taludes, cuyo objeto es el desarrollo de la metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes **mediante una red de sensores inalámbricos de bajo coste**.
- Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en Fibra Óptica, cuyo objeto es el desarrollo de la metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes **mediante un sistema basado en tecnología de Fibra Óptica.**

3.- ALCANCE

3.1. Objetivos

La presente licitacion busca cumplir con los siguientes objetivos:

- Objetivos Generales

Anticiparse a las posibles afecciones a la circulación ferroviaria debidas a caídas o movimientos de taludes y laderas, conociendo los movimientos y tendencias de los

mismos, realizando las actuaciones preventivas y de mantenimiento que se estimen necesarias según cada caso.

- Objetivos Específicos

La solución que se persigue debería, al menos, cubrir los siguientes objetivos específicos:

- Control de los taludes, laderas y túneles a lo largo de la red ferroviaria que sean susceptibles de causar problemas a la plataforma ferroviaria por movimientos de los mismos.
- Envío de datos de forma constante y periódica de la situación de los taludes, laderas y túneles.
- Determinación de posibles indicios de movimientos en los taludes y túneles, así como su naturaleza.
- Tratamiento de los datos recibidos para generar alarmas de movimiento.
- Tratamiento de los datos para generar estadísticas de movimientos.
- Reducción de las afecciones a la circulación por caídas de material y movimientos de los taludes de la red ferroviaria.

Como objetivos secundarios también habría que contemplar los siguientes:

- Generación de posibles tendencias de comportamiento de los taludes y laderas a futuro
- Mejora del mantenimiento predictivo de los taludes y laderas.

4.- RELACIONES ENTRE ETS Y EL CONSULTOR. DEFINICIONES

A los efectos de fijar las relaciones contractuales se definen las siguientes figuras jurídicas:

- PROPIEDAD. - ETS, Ente Público del Gobierno Vasco.
- RESPONSABLE DEL PROYECTO. - ETS designará un/unas Responsables del Proyecto, bajo la supervisión de las Direcciones técnicas que determine ETS en cada fase o momento de la licitación. Dada la complejidad de los trabajos, el/la Responsable del Proyecto podrá rodearse del equipo técnico necesario que le asesorará y en su caso podrá actuar por delegaºción del mismo.

- CONSULTOR/A. - Licitador Adjudicatario del contrato de Servicios, persona natural o jurídica que adquirirá esa condición a la firma del Contrato.
- DELEGADO/A DEL CONSULTOR. - Técnico Superior, designado por el Consultor para hacerse cargo de la coordinación técnica de los trabajos y representar a este frente a ETS. Todo el equipo del Consultor dependerá del Delegado/a, quien informará directamente y cuantas veces sea requerido al Responsable del Proyecto.

4.1. Propiedad de los trabajos

Los documentos que se generen durante la ejecución del contrato, así como todos los datos y demás documentación intermedia, serán propiedad de ETS. El adjudicatario queda obligado a su custodia y a la no difusión de los mismos, ni total ni parcialmente, sin autorización expresa de ETS.

Por otra parte, la documentación incluida en las ofertas de los licitadores no se considerará como **confidencial**, salvo que así lo declaren los licitadores, conforme a lo establecido en la cláusula 12.3 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato

5.- DESARROLLO GENERAL DE LOS TRABAJOS

5.1. Control de los trabajos

Al menos una vez por mes, el Consultor informará por escrito al Responsable del Proyecto sobre el estado de los trabajos hasta entonces realizados, y solicitará de él las instrucciones pertinentes para la continuación o nueva presentación de aquellos.

Siempre que el Consultor solicite alguna instrucción o decisión, deberá proponer, a su vez, aquélla que a su entender considere como más apropiada.

En cualquier momento, el Equipo Técnico del Responsable del Proyecto, podrá inspeccionar la marcha de los trabajos.

Las observaciones o prescripciones que se deriven de la inspección serán comunicadas al Consultor a través del Responsable del Proyecto.

De todas las reuniones que se mantengan entre el Equipo Responsable del Proyecto y el Consultor se levantarán ACTAS donde se recojan las propuestas, modificaciones, instrucciones y conclusiones que se adopten.

5.2. Programa de trabajos

Completada la revisión de los documentos y datos básicos, el Consultor hará entrega al Responsable del Proyecto del Programa de Trabajo, que detallará a nivel operativo el Plan de Trabajo que hubiese sido presentado en la proposición.

El programa de trabajos contendrá los siguientes elementos:

A) La metodología pormenorizada según la cual se propone el Consultor realizar los trabajos, desarrollada a nivel operativo y acompañada de las justificaciones pertinentes.

B) La organización del equipo del Consultor para el desarrollo de los trabajos, incluyendo la relación de personas, la relación de medios materiales y la descripción organizativa del equipo.

C) El Plan de Trabajo, incluyendo Cronograma completo para la ejecución de los trabajos de redacción que sea compatible con lo establecido en el presente Pliego y acorde con lo indicado en la propuesta económica.

6.- TRABAJOS A REALIZAR: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Para alcanzar los objetivos descritos anteriormente se desagrega el proyecto en una serie de bloques que serán tratados a lo largo del presente documento con el fin de clarificar la propuesta.

El Consultor procederá al desarrollo del Proyecto realizando incluso los trabajos necesarios de cálculo, diseño o cualquier otra actividad para la definición con el grado de detalle requerido de las tareas objeto del presente Pliego.

Sin carácter restrictivo, en esta fase se deberán complementar las actividades principales que se indican a continuación:

6.1. Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes.

Desarrollo de la metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes mediante una red de sensores inalámbricos de bajo coste.

6.1.1. Planteamiento General

Los siguientes elementos configuran el planteamiento general relativo a los objetivos de los trabajos a desarrollar.

- A lo largo de la línea ferroviaria que está bajo la gestión de ETS existen una serie de taludes que requieren de un seguimiento permanente para evitar que, en caso de sufrir desprendimientos, ello afecte al funcionamiento y uso de la infraestructura.
- Para cada uno de estos emplazamientos es necesaria la colocación de una serie de sensores de bajo coste que permitan recopilar información del talud elegido que pueda ser posteriormente analizada para controlar sus posibles movimientos.
- Los datos de cada uno de estos sensores se deberán leer de manera automática y ser enviados posteriormente a un sistema centralizado para su análisis y tratamiento.
- Una vez que los datos sean recibidos en él, deberán de ser analizados y tratados de forma automática y autónoma de modo que se puedan generar alarmas sobre el estado de cada uno de los taludes y de los sensores.
- Se deberá disponer de una herramienta software de gestión que permita la visualización y consulta de los datos por parte del usuario final.

6.1.2. Plan de Trabajo

1. Gestión del proyecto

- Organización y lanzamiento del proyecto, considerando las siguientes actividades:
    - Constitución de la estructura de gestión del proyecto: Equipo de Gestión del Proyecto.
    - Establecimiento de los objetivos, definición de los recursos y asignación de las responsabilidades.
    - Establecemiento de los mecanismos de comunicación y coordinación entre los integrantes del equipo de proyecto.

- Seguimiento y control del proyecto, incluyendo el control de los recursos humanos y técnicos asignados.

2. Actuaciones auxiliares

- Estado inicial. Información previa.

La empresa consultora deberá de estudiar las necesidades específicas de ETS sobre la detección temprana de movimientos en taludes y túneles para comprender la mejor implementación del sistema conforme a los medios y estructuras de ETS, necesidades, desarrollos próximos en el tiempo y evoluciones futuras.

El estudio de la situación pasa por recabar la información de los departamentos afectados de ETS. Los departamentos que debieran de aportar su visión o que están afectados de algún modo son: mantenimiento operativo, sistemas e instalaciones. Las afecciones identificadas son:

- Mantenimiento operativo: Es el departamento que va a ser el usuario fundamental del nuevo sistema como apoyo en la planificación de sus labores de gestión de las instalaciones ferroviarias.
- Sistemas: El departamento de sistemas gestiona las aplicaciones IT. Las aplicaciones de análisis de este sistema deberán de correr sobre los sistemas IT de ETS debiendo por lo tanto conocer sus especificaciones o reglas a la hora de la instalación o despliegue, así como la infraestructura necesaria para que funcionen con el hardware actual tanto en las modelidades que se decidan de *on premise* o en la nube.
- Instalaciones: Ciertas instalaciones que sean objeto de este proyecto pueden ser útiles a ETS para el planteamiento de la ejecución de nuevos proyectos o reformas de las instalaciones existentes.

Es posible que durante la fase de información previa se detecten relaciones de oportunidad de uso adicionales a las indicadas con otros departamentos o direcciones de ETS. En ese caso, la empresa consultora realizará el análisis de las necesidades de los departamentos o adicionales que se detecten.

El contratista adjudicatario propondrá la metodología más precisa y adecuada para el inicio del proceso de recabar información de todas las direcciones y departamentos implicados en ETS.

- Análisis de inventario de taludes y selección de pruebas piloto:

En base al inventario de taludes y túneles de la red ferroviaria de ETS, y de forma conjunta con la empresa consultora, se realizará una selección de aquel o aquellos, que pueden incluir taludes en túneles, que mejor cumplan los requisitos de aplicación del proyecto y que, al mismo tiempo, sean considerados por parte de ETS de especial interés por sus características y localización, en los cuales se llevará a cabo el proyecto.

Se realizarán las visitas y acciones o mediciones que sean necesarias por parte de la empresa consultora para la correcta selección de la localización más adecuada.

3. Ingeniería de la solución

Con toda la información recabada, la empresa consultora redactará un documento resumen donde se recojan las necesidades o requisitos que debiera de cumplir el nuevo sistema **de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes y túneles** a implantar. Las necesidades y requisitos recogidos en el documento estarán previamente consensuados con los agentes que han intervenido en la fase inicial de recogida de información.

Este documento de requisitos tendrá dos partes:

- Una parte donde se desarrollarán los requisitos y necesidades a alto nivel del sistema a implementar: sensores, sistemas de comunicaciones, procedimientos de toma de datos etc.;
- y otra segunda parte donde se desarrollarán los requisitos a un nivel más bajo y al detalle en aquellos aspectos técnicos en los que sean desarrollables y servirán, por lo tanto, para establecer las bases del sistema que se comenzará a desarrollar.

En este documento se hará también referencia, no sólo al sistema técnico a nivel hardware y software, sino también a las fases de implantación, pruebas y validaciones que deberá de tener hasta ser aceptado como instalación funcional.

Los entregables asociados a esta parte serán:

- Cuaderno de requisitos funcionales y técnicos del sistema de sensores.
- Ingeniería del sistema con el siguiente contenido mínimo:
  - Estudio, definición de especificaciones y selección de los Sensores a incorporar en el sistema.

- Especificación técnica no funcional de los sensores, del Nodo central, Módulo de comunicación y del Servidor Web basado en los modelos de instrumentación y monitorización geotécnica y estructural existentes.
- Especificaciones funcionales del sistema: definición de perfiles de usuario y requisitos funcionales asociados.

4. Desarrollo del sistema

Tras el visto bueno a la fase de ingeniería de la solución por parte de ETS, se procederá a acometer las fases de desarrollo de la solución por parte de la empresa adjudicataria. Este constará de **dos prototipos,** uno en un talud y otro en un túnel; y en ambos casos tendrán ún mínimo de 10 sensores.

Esta fase incluirá el suministro de materiales necesarios para la instalación, desarrollos software y pruebas de laboratorio internas.

Durante esta fase, y si son necesarias más aclaraciones o toma de decisiones por parte de ETS, se desarrollarán las reuniones de control necesarias, así como se intercambiarán los documentos que sean necesarios para llevar a cabo esta fase del proyecto.

- Desarrollo de los sensores.
- Desarrollo del Nodo Central y su evaluación.
- Desarrollo del Servidor Web y de cada uno de los módulos software de servicios web diseñados y evaluación de los mismos.

5. Prueba piloto

Realización, en el modelo de banco de pruebas propuesto, de un ensayo o prueba piloto de manera controlada simulando las características del terreno.

La empresa adjudicataria propondrá un protocolo de pruebas para la aceptación del sistema, de sus funcionalidades y de las precisiones que se deben de obtener en los resultados de los parámetros. Este protocolo de pruebas será aceptado por ETS, añadiendo tantas pruebas se estimen oportunas para valorar el buen funcionamiento del producto.

Una vez ejecutadas todas las pruebas se considera que el producto es apto para el uso obteniendo unas precisiones suficientes junto con unas funcionalidades que son las adecuadas para este sistema.

6. Integración y validación

Una vez finalizada la fase de desarrollo del sistema y de pruebas en entorno controlado se procederá a realizar la instalación de **dos prototipos,** uno en un talud y otro en un túnel; y en ambos casos tendrán ún mínimo de 10 sensores, que serán objeto de pruebas y validación en los siguientes pasos:

- Integración y Validación de los sensores seleccionados.
- Integración y Validación de los sensores y el Nodo Central.
- Integración y Validación del Nodo Central con el Servidor Web.
- Integración de un modelo de calibración del sistema.
- Validación del conjunto de todo el sistema.

Previo a realizar la instalación, la empresa adjudicataria cumplirá todos aquellos requisitos les sean impuestos en material de PRL y de control de accesos por Euskal Trenbide Sarea.

Se deberá de preparar una planificación específica con las necesidades de instalación y los periodos de tiempos requeridos para la misma. Hay que tener en cuenta que la línea sobre el que se va a trabajar es una línea que estaría funcionando normalmente. El tiempo para realizar esta instalación va a ser por lo tanto limitado. Por ello, se habrá de seguir las condiciones de acceso a la plataforma ferroviaria en cumplimiento de la normativa/protocolo de trabajos en vía y accesos a tuneles de ETS PS-SC-09 y las instrucciones técnicas de seguridad en circurlación IS-SC-15 y IS-EPC-06.

7. Seguimiento del funcionamiento del sistema

Ya calibrado el sistema, este deberá permitir analizar su evolución temporal en condiciones normales de explotación. Este seguimiento y control será desarrollado por la empresa consultora.

La empresa consultora deberá realizar mensualmente un Informe de Comportamiento del sistema. Así, el informe deberá considerar al menos:

- Alarmas de movimientos detectados

Será necesario comprobar qué alarmas han sido verdaderas y cuáles no, analizando los correspondientes índices de fiabilidad de la instalación. Se deberá verificar cada alarma activada, ya sea a través de una cámara de las instaladas, o una inspección manual de la vía.

- Averías o incidencias producidas en el funcionamiento del sistema (Hardware), analizando el índice de mantenibilidad y disponibilidad del sistema.
- Tiempo de mantenimiento (correctivo y preventivo) empleado en los diferentes equipos del sistema.
- Posibles mejoras detectadas y que darían lugar a posibles modificaciones en la calibración.

ETS podrá realizar durante este período algún ensayo controlado con el objetivo de analizar el comportamiento del sistema. Al final del periodo de seguimiento el Adjudicatario deberá presentar un Informe Final de Comportamiento del sistema.

6.2. Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en fibra óptica.

Desarrollo de la metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes mediante un sistema basado en tecnología de Fibra Óptica.

6.2.1. Planteamiento General

Los siguientes elementos configuran el planteamiento general relativo a los objetivos de los trabajos a desarrollar.

- A lo largo de la línea ferroviaria que ETS gestiona existen taludes que requieren de un seguimiento permanente para evitar que, en caso de desprendimientos, ello afecte al uso normal de la línea.
- Este Lote 2 busca utilizar las propiedades de detección acústica que tiene la fibra óptica para sensorizar eventos externos.
- La caída de objetos sólidos puede provocar cambios de presión acústica que se pueden detectar gracias a las propiedades reflectométricas de la fibra óptica.
- En una fase de validación previa se determinará la usuabilidad de los cables de fibra óptica existentes en la red de ETS, determinando, en su caso, la necesidad de llevar a acabo el tendido de fibra óptica nueva dedicada a tal uso.
- Los datos obtenidos mediante el uso de fibra óptica se deberán leer de manera automática y ser enviados posteriormente a una ubicación centralizada para su análisis y tratamiento.
- Los datos recibidos en la ubicación centralizada deberán de ser analizados y tratados de modo automático de modo que se puedan generar alarmas sobre el estado de cada uno de los taludes.
- Se deberá de disponer de una herramienta software de gestión que permita la visualización y consulta de los datos por parte del usuario final.

6.2.2. Plan de Trabajo

1. Gestión del proyecto

- Organización y lanzamiento del proyecto, considerando las siguientes actividades.
  - Constitución de la estructura de gestión del proyecto: Equipo de Gestión del Proyecto.
  - Establecimiento de los objetivos, definición de los recursos y asignación de las responsabilidades.
  - Establecemiento de los mecanismos de comunicación y coordinación entre los integrantes del equipo de proyecto.
- Seguimiento y control del proyecto, incluyendo el control de los recursos humanos y técnicos asignados.

2. Actuaciones auxiliares

- Estado inicial. Información previa.

La empresa consultora en primer lugar deberá de estudiar las necesidades específicas de ETS sobre la detección temprana de movimientos en taludes para comprender la mejor implementación del sistema conforme a los medios y estructuras de ETS, necesidades, desarrollos próximos en el tiempo y evoluciones futuras.

El estudio de la situación pasa por recabar la información de los departamentos afectados de ETS. Los departamentos que debieran de aportar su visión o que están afectados de algún modo son: mantenimiento operativo, sistemas, instalaciones y proyectos. Las afecciones identificadas son:

- Mantenimiento operativo: Es el departamento que va a ser el usuario fundamental del nuevo sistema como apoyo en la planificación de sus labores de gestión de las instalaciones ferroviarias.
- Sistemas: El departamento de sistemas gestiona las aplicaciones IT. Las aplicaciones de análisis de este sistema deberán de correr sobre los sistemas IT de ETS debiendo por lo tanto conocer sus especificaciones o reglas a la hora de la instalación o despliegue, así como la infraestructura necesaria para que funcionen con el hardware actual tanto en las modelidades que se decidan de on premise o en la nube.

- Instalaciones: Ciertas instalaciones que sean objeto de este proyecto pueden ser útiles a ETS para el planteamiento de la ejecución de nuevos proyectos o reformas de las instalaciones existentes.

Es posible que durante la fase de información previa se detecten relaciones de oportunidad de uso adicionales a las indicadas con otros departamentos o direcciones de ETS. En ese caso, la empresa consultora realizará el análisis de las necesidades de los departamentos o adicionales que se detecten.

La empresa consultora propondrá la metodología más precisa y adecuada para el inicio del proceso de recabar información de todas las direcciones y departamentos implicados en ETS.

- Análisis de la Fibra Óptica de la red ETS y del inventario de taludes:

Al inicio de la ejecución del Contrato, ETS definirá el trazado de línea ferroviaria a supervisar. Junto con la empresa consultora, analizará el estado y alcance de la red de fibra óptica existente en la red y su usabilidad a los fines que se definen en este documento, así como todos los parámetros asociados a la instalación del sistema en ese trazado. De la misma forma, se estudiará y determinará el número de taludes susceptibles de ser controlados por el sistema.

Se realizará una selección, de forma consensuada entre ETS y la empresa consultora, de aquel o aquellos que mejor cumplan los requisitos de aplicación del proyecto y que, al mismo tiempo, sean considerados por parte de ETS de especial interés por sus características y localización, en los cuales se llevará a cabo el proyecto.

Se realizarán las visitas y las acciones o mediciones que sean necesarias por parte de la empresa consultora para la correcta selección de los mismos.

Posteriormente, la empresa consultora será responsable, en todo caso, de establecer cuáles son las condiciones óptimas a lo largo del trazado para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

ETS facilitará en todo momento toda la información técnica y gráfica disponible del trazado en cuestión.

- Tendido de un tramo de red propia en la zona de banco de pruebas.

El adjudicatario tenderá un tramo nuevo de red de fibra nuevo en la zona selecionada para realizar el banco de pruebas. Su ojetivo es disponer de un tramo de doble línea, de manera que una se encuentre próxima a la zona de pruebas o ensayos. La longitud de

este tramo no ha de tener una longitud mímina determinada, pero debe garantizar el correcta medición de las señales acústicas; se estima que esta no supere los 300 metros incluidos los tramos necesarios para la unión con la red existente.

El objetivo es poder registrar la mitigación de la señal con la distancia.

3. Ingeniería de la solución

Con toda la información recabada, la empresa consultora redactará un documento resumen donde se recojan las necesidades o requisitos que debiera de cumplir el nuevo sistema **de detección temprana de movimientos en taludes, basado en fibra óptica** a desarrollar. Las necesidades y requisitos recogidos en el documento estarán previamente consensuados con los agentes que han intervenido en la fase inicial de recogida de información.

Este documento de requisitos tendrá dos partes:

- Una parte donde se desarrollarán los requisitos y necesidades a alto nivel del sistema a implementar: cable de fibra óptica, sistemas de comunicaciones, procedimientos de toma de datos etc.
- Y otra segunda parte donde se desarrollarán los requisitos a un nivel más bajo y al detalle en aquellos aspectos técnicos en los que sean desarrollables y servirán por lo tanto para establecer las bases del sistema que se comenzará a desarrollar.

En este documento se hará también referencia, no sólo al sistema técnico a nivel hardware y software, sino también a las fases de implantación, pruebas y validaciones que deberá de tener hasta ser aceptado como instalación funcional.

Los entregables asociados a esta parte serán:

- Cuaderno de requisitos funcionales y técnicos del sistema.
- Ingeniería del sistema con el siguiente contenido mínimo:
  - Estudio, definición de especificaciones y selección de los cables de fibra óptica a incorporar en el sistema.
  - Especificación técnica no funcional de la unidad de detección DAS, la sala técnica, las cámaras de comprobación y del centro de tratamiento, almacenamiento y comunicación de datos.
  - Especificaciones funcionales del sistema: definición de perfiles de usuario y requisitos funcionales asociados.

4. Desarrollo del sistema

Tras el visto bueno a la fase de ingeniería de la solución por parte de ETS, se procederá a acometer el desarrollo de la solución por parte de la empresa consultora.

Esta fase incluirá el suministro de materiales necesarios para la instalación, desarrollos software y pruebas de laboratorio internas.

Durante esta fase, se desarrollarán las reuniones de control necesarias, así como se intercambiarán los documentos que sean necesarios para llevar a cabo correctamente esta fase del proyecto.

5. Banco de pruebas

Realización, en el modelo de banco de pruebas propuesto, de un ensayo o prueba piloto de manera controlada simulando las características del terreno.

La empresa adjudicataria propondrá un protocolo de pruebas para aceptación del sistema, de sus funcionalidades y de las precisiones que se deben de obtener en los resultados de los parámetros. Este protocolo de pruebas será aceptado por ETS, añadiendo tantas pruebas se estimen oportunas para valorar el buen funcionamiento del producto.

Una vez ejecutadas todas las pruebas se considera que el producto es apto para el uso obteniendo unas precisiones suficientes junto con unas funcionalidades que son las adecuadas para este sistema.

6. Integración del sistema

Una vez finalizada la fase de acopio de materiales y la prueba pìloto se procederá a realizar la instalación prototipo que será objeto de pruebas y validación en los siguientes pasos:

1. Instalación de la unidad de deteccio DAS en la sala técnica.
2. Instalación de cámaras de comprobación.
3. Integración de un modelo de calibración del sistema.

Esta fase de integración consistirá en la configuración que permita establecer las condiciones acústicas de fondo para el funcionamiento del sistema. El sistema DAS comenzará a supervisar, detectar y reportar eventos a lo largo de la Fibra Óptica desde el primer día de instalación.

Durante esta fase la Unidad de Detección DAS deberá ser sometida a una configuración óptica y a una calibración geoespacial con el objetivo de adecuar la distancia óptica con la

distancia geográfica. Será necesario referenciar de manera especial los taludes existentes a lo largo del trazado.

Adicionalmente también será necesario analizar los patrones generados por los trenes que circulan por la vía con objeto de filtrar su movimiento. Para ello, el Licitador podrá proponer el desarrollo de una serie de pruebas controladas mediante las cuales se pueda captar información de las señales vibroacústicas producidas por la caída real de rocas de un determinado tamaño en aquellos puntos de la línea seleccionados. Los datos de impacto generados se registrarán, se extraerán para su análisis y se utilizarán para el ajuste y optimización de los algoritmos correspondientes.

El establecimiento y ajuste de los umbrales de alarma a un valor razonable de notificaciones es una tarea principal de esta actividad, debiendo ser un proceso conjunto de trabajo entre ETS y la empresa consultora.

Así, el Licitador propondrá en su Plan de Calibración qué escenarios de prueba prevé realizar destacando los siguientes elementos:

- Número de pruebas a realizar
- Características de las rocas
- Alturas de caída
- Distancias de impacto consideradas teniendo en cuenta el cable de fibra y tipo de maquinaria que precisa emplear para la consecución de dichas pruebas.

Será responsabilidad de la empresa consultora asumir los costes derivados del empleo de la maquinaria que precisa para la realización de las pruebas de calibración, incluyendo todos los costes auxiliares asociados considerando la realización de estas pruebas en los emplazamientos anteriormente indicados.

Tras el desarrollo de las pruebas anteriores, la empresa consultora deberá proceder al ajuste final del sistema DAS con objeto de prever su puesta en funcionamiento para su supervisión.

7. Seguimiento del funcionamiento del sistema

Ya calibrado el sistema, este deberá permitir analizar su evolución temporal en condiciones normales de explotación. Este seguimiento y control será desarrollado por la empresa consultora.

La empresa consultora deberá realizar mensualmente un Informe de Comportamiento del sistema. Así, el informe deberá considerar al menos:

- Alarmas de caída de rocas detectadas.

Será necesario comprobar qué alarmas han sido verdaderas y cuáles no, analizando de ello los índices de fiabilidad de la instalación. Se deberá verificar cada alarma activada, ya sea a través de una cámara de las instaladas, o una inspección manual de la vía.

- Averías o incidencias producidas en el funcionamiento del Hardware del sistema.
- Tiempo de mantenimiento empleado en los diferentes equipos del sistema.
- Posibles mejoras detectadas y posibles modificaciones en la calibración.

ETS podrá realizar durante este período algún ensayo controlado con el objetivo de analizar el comportamiento del sistema. Al final del periodo de seguimiento el Adjudicatario deberá presentar un Informe Final de Comportamiento del sistema.

7.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA

7.1. Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes.

La arquitectura del sistema está compuesta por los siguientes bloques funcionales:

1. Banco de pruebas

La empresa consultora implantará un modelo de pruebas en el que ejecutará diferentes acciones que puedan simular los movimientos recogidos en un talud, tanto por lo movientos naturales del terreno, como por los que se puedan recoger por otra serie de factores.

Su finalidad será la de probar los elementos del servicio y los procesos y sistemas innovadores en un entorno de desarrollo protegido de los riesgos de un ambiente de producción, y así verificar la viabilidad de las soluciones innovadoras.

Para ello deberá diseñar y construir un modelo donde el sistema se pueda poner a prueba, induciendo movimientos controlados y recogiendo los datos en diferentes situaciones, de forma que se pueda estimar la validez e idoneidad de la solución propuesta.

Este debe permitir la experimentación con diferentes cantidades de desplazamiento de tierra para determinar los parámetros óptimos y comprender los límites del sistema, y deberá medir la capacidad del mismo para detectar un deslizamiento de tierra de la magnitud que ETS considere crítica.

2. Sensores de talud y túneles

Se llevará a cabo la instalación de dos prototipos, uno en un talud y otro en un túnel; y en ambos casos tendrán ún mínimo de 10 sensores.

Los sensores a implantar en los taludes tendrán que tener las siguientes características:

- Ser capaces de apreciar pequeños cambios en su posición inicial; en particular la intesidad, cantidad y sentido del movimiento percibido.
- La incertidumbre de las lecturas registradas será adecuada para que los resultados de los modelos de predicción y generación de alarmas resulten efectivos. Se espera que los sensores propuestos tengan una incertidubre de medida no superior a 2 mm en desplazamiento absoluto y de 2ºC en desplazamiento angular.
- Se valorará el grado de autonomía de los sensores, se exigirá una autonomía mínima de 6 meses en situación de máxima funcionalidad operativa de los sensores.
- Los sensores, además, deberán tener capacidad de comunicación inalámbrica suficiente para la trasmisión de datos y recepción de órdenes.
- Los sensores deberán ser resistentes a elementos externos que puedan reducir su durabilidad y/o la fiabilidad de las lecturas, como puedan ser variaciones de campos magnéticos, ruidos, condiciones meteorológicas, etc…
- Respecto a las dimensiones de los sensores, habran de ser lo más reducidas posible, de manera que su instalación y manejo resulten lo más sencillo posibles.
- Además, se valorará positivamente la capacidad de medición de los sensores de parámetros que pudiesen resultar interesantes o útiles a criterio del proponente.

3. Soporte de sensores

El adjudicatario diseñará y elaborará los soportes o utillajes necesarios para la instalación de los sensores, de manera que la detección de movientos sea lo mas rápida y efectiva posible.

Para ello tendrá en cuenta la naturaleza del talud, la idiosincrasia del mismo, la zona de instalación y la profundidad necesaria. Los montajes deberán resultar lo más rápidos y sencillos que sea posible.

Igualmente, se valorará el diseño de soportes o utillajes que permitan, no solo la aplicación de los sensores a movimientos de taludes, sino también a otros elementos significativos de las plataformas ferroviarias como túneles, muros, puentes, la propia plataforma, etc…

4. Centro de tratamiento, almacenamiento y gestión de datos.

La propuesta incluirá todos los dispositivos y sus características mínimas para la recepción, trasmisión y gestión de los datos extraídos.

Así, la propuesta incluirá una descripción detallada de la forma en la que los sensores trasmiten la información, cómo se almacena esta información y cómo los sensores pueden recibir órdenes.

Sea cual sea el modelo de trasmisión de datos, se requerirá que el formato de comunicación con el centro de control externo sea compatible con ASCII.

La propuesta debe asegurar que la trasmisión de datos sea inalámbrica, especialmente con el o los centros externos. Así, habrá de hacer que sea viable adoptando todas las medidas necesarias para que la calidad de las comunicaciones sea óptima.

- **Nodo central**:

Dispositivo que se configura como un módulo central que permitirá la interconexión de redes y de información recibida con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación.

Entre sus funcionalidades estarán las de:

- Recibir las señales de los sensores.
- Generar alarmas en tiempo real ante eventuales peligros.
- Enviar información a la Infraestructura de almacenamiento de datos.

- **Infraestructura de almacenamiento de datos**.

Se tratará de una infraestructura cloud, que registrará en la nube toda la información del sistema:

- Datos raw e información procesada del despliegue para gestión de históricos

- Software de la aplicación
- Algoritmos necesarios para la plena funcionalidad del sistema

- **Centro de control y de toma de decisiones:**

Se describirá minuciosamente la forma de gestión y control de los datos recibidos, además de la interpretación de los mismos y los algoritmos aplicados, así como la forma en la que se accede a esta información.

El sistema habrá funcionar de forma permanente o, en su defecto, activarse automáticamente cuando se reciban datos.

La gestión de alarmas tendrá que disponer de varios niveles, los cuales deberán ser consensuados con las dirección del proyecto. Se establecerán distintas categorías y, en función de la alarma generada, se establecerá una información para revisión bien por los técnicos de ETS o bien para su trasmisión al puesto de mando para que establezca las precauciones debidas en la circulación.

- **Sistema de comunicaciones:**

El sistema cuenta con distintos módulos de comunicaciones, para garantizar el flujo de señales, datos e información entre los distintos bloques:

- Sensores de talud – Nodo Central. Comunicación inalámbrica bidireccional, que permita:
  - Enviar las señales de los sensores al Nodo Central.
  - Enviar información del Nodo Central a los sensores para su configuración.
- Nodo Central – Infraestructura cloud. Comunicación inalámbrica bidireccional, que permita:
  - Enviar la información del sistema de sensores desplegado desde el Nodo Central al centro de control.
  - Enviar órdenes desde el centro de control al sistema de sensores desplegado para configuración del Nodo Central, o para interactuar con la red a través de él.
- Cloud – Centro de control. Comunicación cableada basado en estándar Ethernet para acceso a Internet.

- **Aplicación web.**

Aplicación Web alojada en infraestructura cloud con accesibilidad desde cualquier dispositivo con conexión a Internet.

Sus funciones serán, al menos, las siguientes:

- Configuración remota del sistema
- Visualización del estado de la red de sensores
- Gestión de alertas y alarmas
- Visualización de datos históricos
- Análisis de la evolución del estado del talud y gestión de predicciones
- Otras que el usuario final determine en la fase de validación en aras de una mejor experiencia y resultado.

7.2. Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en fibra óptica.

Funcionalidades del sistema

El Licitador deberá tener en cuenta los siguientes aspectos funcionales y requerimientos que son demandados al sistema:

- El sistema debe identificar, de forma preferente, los eventos asociados a la caída de rocas, por tanto, eventos de naturaleza impulsiva localizados en ubicaciones discretas.
- El sistema debe identificar los eventos de deslizamientos de tierra, aludes de lodo y/o avalanchas.
- El sistema utilizado deberá permitir la monitorización y control de hasta 40 kilómetros de trazado ferroviario de vía doble (20 kilómetros a cada lado de la Unidad de Detección, en ambas vías).
- La resolución espacial será como máximo de ±10 m.
- El sistema será autónomo, sin integración con otros sistemas existentes y no será intrusivo con ninguna instalación en servicio de la línea ferroviaria.
- El servicio de detección debe dar cobertura las VEINTICUATRO (24) horas del día, los SIETE (7) días de la semana.

Además de lo anterior, la tecnología habrá de ser versátil para incorporar nuevas capacidades de detección sobre la misma infraestructura. Es decir, para implementar diferentes soluciones de sensorización de manera escalonada y según las necesidades que se puedan detectar en el desarrollo de la misma.

De esta forma, deberán incorporarse características en el sistema que permitan nuevas capacidades de sensorización, tales como las siguientes:

- Detección de paso de tren
- Intrusión
- Detección de robo de cable

Por otra parte, el sistema se valorará el desarrollo de un estudio de viabilidad del desarrollo de capacidades predictivas del mismo en base a la tecnología ya incorporada, así como de aquellas evoluciones de las que pueda ser objeto dando lugar a un sistema capaz de predecir los eventos definidos anteriormente previamente a su sucesión.

Así, se valorará el desarrollo de un modelo predictivo para la predicción de futuros eventos geotécnicos a partir de la detección de caídas de rocas y deslizamientos. Entre los datos recogidos se habrán de identificar las variables que sean capaces de maximizar la información en relación con las predicciones.

Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema está compuesta por los siguientes bloques funcionales:

1. Banco de pruebas

El adjudicatario implantará un modelo de pruebas en el que ejecutará diferentes acciones que puedan simular los movimientos recogidos en un talud, caída de bloques de roca, y masas deslizadas tanto por lo movientos naturales del terreno, como por los que se puedan producir por otra serie de factores.

Su finalidad será detectar diferentes parámetros acústicos que se puedan identificar con desprendimientos de taludes, caídas de rocas, así como otros tipos de registros bien sean de circulación ferroviaria, humana u cualquier otra acción natural.

Para ello, realizará los ensayos necesarios que, al menos, deberán cubrir los siguientes supuestos:

- Caída de rocas desde diferentes pesos y diferentes alturas. Al menos diseñará el ensayo con tres pesos diferentes y estableciendo tres alturas de caída distintas.
- Deslizamiento de masas de tierra suelta (coladas de tierra suelta)
- Deslizamiento de masas rígidas (arrastre de bloques rígidos)

Algunas de las pruebas, dada la naturaleza de los movimientos naturales, necesariamente deberán escalarse.

El ojetivo es registrar aquellos parámetros que se puedan identificar con movimientos de taludes o caídas de rocas de manera que se registre el menor número posible de alarmas falsas.

2. Unidad de detección DAS

Para llevar a cabo la Prestación del Servicio, el Licitador deberá instalar una Unidad de Detección DAS teniendo en cuenta la posibilidad de supervisar un trayecto de línea ferroviaria de hasta 40 kilómetros de longitud de trazado ferroviario de vía doble (20 kilómetros a cada lado de la Unidad de Detección, en ambas vías), con una resolución espacial de ±10 m. A efectos de estimación de medición se considera un tramo e 10 Km, en el que si fuera preciso se instalaría fibra nueva, no renunciándose a mayores alcances si las condiciones de la red existente lo permiten.

El Licitador describirá en su Oferta Técnica las características técnicas detalladas de los diferentes equipos que conforman la Unidad de Detección DAS, demostrando que con dichas características será posible alcanzar los rangos de detección y resolución espacial indicados. Se deberá indicar entre otros:

- Arquitectura general y detallada de la Unidad de Detección.
- Función de cada uno de los equipos.
- Espectro de muestreo.
- Longitud de onda del Láser.
- Otros parámetros que, a juicio, del Licitador puedan ser necesarios destacar de cara a una correcta operación del sistema.

La empresa consultora deberá aportar un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para permitir la operatividad de la Unidad de Detección DAS en caso de interrupción de la

alimentación principal. La autonomía de dicho SAI será como mínimo de 20 minutos. La SAI estará también integrada en el armario.

La unidad DAS tendrá la consideración de elemento propiedad del adjudicatario que este pone a servicio del proyecto. En este sentido ETS no asumirá ninguna responsabilidad por daños o vandalismo causados en este elmento, siendo por cuenta del adjudicatario el mantenimiento y reposición del mismo en el caso de daños. A la finalización del proyecto el adjudicatario, si asi lo desea, podrá retirar el equipo.

3. Sala técnica

La Unidad de Detección DAS será instalada en una sala técnica asociada a una dependencia técnica de ETS dentro el trazado seleccionado.

La fibra óptica del trazado deberá ser conexionada con la unidad interrogadora. Para ello es preciso el tendido y conexión en ambos extremos de un latiguillo de Fibra Óptica, que permita la continuidad de la fibra presente en el repartidor con el equipo alojado en el armario de la empresa consultora.

Ya que en ciertos casos puede ser necesario que la Fibra Óptica a supervisar por el sistema deba disponer de una terminación específica, el Licitador deberá considerarlo en su propuesta.

4. Cámaras de comprobación

Para mayor fiabilidad del sistema de detección, la empresa consultora deberá instalar cámaras de comprobación de alarmas, que serán ubicadas en el tramo definido para mejorar la fiabilidad del sistema. El objeto de esta instalación es la detección de que la información recibida es correcta o de si se trata de falsos positivos.

Las cámaras instaladas deberán disponer de la tecnología y aplicaciones adecuadas para poder desarrollar su finalidad, entre ellas, la opción de grabación.

5. Centro de tratamiento, almacenamiento y gestión de datos.

La propuesta incluirá todos los dispositivos y sus características mínimas para la recepción, trasmisión y gestión de los datos extraídos.

Así, la propuesta incluirá una descripción detallada de la forma en la que el sistema trasmite la información y cómo se almacena.

- **Nodo central**:

Dispositivo que se configura como un módulo central que permitirá la interconexión de redes y de información recibida con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación.

Entre sus funcionalidades estarán las de:

- Recibir las señales del sistema DAS.
- Generar alarmas en tiempo real ante eventuales peligros.
- Enviar información a la Infraestructura de almacenamiento de datos.

- **Infraestructura de almacenamiento de datos.**

Se tratará de una infraestructura cloud, que registrará en la nube toda la información del sistema:

- Datos raw e información procesada del despliegue para gestión de históricos
- Software de la aplicación
- Algoritmos necesarios para la plena funcionalidad del sistema

- **Centro de control y de toma de decisiones:**

Se describirá minuciosamente la forma de gestión y control de los datos recibidos, además de la interpretación de los mismos y los algoritmos aplicados, así como la forma en la que se accede a esta información.

El sistema habrá funcionar de forma permanente o, en su defecto, activarse automáticamente cuando se reciban datos.

La gestión de alarmas tendrá que disponer de varios niveles, los cuales deberán ser consensuados con la dirección del proyecto. Se establecerán distintas categorías y, en función de la alarma generada, se establecerá una información para revisión bien por los técnicos de ETS o bien para su trasmisión al puesto de mando para que establezca las precauciones debidas en la circulación.

- **Aplicación web.**

Aplicación Web alojada en infraestructura cloud con accesibilidad desde cualquier dispositivo con conexión a Internet.

Sus funciones serán, al menos, las siguientes:

- Configuración remota del sistema

- Visualización del estado de la red de fibra óptica
- Gestión de alertas y alarmas
- Visualización de datos históricos
- Análisis de la evolución del estado del talud y gestión de predicciones
- Otras que el usuario final determine en la fase de validación en aras de una mejor experiencia y resultado.

8.- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

La valoración y abono de los trabajos realizados por el Consultor se efectuará según el siguiente calendario de hitos, que se entregará en los tres primeros días del mes.

Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en taludes.

FASES	HITO	PLAZO MAX.	% TOTAL
1. Gestión del proyecto	Entrega del Proyecto del Programa de Trabajo.	1 MES	
2. Actuaciones auxiliares	<u>Estado inicial. Información previa.</u> Entrega de un estudio de la situación de las necesidades de ETS para la implantación del proyecto que incluya los taludes identificados y la selección justificada de aquellos en los que se llevará a cabo la prueba piloto.	2 MESES	
3. Ingeniería de la solución	Documento resumen donde se recojan las necesidades o requisitos que debiera de cumplir el nuevo sistema de detección temprana de movimientos en taludes mediante sensores de bajo coste.	6 MESES	

4. Desarrollo del sistema	Entrega de prototipos plenamente funcional configurado por una red de sensores de bajo coste, el método de ensayo y/o uso del producto, así como los controles de mantenimiento y calidad que deberán de ser incorporados en su utilización.	5 MESES	
5. Prueba piloto	Informe de ejecución del protocolo de pruebas propuesto.	1 MES	
6. Integración y validación	Informe de validación técnica de la solución.	3 MESES	
7. Seguimiento del funcionamiento del sistema	Informes mensuales de Comportamiento del sistema	15 MESES	

Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en fibra óptica.

FASES	HITO	PLAZO MAX.	% TOTAL
1. Gestión del proyecto		1 MES	
2. Actuaciones auxiliares	Estado inicial. Información previa. Entrega de un estudio de la situación de las necesidades de ETS para la implantación del proyecto que incluya los taludes identificados y la selección justificada de aquellos en los que se llevará a cabo la prueba piloto. Análisis de la Fibra Óptica de la red ETS y del inventario de taludes. Estudio pormenorizado del estado	2 MESES	

	de la fibra óptica instalada en la red de ETS, justificando la viabilidad de su uso para los fines definidos en este pliego.		
3. Ingeniería de la solución	Documento resumen donde se recojan las necesidades o requisitos que debiera de cumplir el nuevo sistema de detección temprana de movimientos en taludes.	6 MESES	
4. Desarrollo del sistema	Entrega de prototipo plenamente funcional configurado por una red de fibra óptica, el método de ensayo y/o uso del producto, así como los controles de mantenimiento y calidad que deberán de ser incorporados en su utilización.	5 MESES	
5. Prueba piloto	Informe de ejecución del protocolo de pruebas propuesto.	1 MES	
6. Integración y validación	Informe de validación técnica de la solución.	3 MESES	
7. Seguimiento del funcionamiento del sistema	Informes mensuales de Comportamiento del sistema	15 MESES	

Las certificaciones se confeccionarán aplicando los precios unitarios fijados por el Consultor en su propuesta.

9.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El plazo máximo para la realización de los trabajos objeto del presente pliego y ambos lotes es de 24 meses a contar desde la formalización del acta de inicio de los trabajos.

10.- LUGAR DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

La prestación de los servicios definidos en el presente pliego se acometerá en las siguientes localizaciones:

Lote 1: Sistema de bajo coste para la detección temprana de movimientos en Taludes, cuyo objeto es el desarrollo de la metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes mediante una red de sensores inalámbricos de bajo coste.

- Se realizará, según lo definido en la Fase 2 del Plan de Trabajo, un análisis del inventario de taludes y, en base a ello, la selección de la localización de dos puntos para la instalación de los dos prototipos y la realización de las pruebas piloto.

Lote 2: Sistema de detección temprana de movimientos en taludes basado en Fibra Óptica, cuyo objeto es el desarrollo de la metodología y de un sistema para la detección temprana de movimiento de taludes mediante un sistema basado en tecnología de Fibra Óptica.

- Según lo definido en la Fase 2 del Plan de Trabajo, al inicio de la ejecución del Contrato, ETS definirá el trazado de línea ferroviaria a supervisar. Junto con la empresa consultora, analizará el estado y alcance de la red de fibra óptica existente en la red y su usabilidad a los fines que se definen en este documento, así como todos los parámetros asociados a la instalación del sistema en ese trazado.

  De la misma forma, se estudiará y determinará el número de taludes e infraestructuras asociadas tales como túneles, muros, puentes, edificios, etc susceptibles de ser controlados por el sistema.

  Se realizará una selección, de forma consensuada entre ETS y la empresa consultora, de aquel o aquellos que mejor cumplan los requisitos de aplicación del proyecto y que, al mismo tiempo, sean considerados por parte de ETS de especial interés por sus características y localización, en los cuales se llevará a cabo el proyecto.

11.- SEGURIDAD

La empresa adjudicataria adoptará las medidas de seguridad y salud en el trabajo que sean obligatorias para prevenir de manera rigurosa los riesgos que pueden afectar a la vida, integridad y salud de las personas trabajadoras. Asimismo, deberá acreditar el cumplimiento de las obligaciones siguientes:

- La evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva correspondiente a la actividad contratada.
- La formación e información en materia preventiva a las personas adscritas a la ejecución del contrato.
- El justificante de la entrega de equipos de protección individual que, en su caso, sean necesarios.

La empresa adjudicataria deberá acreditar el cumplimiento de estos extremos mediante la siguiente documentación:

- Declaración responsable sobre las medidas de seguridad y salud laboral adoptadas en la ejecución de la actividad contratada, con la correspondiente evaluación de riesgos, así como sobre las medidas relativas a la formación e información en materia preventiva a las personas adscritas a la ejecución del contrato. Si fuera necesario hacer entrega de algún equipo de protección individual, también se hará constar.
- Adopción de las medidas necesarias para evitar que de la ejecución del contrato puedan derivarse daños al personal municipal o a los ciudadanos en general. La empresa adjudicataria deberá adoptar las medidas necesarias derivadas del análisis de riesgos para evitar que de la ejecución del contrato puedan derivarse daños al personal municipal o a los ciudadanos en general.

Las personas trabajadoras destinadas a la ejecución del contrato deberán estar afiliadas y en situación de alta en la Seguridad Social. A efectos de acreditar el cumplimiento de esta obligación, la empresa adjudicataria deberá presentar al inicio de la ejecución del contrato, una declaración responsable en la que se señale que las personas trabajadoras destinadas a la ejecución del contrato están afiliadas y en situación de alta en la Seguridad Social En todo caso, el órgano de contratación podrá solicitar, cuando lo considere oportuno, la aportación de la documentación que acredite el contenido de la declaración responsable.

Con carácter previo a la finalización del contrato, la empresa adjudicataria deberá presentar un informe relativo al cumplimiento de las obligaciones sociales que le son

exigibles legalmente, así como del cumplimiento de las obligaciones recogidas en este apartado.