

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS RELATIVAS A LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO OFFSHORE PARA LA PLATAFORMA DE I+D+i PLEMCAT DE LA FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA DE CATALUNYA (IREC)

**PROCEDIMIENTO ABIERTO SUJETO A REGULACIÓN ARMONIZADA
CONTRATACIÓN COFINANCIADA CON FONDOS NEXT GENERATION EU**

EXPEDIENTE Nº 23-1088

ÍNDICE

1. Antecedentes y justificación de la necesidad	2
2. Objeto e indicaciones	2
2.1 Objeto	2
2.2 Indicaciones	3
3. Antecedentes geológicos y geofísicos	4
3.1 Localización del proyecto	4
3.2 Antecedentes geotécnicos: estudio de escritorio	5
3.3 Antecedentes geofísicos. Estudio realizado.....	8
4. Descripción de los trabajos a desarrollar. Alcance del estudio geofísico	11
4.1 Especificaciones técnicas generales requeridas y orientaciones a seguir	12
4.2 Paquete de estudio Baseline	16
4.3 Paquete de estudio opcional	21
4.4 Trabajos de postprocesado	22
4.5 Entregables	24
5. Descripción de los trabajos a desarrollar. Alcance del estudio geotécnico	25
5.1 Área de urbinas y núcleo de interconexión	25
5.2 Zona de exportación de cables	28
5.3 Horizontal direccional drillado (HDD)	31
5.4 Pruebas en laboratorio e in situ.....	32
5.5 Informes.....	33
5.6 Resumen de todas las exploraciones geotécnicas in situ	33
6. Condiciones de ejecución	36
6.1 Piezocón penetración de cono (CPTU)	36

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387

+34 933 562 615 www.irec.cat

1

Finançat per



6.2 Pruebas de laboratorio	38
6.3 Pistoncorer (PC)	38
6.4 Vibrocorers (VC).....	39
6.5 Borehole (bh).....	39
7. Resumen de las tareas a realizar en el ámbito correspondiente a la campaña geofísica y a la campaña geotécnica	43
8. Documentos a entregar con la proposición.....	46
9. Plazos de ejecución.....	46
10. Desarrollo de los trabajos.....	46
11. Medios materiales y obtención de autorizaciones o permisos	47
12. Equipo de trabajo	47
12. Condiciones de pago.....	48

1. Antecedentes y justificación de la necesidad

La Fundació Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC) es la entidad responsable del desarrollo de la Plataforma de I+D+i (PLEMCAT). El objeto de este proyecto es el desarrollo de una Plataforma de I+D+i vinculada al avance de las tecnologías de generación eólica marina flotante y otras tecnologías del mar, situada frente a la costa sur del Golf de Roses y la Bahía de Pals. El objetivo es proporcionar una infraestructura para probar y demostrar prototipos de generación marina.

Para el correcto desarrollo de dicha plataforma, es necesario conocer en detalle el suelo marino para poder realizar el diseño adecuado de esta a efectos de su posterior puesta en marcha.

2. Objeto e indicaciones

2.1 Objeto

El objeto del presente pliego es definir las características técnicas y funcionales que regirán la contratación del servicio de elaboración de un estudio geotécnico y geofísico offshore necesario para caracterizar geológica y geotécnicamente los materiales afectados por el proyecto Plataforma de I+D+i (PLEMCAT) titularidad del IREC en el área marina indicada en el Anexo 1.

Esta afección corresponde a lo que se puede dividir en las siguientes áreas diferentes, con sus respectivos lugares de exploración:

- Centro de interconexión (cuatro puntos de anclaje) y dos turbinas (cuatro puntos de anclaje cada uno).
- Cable de exportación.

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387
+34 933 562 615 www.irec.cat

2

Finançat per



- Perforación Direccional Horizontal (HDD) que corresponde a las obras de transición marítimo-terrestre.

2.2 Indicaciones

Se indica que "campana/estudio geotécnico propuesto" y "campana/estudio geotécnico complementario" se utilizan en este documento como expresiones equivalentes.

Figuras:

Todas cedidas por Sener.

Referencias:

- [1] PALEOPAISATGE FLUVIO-ESTUARI D'EMPURIES, Jordi Montaner et al. INSTITUT D'ESTUDIS DEL BAIX EMPORDÀ (Ed.), Sant Feliu de Guíxols, 2014. Núm. 33, pág. 11 a 53.

Normas, códigos y reglamentos:

- [2] ROM 0.5-05, Recomendaciones geotécnicas para el Diseño de obras Marítimas y Portuarias, 2005.
[3] EN 1997. Eurocódigo 7 – Diseño Geotécnico, 1999.
[4] NC SE-02: Norma de Construcción Sismorresistente, Ministerio de Fomento, 1997.
[5] NORSOK G-001. Investigaciones de suelos marinos 2004.
[6] Nota de orientación NI 605 DT R00 E Geotechnical and Foundation Design, Bureau Veritas 2014.
[7] DNVGL-RP-0360. Cables de alimentación submarinos en aguas poco profundas.

Otras publicaciones:

- [8] Robertson, PK y Cabal, KL (2015). Guía CPT para ensayos de penetración de conos en ingeniería geotécnica.
[9] Somerfield, P. y M. Warwick, R. 2013. Meiofauna Techniques.

Campañas de estudios existentes:

- [10] Informe de resultados de la campaña de hidrografía y geofísica (mayo, 2021), cedido por TRAMUNTANA, S.L.
[11] Informe de campaña ambiental en el marco de los estudios para el proyecto de parque eólico marino Tramuntana (mayo, 2021), cedido por TRAMUNTANA, S.L.

Durante el desarrollo de los trabajos se observarán todas las normas, instrucciones, recomendaciones y demás disposiciones técnicas aplicables que regulen aspectos del objeto del contrato y, en todo caso, lo previsto en el pliego de cláusulas administrativas y las condiciones técnicas contenidas en el presente pliego.

3. Antecedentes geológicos y geofísicos

3.1 Localización del proyecto

El área del proyecto está situada en el norte de la costa catalana, en la provincia de Girona, concretamente en la Costa Brava, frente al Golf de Roses, al SE del Cap de Creus.

El área del proyecto costa afuera se ubica desde la costa a una distancia aproximada de 24 km, como se puede apreciar en la siguiente figura:

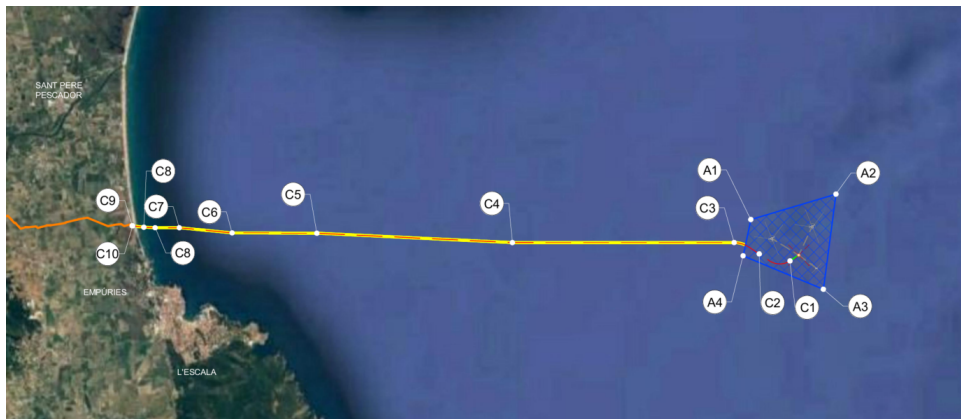


Figura 1. Plano general del área costa afuera del proyecto. Fuente Sener

En la siguiente figura se muestra el área donde se ubicará el hub de interconexión y las turbinas:

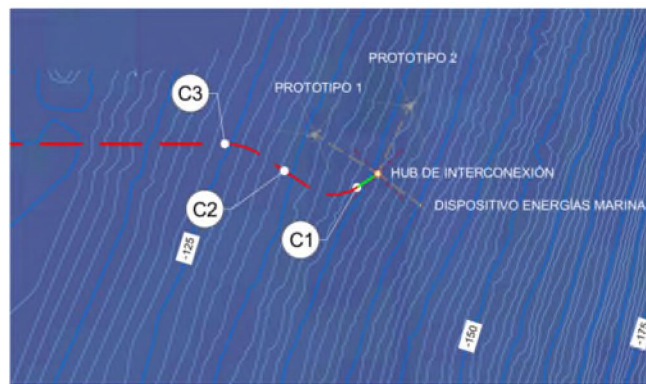


Figura 2. Área de los anclajes para el buje y dos turbinas. Fuente Sener

La siguiente tabla muestra las coordenadas de los principales puntos que delimitan el área del proyecto.

Punto	Coordenadas UTM ETRS89 31 N	
	X (metro)	Y (m)
A1	532.840,49	4.666.474,94

Punto	Coordenadas UTM ETRS89 31 N	
	X (metro)	Y (m)
A2	536.062,30	4.667.436,02
A3	535.585,94	4.663.842,48
A4	532.548,66	4.665.106,02
C1	534.320,70	4.664.912,44
C2	533.156,32	4.665.177,00
C3	532.209,08	4.665.606,02
C4	523.821,09	4.665.606,02
C5	516.422,74	4.665.958,46
C6	513.219,55	4.665.970,66
C7	511.219,55	4.666.166,97
C8	510.310,83	4.666.166,95
C9	509.437,35	4.666.241,17
C10	509.452,53	4.666.241,17

Tabla 1. Coordenadas de puntos. Fuente Sener

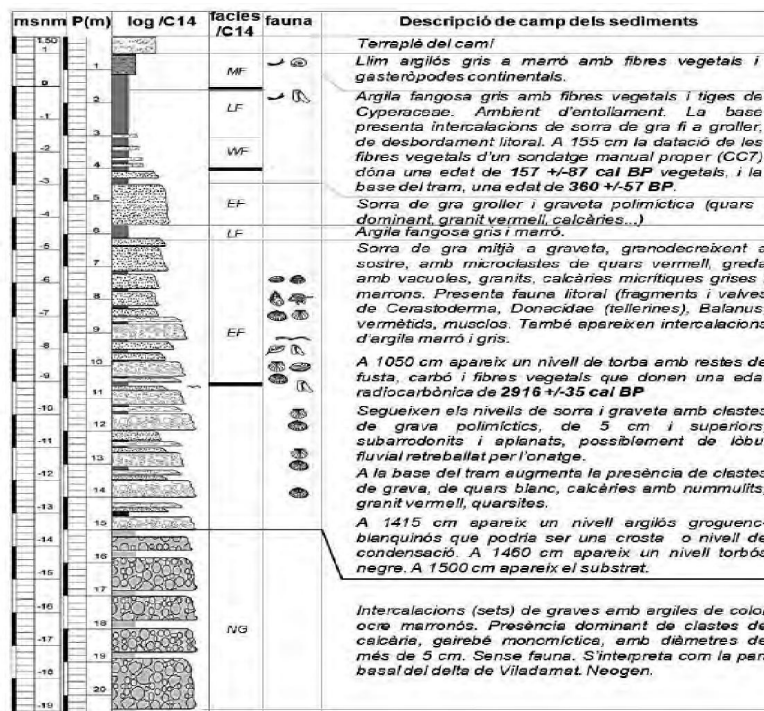
El siguiente apartado describe los materiales geológicos que afectan el área del proyecto de acuerdo con los antecedentes disponibles.

3.2 Antecedentes geotécnicos: estudio de escritorio

Este apartado es solo informativo y se utilizará como guía para realizar los estudios geofísicos y geotécnicos. Representa una aproximación muy estimativa a la caracterización geológica y geotécnica.

Se dispone de un sondeo cercano a la zona de transición marítimo-terrestre (SME-1) a 1 km aproximadamente, así como mapas geológicos de la zona costera.

La siguiente figura muestra la ubicación en planta de este pozo y su columna litológica.



Shaping Energy for a Sustainable Future

Las siguientes figuras muestran dos perfiles geológicos que incluyen el área de estudio correspondiente a la transición entre la parte terrestre y marina de la ruta del cable de exportación. Como se puede apreciar en las figuras, esta transición está formada por materiales del Holoceno, en concreto:

- Arenas fluviales y/o deposición litoral. Están ubicados en y cerca de la costa.
- Fangos limosos y arcillosos. Estos aparecen a medida que nos alejamos de la costa mar adentro.

Se observa que el espesor de los sedimentos del Holoceno aumenta hacia el mar, donde el contacto entre los materiales del Holoceno y el sustrato rocoso (ya sea Neógeno o Mesozoico) se produce a mayor profundidad hacia el mar.

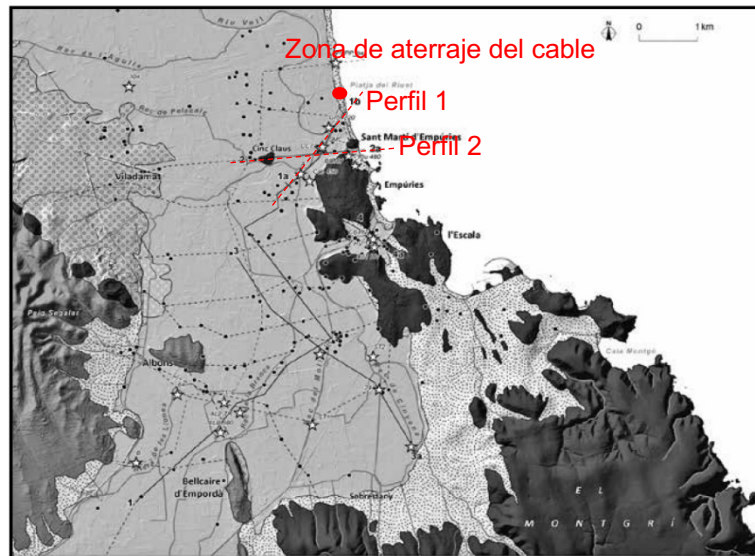


Figura 4. Vista en planta de los perfiles geológicos y zona de transición del Proyecto entre las áreas onshore-offshore.

Fuente: [1]

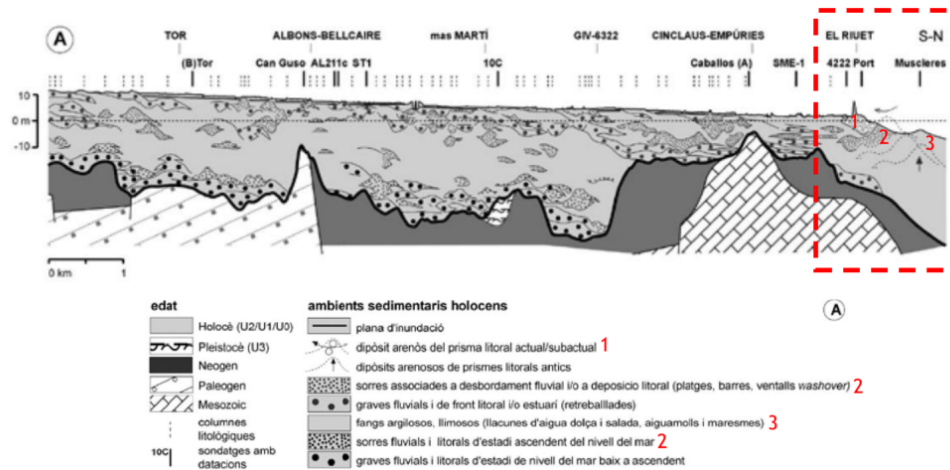


Figura 5. Perfil 1. El rectàngulo rojo muestra el área del Proyecto. Fuente: [1]

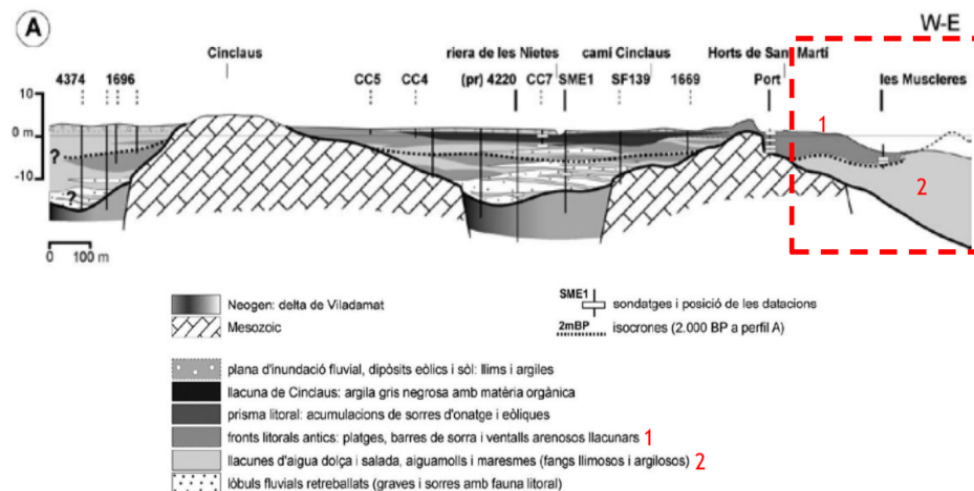


Figura 6. Perfil 2. El rectàngulo rojo muestra el área del Proyecto. Fuente: [1]

3.3 Antecedentes geofísicos. Estudio realizado

Este apartado es solo informativo y se utilizará como guía para realizar los estudios geofísicos y geotécnicos. Representa una aproximación muy estimativa a la caracterización geológica y geotécnica.

En febrero y marzo de 2021 se llevó a cabo una campaña geofísica en la zona offshore donde se ubicará la Plataforma PLEMCAT consistente en la ejecución de un sonar de barrido lateral, sísmica de reflexión, magnetometría y batimetría. Como parte de esta campaña, también se tomaron muestras superficiales del

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387

+34 933 562 615 www.irec.cat

8

Finançat per



fondo marino para su posterior análisis y obtención de sus granulometrías. El siguiente es un resumen de los resultados obtenidos durante esa campaña:

- Sonda de barrido lateral (SSS). Esta técnica permitió la detección de sustrato limoso en gran parte del área del proyecto (área de color gris claro en la siguiente figura). La presencia de sedimento limoso es consistente con los antecedentes geológicos discutidos anteriormente y con las granulometrías de las muestras superficiales obtenidas (ver Figura 9), donde la presencia de limo arcilloso es generalizada.

En conjunto, la presencia de materiales limosos en superficie supone aproximadamente el 95% del área estudiada.

SSS también detectó la presencia de sedimentos arenosos en la parte menos profunda del área de estudio, cerca de la línea de costa. Esto es consistente con los resultados de las granulometrías obtenidas y los antecedentes consultados.

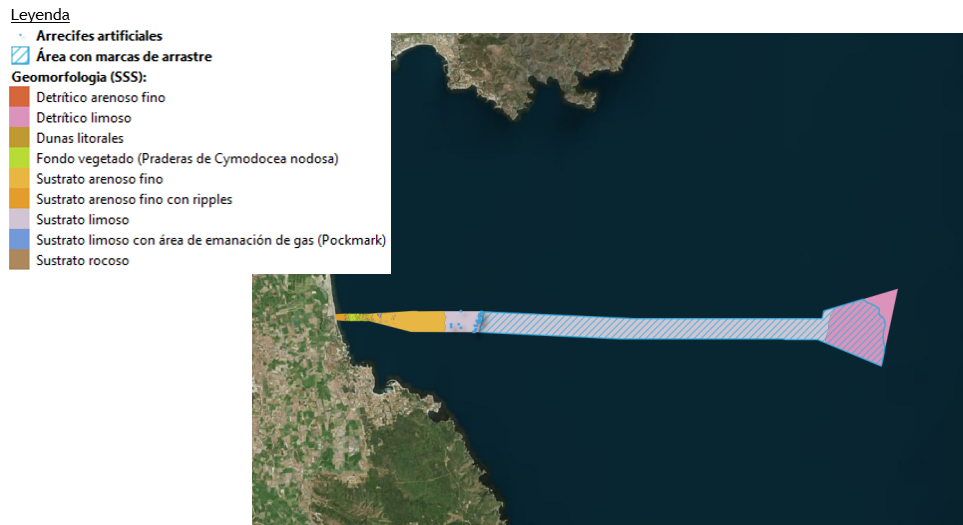


Figura 7. Materiales encontrados durante la SSS. Fuente: [5]

- Reflexión sísmica. La sísmica de reflexión ha proporcionado el mapa de isópacas que muestra el espesor de los sedimentos no consolidados desde el lecho marino hasta el basamento acústico. El basamento acústico puede interpretarse como formaciones con concentraciones de material grueso en la columna sedimentaria y/o atenuación gradual de la señal a lo largo de las capas sedimentarias. El mapa de isópacas de sedimentos no consolidados se muestra en la siguiente figura.

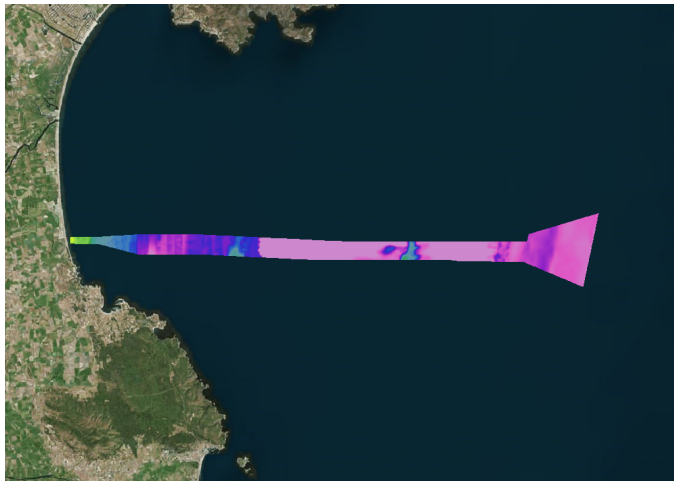


Figura 8. Mapeo de isópacas sísmicas de reflexión. Fuente: [5]

A partir de la sísmica de reflexión, se han diferenciado diferentes tipos de materiales para diferentes áreas:

- Cable de exportación near-shore mediante HDD. En esta zona se encuentra la unidad arenosa hasta el sótano acústico.
- Área de cable de exportación. A medida que el corredor se aleja de la orilla, se empiezan a detectar más espesores sedimentarios y, a su vez, los materiales tienden a tener granulometrías más finas que, a partir de cierta profundidad, comienzan a ser prácticamente de tipo limoso y arcilloso en toda la columna estratigráfica detectada. Esto sería coherente con la información obtenida en el fondo.
- Área de turbinas y hub de interconexión. La existencia de una primera unidad se observa a lo largo de todo el registro. Se estima una capa cohesiva bastante homogénea. El espesor sedimentario detectado es máximo en el área del proyecto.

A continuación, se muestra la ubicación de las muestras superficiales obtenidas y sus respectivos tamaños de partículas:

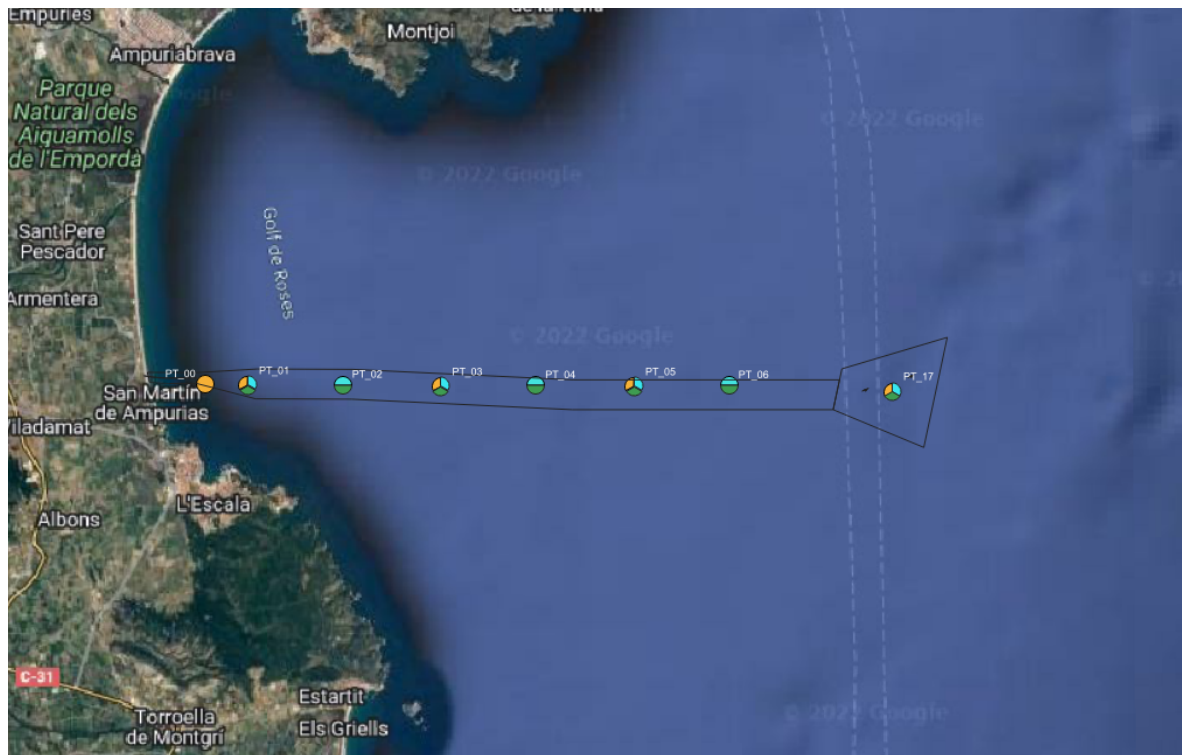


Figura 9. Ubicación en planta de las muestras superficiales obtenidas. Fuente: [6]

	PT_00	PT_01	PT_02	PT_03	PT_04	PT_05	PT_06
ARENAS	90	90	40	18	10	16	8
LIMOS	8	8	50	61	62	61	65
ARCILLAS	2	2	10	21	28	23	26

Figura 10. Resumen de los resultados del análisis de tamiz. Fuente: Sener

Como se mencionó anteriormente, en los primeros kilómetros (aproximadamente 7 km) se han detectado sedimentos arenosos (PT_00 y PT_01) y limo arenoso (PT_03). A partir de este punto y en el resto del área del proyecto se detectan sedimentos limosos y limos arcillosos en superficie.

4. Descripción de los trabajos a desarrollar. Alcance del estudio geofísico

El objetivo de este estudio es obtener información detallada para caracterizar la naturaleza geomorfológica del fondo marino y cuantificar el espesor de los sedimentos no consolidados sobre el sustrato duro, así como

identificar las zonas peligrosas del fondo marino (deslizamientos, zonas rocosas) y la presencia de elementos antrópicos sobre ella.

Este levantamiento se realizará sobre la base de recorridos longitudinales previstos para cubrir completamente toda la zona de trabajo, en función del tirante del agua.

El levantamiento geofísico comprenderá el levantamiento simultáneo por sonar de barrido lateral, perfilador sísmico y magnetómetro de las mismas áreas. Este levantamiento estará preferentemente sincronizado con el levantamiento batimétrico mediante sonda multihaz y con el sistema de posicionamiento global (GPS) del buque.

El encargado de la prospección geofísica entregará al responsable designado por el IREC un informe diario del área recorrida y de las observaciones realizadas durante el día, con la identificación preliminar de posibles elementos críticos para la viabilidad del proyecto (presencia de arrecifes, pecios u otros elementos antrópicos, roca somera, formaciones coralinas, praderas de fanerógamas, etc.).

4.1 Especificaciones técnicas generales requeridas y orientaciones a seguir

4.1.1 Áreas de estudio

La campaña geofísica cubrirá como mínimo el área de estudio como se muestra en la Figura 1.

El área a medir está definida por:

- Área de turbinas y nodo de interconexión definida por el polígono delimitado por A1, A2, A3 y A4, con una superficie aproximada de 782,3 Ha.
- Área de cable de exportación definida por una línea recta que une los puntos C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 hasta la batimetría +1m (Nivel del Mar en Alicante (NMMA)). El área del cable de exportación está definida por un ancho de 300m (150m a cada lado del cable de exportación) y una longitud aproximada entre el punto C1 y C8 de 23,4 km.
- Área de levantamiento MBES muy alta definida por una línea recta que conecta los puntos C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 hasta la batimetría +1m (Nivel del Mar en Alicante (NMMA)). El área del cable de exportación está definida por un ancho de 30m (15m a cada lado del cable de exportación) y una longitud aproximada entre el punto C1 y C8 de 23,4 km.
- Área HDD: Desde los puntos C7 al C9, con una longitud aproximada de 1,8 km.

Área de turbinas y nodos de interconexión

Como mínimo, se requieren los siguientes levantamientos a los fines del levantamiento geofísico dentro del área de las turbinas y el centro de interconexión:

- Gradiometría magnética general (espaciado de línea de levantamiento de 40 m).
- Los datos de alta precisión de la ecosonda multihaz (MBES) y del sonar de barrido lateral (SSS) se utilizan en combinación para el mapeo y la distribución de objetos en el lecho marino.
- Perfiladores de subfondo (SBP) tipo Chirp y tipo Sparker para analizar la estructura del fondo marino. El espacio entre líneas del estudio sísmico en una sección de ruta de cable debe ser lo suficientemente

pequeño para detectar todos los estratos de suelo de importancia para el diseño y la instalación de cables entre arreglos y cables de amarre y anclajes.

- Conductividad térmica del subsuelo (medida indirecta).

El siguiente estudio es opcional y se confirmará al inicio del proyecto:

- Magnetometría Local cubriendo exploraciones “in situ” (Pistoncorers, Vibrocorers, Boreholes). Este estudio es opcional y se confirmará en base al estudio de escritorio UXO.

4.1.1.2 Área de cable de exportación

El estudio tendrá como objetivo detectar todas las características que puedan influir en la ruta del cable o en la intervención del lecho marino, incluidos:

- Obstrucciones en forma de afloramientos rocosos, campos de cantos rodados, etc., que podrían requerir operaciones de nivelación o remoción antes de la instalación del cable.
- Peligros geológicos como pendientes potencialmente inestables, ondas de arena, marcas de viruela, depresiones significativas y erosión en forma de patrones de socavación o depósitos de material.
- Infraestructura existente y planificada, como tuberías submarinas, cables eléctricos y cables de comunicación y restos de naufragios.
- Hallazgos arqueológicos o culturalmente significativos.
- Áreas de alta corriente.

Como mínimo, se requieren los siguientes levantamientos para el levantamiento geofísico dentro del área del cable de exportación:

- Gradiometría magnética (espaciado entre líneas de levantamiento de 40 m).
- Los datos de alta precisión de la ecosonda multihaz (MBES) y del sonar de barrido lateral (SSS) se utilizan en combinación para el mapeo y la distribución de objetos en el lecho marino.
- Sub Bottom Profiler (SBP) tipo Chirp para analizar la estructura superficial del fondo marino. El espacio entre líneas del estudio sísmico en una sección de ruta de cable debe ser lo suficientemente pequeño para detectar todos los estratos de suelo de importancia para el diseño y la instalación del cable.
- Conductividad térmica del subsuelo (medida indirecta).

Los siguientes estudios son opcionales y se confirmarán al inicio del proyecto:

- Magnetometría Local cubriendo exploraciones “in situ” (Pistoncorers, Vibrocorers, Boreholes). Este estudio es opcional y se confirmará en base al estudio de escritorio UXO.
- Ecosonda multihaz de muy alta precisión (MBES) (Resolución de 20 cm) dentro de un área limitada que abarca la ruta del cable de exportación. Este estudio MBES adicional opcional y se confirmará antes del inicio de la campaña MBES de alta precisión para realizar el estudio MBES de muy alta precisión durante la misma campaña.

4.1.1.3 Área de disco duro (HDD)

Como mínimo, se requieren los siguientes levantamientos para el levantamiento geofísico dentro del área de cable de exportación menos profunda:

- Tomografía de resistividad eléctrica (ERT): para determinar la presencia y ubicación de áreas de rocas poco profundas o cantos rodados grandes para informar aún más el diseño de la perforación direccional horizontal (HDD).
- Estudio de refracción sísmica.
- Conductividad térmica (medida indirecta).

Se ejecutarán un mínimo de tres (3) perfiles de estudio ERT. Una estará alineada con la ruta del cable y las otras dos líneas estarán ubicadas a 50m (distancia por confirmar en una etapa posterior) a cada lado de la línea de levantamiento central.

Los siguientes estudios son opcionales y se confirmarán al inicio del proyecto:

- Magnetometría Local que cubre exploraciones in situ" (Pistoncorers, Vibrocorers, Boreholes). Este estudio es opcional y se confirmará en base al estudio de escritorio UXO.
- Conductividad térmica del subsuelo (medida directa).

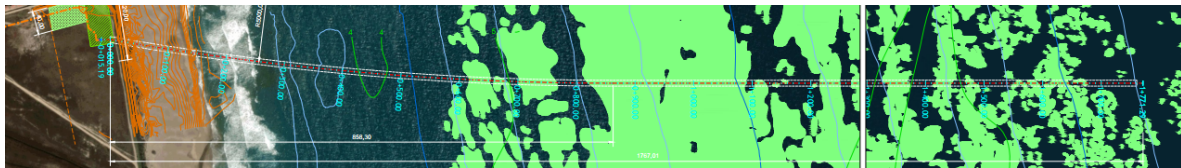


Figura 11. Configuración de diseño de HDD. Fuente Sener

4.1.2 Orientación y normas de aplicación

Estas exploraciones en el sitio se llevarán a cabo de acuerdo con la guía aplicable:

- SUT OSIG: Notas de Orientación para la Planificación y Ejecución de Investigaciones Geofísicas y Geotécnicas Terrestres para Desarrollos de Energía Renovable Costa Afuera.
- OGP: Directrices para la realización de estudios de sitios de riesgo de perforación en alta mar.
- DNVGL-RP-0360: Cables de energía submarinos en aguas poco profundas.
- Junta del programa de energía eólica marina: descripción general de estudios marinos geofísicos y geotécnicos para cables de transmisión de energía eólica marina en el Reino Unido.
- Carbon Trust CTC835, Evaluación de riesgo de entierro de cables.

Cualquier anomalía deberá ser especificada e informada, y la empresa licitadora deberá tomar medidas correctivas para su evaluación.

4.1.3 Requisitos del buque de reconocimiento

La embarcación propuesta para el reconocimiento debe cumplir con todos los códigos y estándares aplicables y con las reglamentaciones nacionales e internacionales, siguiendo altos estándares de seguridad. Deberá contar con los equipos necesarios de comunicación (radio, telefonía móvil o satelital, etc.) y de navegación (incluidos

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387

+34 933 562 615 www.irec.cat

14

los sistemas DGPS y USBL) y ser apta para operaciones de prospección hidrográfica, geofísica y muestreo a gran profundidad, con los siguientes requisitos mínimos:

- Autonomía operativa mínima: 10 días.
- Límites operativos: debe permitir la operación de equipos de prospección con condiciones límite de hasta 1,5 m de altura significativa de ola y 20 nudos de velocidad del viento.
- Medios de elevación a bordo capaces de desplegar, recuperar y manipular con seguridad equipos de prospección submarina y dispositivos de medición, muestreo e inspección a profundidades de hasta 150 m.
- Suministrar la energía de CA adecuada para operar todos los sistemas geofísicos simultáneamente sin interferencias, independientemente del suministro de energía de la red pública de la embarcación.
- Embarcación con huella acústica ubicada fuera del rango de frecuencia acústica del equipo de prospección a utilizar.
- Proporcionar espacio de oficina/área de trabajo para el posprocesamiento de datos a bordo, alojamiento y alimentación para todo el personal necesario para llevar a cabo las operaciones de inspección propuestas y un supervisor por parte del IREC en funcionamiento las 24 horas del día, los 7 días de la semana con los turnos y el personal requerido para realizar fuera dichas tareas.
- Equipos de seguridad para el personal de trabajo y tripulación, de acuerdo con el Convenio SOLAS (OMI, 1974) y el Convenio sobre Trabajo Marítimo (OIT, 2006).

Se debe disponer de una segunda embarcación de apoyo para garantizar la cobertura de las zonas menos profundas cercanas a la costa en caso de que la embarcación principal no permita la cobertura de las zonas menos profundas. Esta segunda embarcación deberá tener capacidad para operar el equipo de prospección a profundidades menores de 5 m.

La propuesta deberá indicar claramente la gestión de la inoperancia, identificando y cuantificando el riesgo asociado. Si se excluye la inoperancia, se debe indicar el costo por día de inoperancia y establecer los criterios correspondientes para considerar la inoperancia (umbrales de parámetros climáticos a considerar, fuentes de datos para el monitoreo, etc.). El número estimado de días de inoperatividad se indicará en la propuesta, considerando la ejecución de la campaña en los meses de la época del año en que se lleve a cabo.

Cabe señalar que se requerirá la redundancia del equipo principal de prospección, medición y muestreo a bordo durante la ejecución del estudio de campo. Esto asegura una mayor continuidad en la adquisición de datos, considerando que será posible continuar con la adquisición si algún equipo presenta falla.

En la propuesta se debe especificar si la embarcación para los estudios geofísicos y geotécnicos será la misma o se proponen diferentes embarcaciones. Para el estudio geotécnico es obligatorio proponer una embarcación que incluya sistemas DP.

4.1.4 Posicionamiento

Se aplicarán las siguientes consideraciones relacionadas con el posicionamiento:

- El Sistema de Referencia Geodésico será el Sistema de Referencia Terrestre Europeo (ETRS89), zona 31N.

- El nivel de referencia para sondeos y altitudes será el Nivel Medio del Mar de Alicante (NMMA), por lo que se requerirá el correspondiente enlace de levantamiento con el sistema geodésico nacional.
- Las unidades deben ajustarse al Sistema Internacional: palpadores en metros y unidades angulares en grados sexagesimales (000o 00,00).

Las coordenadas de precisión se obtendrán mediante GNSS en modo RTK, tanto de posición como de altura.

Un sistema de determinación de rumbo redundante y sensores de movimiento de alta precisión estarán disponibles en la embarcación, conectados al software de navegación topográfica. El sistema de rumbo tendrá una precisión mínima de 0,1° y el sistema de movimiento de 0,025° (cabeceo y balanceo) y 5 cm o 5% (oscilación), medido a dos desviaciones estándar de la media.

El posicionamiento en superficie se obtendrá mediante un Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS) de doble frecuencia. El sistema tendrá una precisión de posicionamiento inferior a $\pm 0,2$ m con una tasa de actualización del orden de 1 s.

Las posiciones y despliegues de los dispositivos submarinos (vehículos remolcados, remotos/autónomos) o las ubicaciones de muestreo se rastrearán por medio de un sistema de seguimiento de línea de base ultracorta (USBL) instalado a bordo del buque de inspección en alta mar. Todos los sistemas de seguimiento de posición proporcionarán un 100 % de redundancia.

Se utilizará un número suficiente de transpondedores/respondedores, con diferentes códigos y frecuencias, para permitir la realización de levantamientos sin interferencias mutuas. El sistema USBL funcionará con una precisión superior al 3% del rango.

Todo el equipo de posicionamiento debe estar debidamente calibrado durante el trabajo de campo previo y posterior.

4.2 Paquete de estudio Baseline

Este apartado define los requisitos mínimos asociados con los estudios incluidos en el paquete de estudios de referencia.

4.2.1 Ecosonda multihaz de alta precisión (MBES)

Los objetivos del levantamiento batimétrico serán los siguientes:

- Obtener la profundidad del agua y la topografía del fondo marino para toda el área de interés, con una resolución espacial mínima de 0,25 m para profundidades inferiores a 20 m y una resolución del 1% de la profundidad para las profundidades restantes.
- Calidad de datos: Se requiere un mínimo de 15 pings/m².
- Identificar las principales características del lecho marino, como pendientes pronunciadas, cañones, escarpes de fallas o sedimentos móviles.

El área de interés se estudiará utilizando un ecosonda multihaz (MBES) instalada a bordo. El grado de detalle del levantamiento y la precisión vertical debe cumplir con una precisión mínima de 40cm. Se aplican las

recomendaciones de la OHI S-44 (Normas de la OHI para Levantamientos Hidrográficos) y la OHI C-13 (Manual de Hidrografía).

El equipo de ecosonda multihaz que se utilizará en el estudio deberá proporcionar capacidades adecuadas con respecto a las frecuencias de emisión y la configuración del ángulo del haz y la velocidad de pulso para obtener una cobertura total (100%) del área de interés con una superposición mínima del 20% y la resolución espacial requerida. Se requiere un equipo con capacidad para prospectar con calidad adecuada el fondo marino hasta 150 m de profundidad.

Este equipo se complementará con un giroscopio y sensores de precisión que permitan registrar los movimientos de la embarcación (cabeceo, balanceo y guiñada) con una precisión superior a 0, 1o, una sonda de velocidad del sonido y un mareógrafo instalado junto a la zona de estudio (en caso de no tener acceso a los datos registrados por los mareógrafos de la red de Puertos del Estado en la zona) para desarrollar las correcciones necesarias.

El registro de adquisición en línea registrará todas las calibraciones y verificaciones relevantes, la velocidad de las verificaciones de sonido y las observaciones de adquisición registradas a lo largo del estudio. Los resultados del procesamiento provisional garantizarán el cumplimiento de las especificaciones en términos de cobertura, densidad de sondeo, incertidumbre y correcciones de movimiento/mareas, con gráficos de datos producidos para demostrar el cumplimiento. Las cuadrículas preliminares procesadas se producirán de acuerdo con los requisitos de los entregables intermedios.

Se llevará a cabo un control de calidad de la adquisición de datos a bordo a través de un sistema de control de calidad estandarizado de levantamiento batimétrico.

4.2.2 Sonda de exploración lateral (SSS)

Se realizará un levantamiento geofísico de superficie mediante un Sonar de Barrido Lateral (SSS), para definir claramente los afloramientos naturales y las tipologías actuales del fondo marino, así como para detectar cualquier objeto antrópico que pueda estar ubicado en el fondo marino.

Para ello se utilizarán sistemas de sonar con frecuencias entre 455 y 900 kHz. La cobertura garantizará una cobertura del 220 % sin brecha de nadir.

Se requiere el cruce de perfiles topográficos cada 500m. Al menos una línea topográfica se alineará con la ruta de cable planificada.

Un ordenador equipado con adquisición digital de datos georreferenciados configurará el sistema de adquisición y registro.

Se seguirán perfiles paralelos sobre la zona de anclaje del aerogenerador, el nudo de interconexión y el recorrido del cable de exportación, de forma que se obtenga un registro ecográfico completo de la zona de interés, con un solapamiento mínimo del 20%. La salida de la señal del sonar permitirá la detección de tuberías, naufragios u objetos cuya mayor dimensión sea superior a 0,5 m.

La altura sobre el lecho marino de los peces remolcados y la velocidad de la embarcación se ajustarán para garantizar una cobertura completa del área de estudio.

Los datos recogidos serán procesados a bordo mediante un software específico, para obtener un sonograma georreferenciado. Este sonograma debe ser interpretado por un geofísico experimentado a bordo, de modo que se disponga de información temprana (posicionamiento de afloramientos rocosos, elementos antrópicos como naufragios o infraestructura, caracterización general de los tipos de fondo).

La imagen obtenida permitirá, tras su posterior análisis y postprocesado, identificar los cambios de diferentes materiales según su coeficiente de reflectividad (lodo, arena, grava y roca) y las formas de las principales formas del fondo marino (afloramientos, objetos antrópicos, cañerías, piedras, arroyos, canales, marcas, etc.).

4.2.3 Perfilador de subsuelo (SBP)

Simultáneamente se realizará un estudio geofísico complementario utilizando un sistema de perfilado de fondo acoplado al pez SSS en el mismo remolque.

Las líneas topográficas deberán considerar un espaciamiento máximo de 40m con cruces por lo menos cada 500m. Los requisitos del perfilador se presentan a continuación:

- Perfilador tipo chirp con frecuencias de operación entre 1000-8000 kHz con capacidad de penetración hasta por lo menos 10 m de profundidad, para detectar cualquier objeto intercalado en el sedimento, con una resolución vertical menor a 20 cm.
- Perfilador tipo Sparker con frecuencias de operación entre 50-4000 kHz con capacidad de penetración hasta por lo menos 50 m de profundidad, con resolución vertical menor a 50 cm.

La información se visualizará a bordo en tiempo real para el seguimiento y control de la campaña y se almacenará en formato digital para su posterior interpretación.

El equipo debe proporcionar un registro continuo del fondo y el sustrato a lo largo de los transectos realizados.

Todas las calibraciones, verificaciones y observaciones de adquisición relevantes registradas a lo largo del levantamiento se registrarán en el registro en línea de geofísica. Se registrarán todas las singularidades en el registro y, si los datos están fuera de especificación en cuanto a posicionamiento o imagen, se informará debidamente al responsable del estudio y se investigará la causa. Se mantendrá una hoja de control de calidad de las líneas de levantamiento y cobertura, registrando la aceptación/rechazo de datos después de la revisión fuera de línea.

Los registros sísmicos serán interpretados preliminarmente a bordo por un geofísico experimentado, para diferenciar preliminarmente los diferentes estratos geológicos y establecer espesores aproximados de sedimentos.

4.2.4 Magnetometría general

El objeto del levantamiento magnetométrico (gradiometría magnética) es la evaluación del nivel de alteración del campo magnético terrestre producido por objetos ferromagnéticos enterrados o en superficie, enfocado a la detección e identificación de posibles artefactos antrópicos enterrados (pecios, UXO u otros objetos significativos).

Se utilizará un magnetómetro marino con un rango operativo de 20 000 a 100 000 nT, una sensibilidad mínima de 0,004 nT/pHz rms y una resolución inferior a 1 nT.

El levantamiento de magnetometría se llevará a cabo mediante un conjunto de al menos 2 magnetómetros fijados a un marco rígido, procesados para optimizar la recuperación de la diferencia de campo magnético a lo largo de las líneas base conocidas de la estructura.

Las líneas topográficas deberán considerar un espaciamiento máximo de 40m con cruces por lo menos cada 500m.

A partir de los resultados de este sondeo que se entregarán al responsable por parte del IREC se elaborará un mapa de anomalías magnéticas, así como un informe descriptivo con la interpretación y caracterización de las anomalías detectadas (tamaño estimado y profundidad de enterramiento).

4.2.5 Conductividad térmica del subsuelo (medida indirecta)

La conductividad térmica del subsuelo se medirá considerando la medición indirecta a través de una sonda de aguja térmica portátil para mediciones de campo (en el buque) en muestras geotécnicas in situ de Vibrocorer (VC), Pistoncorer (PC) o Borehole (BH).

El número de medidas a realizar en cada VC, PC o BH variará, pero será de uno (1) o dos (2), dependiendo de la zona.

Para los revestimientos geotécnicos in situ recolectados dentro del área del eje de interconexión y el área del cable de exportación, se debe tomar inmediatamente un conjunto de mediciones desde la parte superior de cada sección para determinar la resistividad térmica a las siguientes profundidades objetivo: [0-0,5 m] – [0,5-1,5 m] – [1,5-2,5 m].

En el caso de los sondeos captados en el área de HDD la medición deberá cubrir todo el largo del sondeo (25m) se medirá cada tres (3) metros.

Antes de tomar una serie de mediciones, el aparato y sus sondas de aguja deben verificarse (y, si es necesario, calibrarse) tomando la medición de dos especímenes de referencia de resistividad térmica conocida. Las muestras y sus recipientes no deben exponerse a la lluvia, a las salpicaduras de agua de mar ni a la radiación solar.

El ensayo deberá ejecutarse antes de la descripción del suelo y/o ensayos in situ, para reducir al máximo la alteración de la muestra y se registrará la diferencia de tiempo si afecta los resultados. Se recomienda incluir todo el personal y equipo requerido a bordo del buque para continuar con la medición de la muestra. Para fines de control de calidad, la prueba también se realizará en un laboratorio en tierra. Como requisito mínimo, las pruebas se realizarán de acuerdo con la norma ASTM D5334-22a "Método de prueba estándar para la determinación de la conductividad térmica del suelo y la roca mediante el procedimiento de sonda de aguja térmica". Se valorarán positivamente los procedimientos alternativos que puedan demostrar un mayor control de calidad y/o una mejora de la guía propuesta.

4.2.6 Estudio de refracción sísmica

La empresa licitadora llevará a cabo un estudio de refracción sísmica de alta resolución, perfil único, incluido el procesamiento, la interpretación y la elaboración de informes.

Se utilizará el método de refracción sísmica de alta resolución para obtener una definición precisa y continua de las capas del suelo hasta 25 m. El estudio de refracción sísmica cubrirá la longitud del HDD desde -20 m de profundidad hasta la profundidad mínima permitida por los barcos de estudio. La longitud del perfil se estima aproximadamente en 1500 m. Se valorará positivamente una mayor longitud de la línea de levantamiento.

Se debe usar una mini pistola de aire comprimido con una cámara de 10 a 20 pulgadas cúbicas o equivalente. El cañón y la serpentina se remolcarán 1 m +/- 0,5 m por debajo de la superficie del mar. Se puede utilizar un canal único o multicanal para la grabación.

Los datos sísmicos se filtrarán y escalarán en línea y se registrarán en forma de trazas análogas o onduladas en papel de película térmica. Un filtro de oleaje estará disponible para su uso si es necesario o solicitado por el IREC.

Los datos sin procesar de la mini pistola de aire se registrarán en formato digital en un medio magnético para su procesamiento opcional. Los parámetros de adquisición para la mini pistola de aire serán:

- Intervalo de disparo: 1 s o más (múltiplo de la separación del hidrófono).
- Duración del registro: 0,5 s o menos 1 calle fondo marino múltiple.
- Configuración del filtro: A definir en el campo.
- Escalado: Se utilizará un TSS TVG o similar.
- Filtro de oleaje: Su uso será tomado y justificado en campo.

Los parámetros de grabación digital serán:

- Duración del registro: 0,5 s o menos Múltiple del primer lecho marino.
- Velocidad de muestreo: 1/4 ms.
- Filtros de grabación:
 - a. Corte alto: 1500 Hz.
 - b. Corte bajo: 60 Hz.

4.2.7 Tomografía de resistividad eléctrica (ERT)

La empresa licitadora realizará un levantamiento ERT de alta resolución, perfil único, incluyendo procesamiento, interpretación y elaboración de informes.

Se utilizará el método ERT de alta resolución para obtener una definición precisa y continua de las capas del suelo hasta 25 m. La línea de prospección del ERT cubrirá la longitud del HDD desde -20 m de profundidad hasta la profundidad mínima permitida por los buques de prospección. La longitud del perfil se estima aproximadamente en 1500 m. Se valorará positivamente una mayor longitud de la línea de levantamiento.

4.3 Paquete de estudio opcional

4.3.1 Ecosonda multihaz de muy alta precisión (MBES)

Los objetivos del levantamiento batimétrico serán los siguientes:

- Obtener la profundidad del agua y la topografía del lecho marino para el área de estudio MBES muy alta, con una resolución espacial mínima de 0,20 m.
- Calidad de datos: Se requiere un mínimo de 36 pings/m2.

El área de interés se estudiará utilizando una ecosonda multihaz (MBES) instalada a bordo. El grado de detalle del levantamiento y la precisión vertical debe cumplir con una precisión mínima de 5 cm. Se aplican las recomendaciones de la OHI S-44 (Normas de la OHI para Levantamientos Hidrográficos) y la OHI C-13 (Manual de Hidrografía).

El equipo de ecosonda multihaz que se utilizará en el estudio deberá proporcionar capacidades adecuadas con respecto a las frecuencias de emisión y la configuración del ángulo del haz y la velocidad de pulso para obtener una cobertura total (100%) del área de interés con una superposición mínima del 20% y la resolución espacial requerida. Se requiere un equipo con capacidad para prospectar con adecuada calidad el fondo marino hasta 135 m de profundidad.

Este equipo se complementará con un giroscopio y sensores de precisión que permitan registrar los movimientos de la embarcación (cabeceo, balanceo y guiñada) con una precisión superior a 0, 1º, una sonda de velocidad del sonido y un mareógrafo instalado junto a la zona de estudio (en caso de no tener acceso a los datos registrados por los mareógrafos de la red de Puertos del Estado en la zona) para desarrollar las correcciones necesarias.

El registro de adquisición en línea registrará todas las calibraciones y verificaciones relevantes, la velocidad de las verificaciones de sonido y las observaciones de adquisición registradas a lo largo del estudio. Los resultados del procesamiento provisional garantizarán el cumplimiento de las especificaciones en términos de cobertura, densidad de sondeo, incertidumbre y correcciones de movimiento/mareas, con gráficos de datos producidos para demostrar el cumplimiento. Las cuadrículas preliminares procesadas se producirán de acuerdo con los requisitos de los entregables intermedios.

Se llevará a cabo un control de calidad de la adquisición de datos a bordo a través de un sistema de control de calidad estandarizado de levantamiento batimétrico.

4.3.2 Magnetometría para UXO durante la investigación geotécnica in situ

Dependiendo de los resultados del estudio de escritorio de riesgo de UXO que estarán disponibles al inicio del proyecto y que no forman parte del objeto del servicio objeto de licitación, IREC confirmará la realización de una campaña magnetométrica específica dentro del área de la exploración geotécnica in situ (CPTU, Vibrocorer, Pistoncorer y Boreholes).

El levantamiento de magnetometría se realizará mediante un conjunto de magnetómetros fijados a un marco rígido para cubrir un área de 30mx30m. Se debe lograr la cobertura total del área.

Se utilizarán magnetómetros marinos con un rango operativo de 20 000 a 100 000 nT, una sensibilidad mínima de 0,004 nT/pHz rms y una resolución inferior a 1 nT.

Si es necesario, este estudio se realizará antes de las investigaciones geotécnicas in situ.

4.3.3 Conductividad térmica del subsuelo (medida directa)

La conductividad térmica del subsuelo se medirá considerando la medición directa a través de mediciones in situ utilizando equipos de flujo de calor.

La medición directa medirá la conductividad térmica dentro del subsuelo hasta una profundidad de 25 m por debajo del lecho marino. La distancia entre termistores no debe exceder los 0,5 m.

La medición deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- El rango de temperatura de los sensores debe estar entre -5 y 60 grados.
- Resolución mejor que 1mK y precisión de 2mK.
- El incremento de temperatura debe ser de al menos 15oC con respecto a la temperatura in situ.

4.4 Trabajos de postprocesado

4.4.1 Mapa topobatimétrico y modelo digital del terreno

Se generará un MDT (Modelo Digital del Terreno) a través del posprocesamiento y filtrado de los datos registrados en los levantamientos topográficos y batimétricos.

El posprocesamiento incluirá la aplicación de las siguientes técnicas:

- Corrección de la marea mediante correlación con medidas simultáneas al levantamiento, desde el mareógrafo disponible más cercano de REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos del Estado) o desde un mareógrafo anclado ad-hoc para la campaña, si no está disponible. de estas medidas.
- Nivelación de datos a través de un enlace a la REDNAP (Red de Nivelación de Alta Precisión).
- Depuración de valores redundantes y/o anómalos.
- Generación del DTM y plano de taludes. El DTM tendrá un tamaño de celda variable, entre 0,25 x 0,25 m en la zona más somera (< 20 m) y 1,5 x 1,5 m en la más profunda. Para el corredor de 30 m tamaño de celda de 0,2x0,2 m.

El informe relativo al levantamiento topobatimétrico indicará claramente los sistemas de proyección y el nivel de referencia utilizado para la representación cartográfica, así como la relación de transformación de las sondas a partir del cero hidrográfico. Este informe se entregará al responsable del contrato por parte del IREC.

4.4.2 Mapa Geomorfológico y Bionómico del Fondo Marino

Se elaborará un mapa de caracterización morfológica del fondo marino que contenga la interpretación geomorfológica completa de la zona, incluyendo los diferentes sustratos (roca, sedimento, campos de comunidades bentónicas, etc.) así como los posibles objetos localizados en el fondo marino. Además, el informe aportará las imágenes obtenidas.

El mapa geomorfológico delimitará las áreas con presencia de sedimentos, coberturas rocosas, praderas de fanerógamas y áreas con presencia de Mäerl, así como la presencia de elementos antrópicos en el fondo marino y posibles riesgos naturales.

4.4.3 Mapa de espesor de sedimentos

El mapa mostrará el espesor estimado de los sedimentos en el área de estudio.

A partir de las lecturas obtenidas se elaborarán perfiles estratigráficos a lo largo del corredor de tendido de cables submarinos y en diversos perfiles en la zona de aerogeneradores y nodos de interconexión.

4.4.4 Mapa de Anomalías Magnéticas

Se realizará el postprocesado de los datos del magnetómetro, incluyendo las correcciones de posición y navegación adecuadas, la aplicación de filtros y suavizados de los datos y la detección de anomalías por interpolación de imágenes georreferenciadas.

Como resultado, se proporcionará un mapa de las perturbaciones magnéticas con sus gradientes de intensidad y la identificación de elementos atípicos. También se presentarán las líneas de estudio y los resultados relacionados.

4.4.5 Mapa de Identificación de Elementos Antrópicos en el Fondo Marino

En base a la combinación de las lecturas del SSS, el SBP y el magnetómetro, se elaborará un mapa de identificación de posibles elementos antrópicos en el área, complementado, cuando sea posible, con fotografías o capturas de vídeo tomadas en los puntos de mayor interés.

4.4.6 Perfiles de refracción sísmica

Se realizará un postprocesado de los datos de los perfiles de refracción sísmica incluyendo las correcciones de posición y navegación adecuadas, la aplicación de filtros y suavizado de los datos y la detección de anomalías.

Las limitaciones debidas a las geometrías del subsuelo, tales como capas delgadas y horizontes de menor velocidad subyacentes a horizontes de mayor velocidad, se deben considerar correctamente. También se

considerará la correlación cruzada con otros métodos de exploración (como el perfil de refracción ERT) para proporcionar un mayor grado de confianza en la interpretación del perfil.

Como resultado, los perfiles procesados hasta la profundidad requerida de la estructura del subsuelo se proporcionarán mostrando los límites y profundidades de las capas.

4.4.7 Perfiles ERT

Se realizará un postprocesado de los datos de los perfiles ERT incluyendo las correcciones de posición y navegación adecuadas, la aplicación de filtros y alisados de los datos y la detección de anomalías. También se considerará la correlación cruzada con otros métodos de exploración (como el perfil de refracción sísmica) para proporcionar un mayor grado de confianza en la interpretación del perfil.

Como resultado, se proporcionarán perfiles de los patrones de resistividad espacial del subsuelo.

4.5 Entregables

Como resultado de los trabajos realizados durante el levantamiento geofísico y descritos anteriormente, además de los documentos a generar en el marco de la ejecución de las prestaciones relacionadas en los diferentes apartados anteriores, también se prepararán y facilitarán los siguientes entregables:

1. Durante la ejecución de la campaña se emitirán informes diarios de trabajo, indicando:

- a. Área cubierta durante el día.
- b. Pronóstico del tiempo para el día y las siguientes 24 horas.
- c. Actividades realizadas.
- d. Avances en el posprocesamiento de datos.
- e. Observaciones preliminares de aspectos críticos o determinantes para el desarrollo del plan de campaña (es decir, detección de artefactos a través de la geofísica, avistamientos de cetáceos, empeoramiento de las condiciones climáticas, etc.).

2. Informe técnico del estudio que se emitirá una vez finalizada la campaña y el posprocesamiento de datos, incluirá:

- a. Memoria metodológica, equipo técnico utilizado y personal implicado, fechas de ejecución, horas de parada por incidencias y breve descripción de la incidencia (si procede) y otras observaciones de interés para la interpretación de los datos. Se indicará el error máximo estimado en los métodos de prospección, en función de la tecnología utilizada y mención expresa de los niveles de referencia y sistema de coordenadas utilizado.
- b. Descripción e interpretación de la información recogida durante la campaña y posteriores análisis de laboratorio y gabinete.
- c. Lista de datos topográficos y batimétricos (x, y, z) en formato ASCII, ambos referidos al Cero Hidrográfico (BMVE) y referencia MSL.

- d. Documentos cartográficos a escala adecuada (escala horizontal 1:5000, escala vertical 1:100 o 1:150), en formato PDF y original en SHP o GEOTIFF. Los mapas para presentación deben incluir la referencia al sistema de proyección y el nivel de referencia.
- e. El informe y su contenido se entregarán en formato PDF editable, en tamaño A-4 excepto el dossier cartográfico u otros elementos que requieran un tamaño mayor, que se presentarán en A-3.

5. Descripción de los trabajos a desarrollar. Alcance del estudio geotécnico

La campaña geotécnica se realizará dentro del área donde se ubicará el proyecto (ver Figura 1).

En la presente campaña, la localización definitiva de las exploraciones "in situ" se realizará mediante sistemas de posicionamiento adecuados que permitan una localización precisa. Para el sistema de posicionamiento ver apartado 4.1.4 del presente documento.

Estos trabajos estarán incluidos en el alcance de este documento, por lo que también habrá que considerar cualquier trabajo auxiliar necesario para asegurar lo anterior.

Estas exploraciones in situ se realizarán de acuerdo con las normas y estándares aplicables, de forma que se pueda realizar la correcta identificación de los materiales, así como la recuperación de muestras no perturbadas.

Las anomalías serán especificadas e informadas y la empresa licitadora tomará medidas correctivas para su evaluación.

Durante el transcurso de la campaña la empresa licitadora deberá llevar un registro completo, numerado, exacto y legible de cada investigación in situ realizada, incluyendo la interpretación de los resultados y las condiciones y naturaleza del subsuelo. Esto se hará en el campo mediante notas a medida que avanza el trabajo.

Tenga en cuenta que los "metros por debajo del nivel del fondo del mar" se denominarán "mbs" por conveniencia.

5.1 Área de urbinas y núcleo de interconexión

El eje de interconexión tendrá cuatro (4) puntos de anclaje, así como las turbinas (dos prototipos), que tendrán cuatro (4) cada una. Para un correcto diseño de las cimentaciones de los anclajes de estas estructuras flotantes, será necesario conocer las propiedades geotécnicas del terreno en estos doce (12) puntos de anclaje en total.

Dado que se prevé la presencia de un cierto espesor de sedimento, y con el fin de cubrir todo el rango de posibles cimentaciones (ver, por ejemplo: anclas de arrastre, pilotes de succión, placas verticales, etc.), se proponen los siguientes levantamientos de sección.

5.1.1 Prueba de penetración de piezocono (CPTU)

Se proponen doce (12) CPTU y sus coordenadas se pueden ver en la siguiente tabla. El objetivo es llegar a los 20 mbs. La ubicación de estas CPTU se puede ver en la Figura 12 y en el Anexo 1.

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
C-CPTU-1	532.975,44	4.665.826,01	20,0
C-CPTU-2	533.379,71	4.666.371,27	20,0
C-CPTU-3	534.051,13	4.666.271,57	20,0
C-CPTU-4	534.505,02	4.666.282,29	20,0
C-CPTU-5	534.909,29	4.666.827,55	20,0
C-CPTU-6	535.580,71	4.666.727,85	20,0
C-CPTU-7	535.414,43	4.665.608,03	20,0
C-CPTU-8	535.035,06	4.665.512,77	20,0
C-CPTU-9	535.035,15	4.664.749,16	20,0
C-CPTU-10	534.271,48	4.664.749,00	20,0
C-CPTU-11	533.884,85	4.665.151,75	20,0
C-CPTU-12	534.271,38	4.665.512,74	20,0

Tabla 2. Relación de CPTU a realizar en la zona de plataforma en la campaña propuesta. Fuente: Sener

5.1.2 Pistoncorer (PC)

Para complementar la identificación del suelo en la zona del buje y turbinas, se propone realizar doce (12) PC junto con las CPTU propuestas en el apartado anterior. El objetivo es llegar a 20 mbs (o hasta la máxima profundidad posible).

Además, para cubrir el cableado entre arreglos, se propone realizar tres (3) PC adicionales. Estas junto con las demás exploraciones correspondientes a los anclajes se cree que serán suficientes para cubrir el tipo de subsuelo donde se colocarán los cables inter-arreglo.

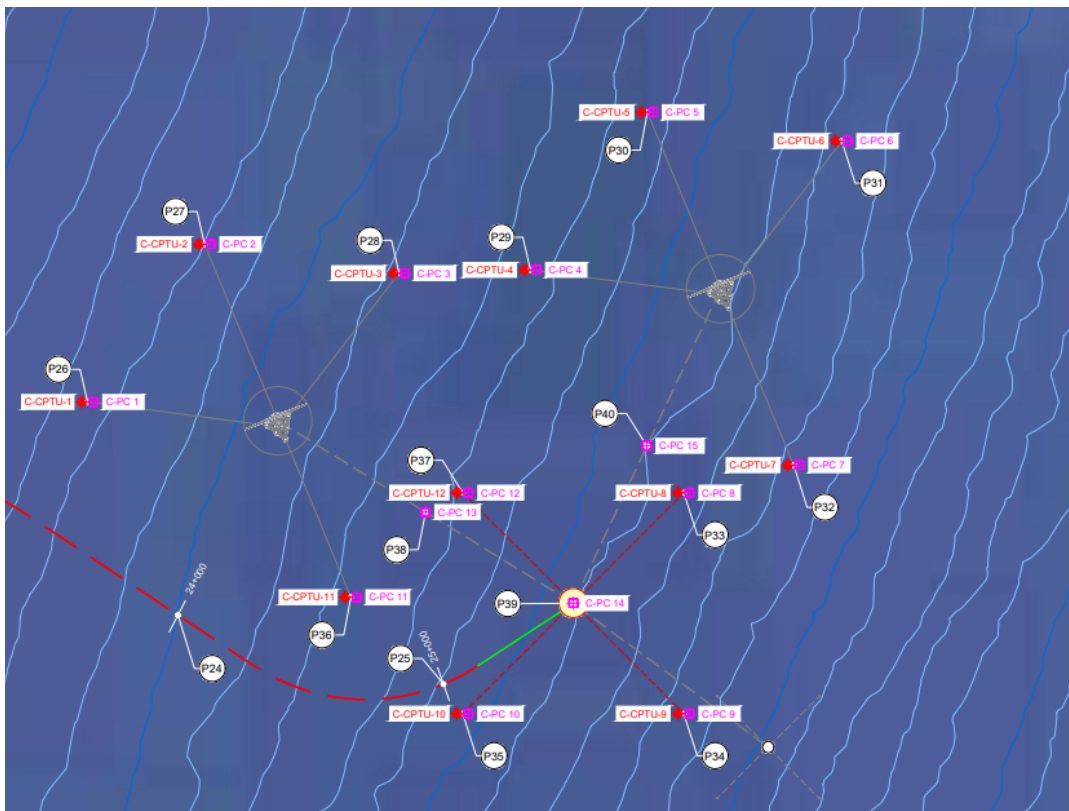
Las muestras no perturbadas se recuperarán de estas PC. La lista es la siguiente:

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
C-PC-1	532.975,44	4.665.826,01	20,0
C-PC-2	533.379,71	4.666.371,27	20,0
C-PC-3	534.051,13	4.666.271,57	20,0
C-PC-4	534.505,02	4.666.282,29	20,0
C-PC-5	534.909,29	4.666.827,55	20,0

C-PC-6	535.580,71	4.666.727,85	20,0
C-PC-7	535.414,43	4.665.608,03	20,0
C-PC-8	535.035,06	4.665.512,77	20,0
C-PC-9	535.035,15	4.664.749,16	20,0
C-PC-10	534.271,48	4.664.749,00	20,0
C-PC-11	533.884,85	4.665.151,75	20,0
C-PC-12	534.271,38	4.665.512,74	20,0
C-PC-13	534.142,76	4.665.446,21	6,0
C-PC-14	534.653,23	4.665.130,91	6,0
C-PC-15	534.907,55	4.665.674,35	6,0

Tabla 3. Relación de CP a realizar en el ámbito de la plataforma en la campaña propuesta. Fuente: Sener

En la siguiente figura del Anexo 1 se pueden apreciar las posiciones de la campaña geotécnica propuesta en esta zona:



FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387
+34 933 562 615 www.irec.cat

27

Finançat per



Figura 12. Exploraciones en el área de las turbinas y nodo de interconexión de la geotécnica complementaria campaña.
Fuente. Sener

5.2 Zona de exportación de cables

El cableado marino se plantea mediante una zanja de hasta 3 m de profundidad, de manera que se propone un punto de exploración por km, resultando un total de 24 puntos de exploración a realizar a lo largo del recorrido.

En cada uno de esos 24 puntos de exploración se realizará tanto un PC como un CPTU. Las PC permiten recuperar la muestra para llevarla al laboratorio y ensayarlas, mientras que las CPTU permiten obtener la resistencia del suelo penetrado, pero sin recuperar ninguna muestra, esto permitirá la correlación entre los resultados.

5.2.1 Prueba de penetración de piezocono (CPTU)

Para los puntos de exploración correspondientes al tendido del cable, se ejecutarán 24 CPTU en el eje del cable. Estas CPTU alcanzarán una profundidad de 6 mbs. La ubicación de estos se puede ver en la Figura 13 y en el Anexo 1.

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
B-CPTU-1	511.447,17	4.666.144,63	6,0
B-CPTU-2	512.442,39	4.666.046,94	6,0
B-CPTU-3	513.438,65	4.665.969,83	6,0
B-CPTU-4	514.438,64	4.665.966,02	6,0
B-CPTU-5	515.438,64	4.665.962,21	6,0
B-CPTU-6	516.438,61	4.665.957,70	6,0
B-CPTU-7	517.437,48	4.665.910,12	6,0
B-CPTU-8	518.436,34	4.665.862,53	6,0
B-CPTU-9	519.435,21	4.665.814,95	6,0
B-CPTU-10	520.434,08	4.665.767,36	6,0
B-CPTU-11	521.432,95	4.665.719,78	6,0
B-CPTU-12	522.431,81	4.665.672,20	6,0
B-CPTU-13	523.430,68	4.665.624,61	6,0
B-CPTU-14	524.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-15	525.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-16	526.430,24	4.665.606,02	6,0

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
B-CPTU-17	527.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-18	528.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-19	529.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-20	530.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-21	531.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-22	532.428,84	4.665.585,43	6,0
B-CPTU-23	533.285,32	4.665.085,33	6,0
B-CPTU-24	534.204,72	4.664.851,23	6,0

Tabla 4. Relación de CPTU a realizar en la zona del cable en la campaña a realizar. Fuente: Sener

5.2.2 Vibrocorer (VC)

Se realizarán cinco (5) VC en el eje del cable junto a las CPTU mencionadas anteriormente. La distancia entre las PC y las CPTU será de aproximadamente 1,5 m para que sus resultados aún puedan correlacionarse. Estos VC están ubicados donde, según la información existente, se esperan suelos granulares. Estos VC alcanzarán una profundidad de 6 mbs. Se recuperarán muestras. La ubicación de estos se puede ver en la Figura 13 y en el Anexo 1.

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
B-VC-1	511.447,17	4.666.144,63	6,0
B-VC-2	512.442,39	4.666.046,94	6,0
B-VC-3	513.438,65	4.665.969,83	6,0
B-VC-4	514.438,64	4.665.966,02	6,0
B-VC-5	515.438,64	4.665.962,21	6,0

Tabla 5. Lista de VC a realizar en el área de cableado en la campaña propuesta. Fuente: Sener

5.2.3 Pistoncorer (PC)

Se realizarán veinticuatro (19) PC en el eje del cable junto a las CPTU mencionadas anteriormente. La distancia entre las PC y las CPTU será de aproximadamente 1,5 m para que sus resultados aún puedan correlacionarse.

Estas PC alcanzarán una profundidad de 6 mbs. Las muestras no perturbadas se recuperarán de estas PC. La ubicación de estos se puede ver en la Figura 13 y en el Anexo 1.

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
B-PC-1	516.438,61	4.665.957,70	6,0
B-PC-2	517.437,48	4.665.910,12	6,0
B-PC-3	518.436,34	4.665.862,53	6,0
B-PC-4	519.435,21	4.665.814,95	6,0
B-PC-5	520.434,08	4.665.767,36	6,0
B-PC-6	521.432,95	4.665.719,78	6,0
B-PC-7	522.431,81	4.665.672,20	6,0
B-PC-8	523.430,68	4.665.624,61	6,0
B-PC-9	524.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-10	525.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-11	526.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-12	527.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-13	528.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-14	529.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-15	530.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-16	531.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-17	532.428,84	4.665.585,43	6,0
B-PC-18	533.285,32	4.665.085,33	6,0
B-PC-19	534.204,72	4.664.851,23	6,0

Tabla 6. Listado de PCs a realizar en el área de cableado en la campaña propuesta. Fuente: Sener

En la siguiente figura se aprecian las exploraciones propuestas en la zona del cable de exportación:



FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387
+34 933 562 615 www.irec.cat

30

Finançat per



Figura 13. Exploraciones en el área del tendido de cables de la campaña geotécnica complementaria. Fuente. Sener

5.3 Horizontal direccional drillado (HDD)

5.3.1 Pozo (BH)

Se prevé la ejecución de 2 sondeos de 25 mbs con el fin de correlacionar los resultados obtenidos en las CPTU anteriores (ver apartado 5.3.2). Las muestras no perturbadas permitirán obtener parámetros de resistencia del suelo a partir de pruebas de laboratorio. La ubicación de estos BH se puede ver en la Figura 12 y en el Anexo 1.

La lista de BHs a ejecutar es la siguiente:

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
A-BH-1	510.522,65	4.666.166,95	25,0
A-BH-2	511.086,52	4.666.166,95	25,0

Tabla 7. Lista de BH a realizar en la zona HDD en la campaña propuesta. Fuente: Sener

5.3.2 Prueba de penetración de piezocono (CPTU)

Para suplir la necesidad de información de resistencia del suelo a lo largo de la ruta HDD, se propone realizar dos (2) CPTU a lo largo de la ruta, llegando a 25 mbs. Esto permitirá obtener parámetros de resistencia del suelo. La ubicación de estos se puede ver en la Figura 14 y en el Anexo 1.

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
A-CPTU-1	510.250,21	4.666.167,32	25,0
A-CPTU-2	510.775,71	4.666.166,50	25,0

Tabla 8. Relación de CPTU a realizar en la zona del HDD en el levantamiento propuesto. Fuente: Sener

Las posiciones de las exploraciones propuestas en el área del HDD se muestran en la siguiente figura:



Figura 14. Exploraciones en el área del HDD de la campaña geotécnica complementaria. Fuente: Sener

5.4 Pruebas en laboratorio e in situ

Los ensayos de laboratorio a realizar a las muestras recuperadas serán los siguientes, según estén perturbadas o no perturbadas. Los ensayos se realizarán siguiendo la última versión de las normas y reglamentos aplicables (ver apartado 7.3.2).

Se deben realizar las siguientes pruebas:

- Conductividad térmica (laboratorio a bordo y laboratorio en tierra)
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Determinación del contenido de materia orgánica
- Determinación del pH del suelo
- Capacidad del búffer
- Determinación de sulfuro
- Determinación de sales naturales. Cloruros y sulfatos. Extracto acuoso
- Determinación del contenido de sulfatos solubles en ácido
- Determinación del potencial redox
- Prueba de compresión triaxial no drenada consolidada isotrópicamente (CIUc)
- Ensayos de compresión triaxial no drenados consolidados anisotrópicamente (CAUc)
- Pruebas de extensión triaxiales sin drenaje consolidadas anisotrópicamente (CAUe)
- Pruebas de compresión triaxiales drenadas consolidadas isotrópicamente (CIDc)
- Pruebas de compresión triaxiales drenadas anisotrópicamente consolidadas (CADc)
- Determinación del peso unitario del suelo
- Determinación de la densidad de partículas
- Determinación del contenido de agua
- Ensayo de corte directo
- Ensayo de corte directo cíclico

- Prueba de edómetro

Además, durante la ejecución de los sondeos se realizarán los SPTs in situ.

5.5 Informes

Los resultados in situ y de laboratorio se incluirán en un Informe fáctico en formato PDF. Además de lo anterior, en este informe también debe incluir, al menos, lo siguiente:

- En su caso, nombres de todos los subcontratistas.
- Fechas en que se realizó el trabajo de campo y laboratorio.
- Dificultades encontradas durante la ejecución de la obra.
- Procedimientos utilizados para el muestreo, transporte y almacenamiento de muestras.
- Tipos de equipos utilizados.
- Observaciones de campo realizadas por el personal de supervisión durante las exploraciones de campo
- Compilación del registro de sondeo, incluyendo fotografías de las muestras, con descripción de las formaciones del subsuelo, basado en las descripciones hechas en el campo y los resultados de las pruebas de laboratorio.
- Agrupación y presentación de resultados de campo y laboratorio en anexos.
- Comentarios sobre cualquier irregularidad, como cavidades o bolsillos.
- Una tabla resumen que presente los parámetros obtenidos de las pruebas de laboratorio.

Los registros de las CPTU, las PC, las VC y las BH se proporcionarán al IREC no solo en formato PDF sino también en formato de hoja de cálculo de Excel.

5.6 Resumen de todas las exploraciones geotécnicas in situ

A continuación, se presenta un resumen de todos los trabajos in situ a realizar. Estos incluyen las CPTU, las BH, las PC y las VC de las tres zonas diferenciadas en los apartados anteriores.

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
ÁREA DE TURBINAS E INTERCONEXIÓN			
C-CPTU-1	532.975,44	4.665.826,01	20,0
C-CPTU-2	533.379,71	4.666.371,27	20,0
C-CPTU-3	534.051,13	4.666.271,57	20,0
C-CPTU-4	534.505,02	4.666.282,29	20,0
C-CPTU-5	534.909,29	4.666.827,55	20,0
C-CPTU-6	535.580,71	4.666.727,85	20,0
C-CPTU-7	535.414,43	4.665.608,03	20,0
C-CPTU-8	535.035,06	4.665.512,77	20,0

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387
+34 933 562 615 www.irec.cat

33

Finançat per



Unió Europea
Fons Europeu
Next Generation



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Next Generation
Catalunya



Generalitat
de Catalunya

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
C-CPTU-9	535.035,15	4.664.749,16	20,0
C-CPTU-10	534.271,48	4.664.749,00	20,0
C-CPTU-11	533.884,85	4.665.151,75	20,0
C-CPTU-12	534.271,38	4.665.512,74	20,0
C-PC-1	532.975,44	4.665.826,01	20,0
C-PC-2	533.379,71	4.666.371,27	20,0
C-PC-3	534.051,13	4.666.271,57	20,0
C-PC-4	534.505,02	4.666.282,29	20,0
C-PC-5	534.909,29	4.666.827,55	20,0
C-PC-6	535.580,71	4.666.727,85	20,0
C-PC-7	535.414,43	4.665.608,03	20,0
C-PC-8	535.035,06	4.665.512,77	20,0
C-PC-9	535.035,15	4.664.749,16	20,0
C-PC-10	534.271,48	4.664.749,00	20,0
C-PC-11	533.884,85	4.665.151,75	20,0
C-PC-12	534.271,38	4.665.512,74	20,0
C-PC-13	534.142,76	4.665.446,21	6,0
C-PC-14	534.653,23	4.665.130,91	6,0
C-PC-15	534.907,55	4.665.674,35	6,0
CABLE DE EXPORTACIÓN			
B-CPTU-1	511.447,17	4.666.144,63	6,0
B-CPTU-2	512.442,39	4.666.046,94	6,0
B-CPTU-3	513.438,65	4.665.969,83	6,0
B-CPTU-4	514.438,64	4.665.966,02	6,0
B-CPTU-5	515.438,64	4.665.962,21	6,0
B-CPTU-6	516.438,61	4.665.957,70	6,0
B-CPTU-7	517.437,48	4.665.910,12	6,0
B-CPTU-8	518.436,34	4.665.862,53	6,0
B-CPTU-9	519.435,21	4.665.814,95	6,0
B-CPTU-10	520.434,08	4.665.767,36	6,0
B-CPTU-11	521.432,95	4.665.719,78	6,0
B-CPTU-12	522.431,81	4.665.672,20	6,0

LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
B-CPTU-13	523.430,68	4.665.624,61	6,0
B-CPTU-14	524.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-15	525.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-16	526.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-17	527.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-18	528.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-19	529.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-20	530.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-21	531.430,24	4.665.606,02	6,0
B-CPTU-22	532.428,84	4.665.585,43	6,0
B-CPTU-23	533.285,32	4.665.085,33	6,0
B-CPTU-24	534.204,72	4.664.851,23	6,0
B-VC-1	511.447,17	4.666.144,63	6,0
B-VC-2	512.442,39	4.666.046,94	6,0
B-VC-3	513.438,65	4.665.969,83	6,0
B-VC-4	514.438,64	4.665.966,02	6,0
B-VC-5	515.438,64	4.665.962,21	6,0
B-PC-1	516.438,61	4.665.957,70	6,0
B-PC-2	517.437,48	4.665.910,12	6,0
B-PC-3	518.436,34	4.665.862,53	6,0
B-PC-4	519.435,21	4.665.814,95	6,0
B-PC-5	520.434,08	4.665.767,36	6,0
B-PC-6	521.432,95	4.665.719,78	6,0
B-PC-7	522.431,81	4.665.672,20	6,0
B-PC-8	523.430,68	4.665.624,61	6,0
B-PC-9	524.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-10	525.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-11	526.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-12	527.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-13	528.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-14	529.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-15	530.430,24	4.665.606,02	6,0

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387
+34 933 562 615 www.irec.cat

35

Finançat per



LEVANTAMIENTO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO UTM ETRS89 31 N			
Identificación	X (m)	Y (m)	Profundidad (mbs)
B-PC-16	531.430,24	4.665.606,02	6,0
B-PC-17	532.428,84	4.665.585,43	6,0
B-PC-18	533.285,32	4.665.085,33	6,0
B-PC-19	534.204,72	4.664.851,23	6,0
HDD			
A-BH-1	510.522,65	4.666.166,95	25,0
A-BH-2	511.086,52	4.666.166,95	25,0
A-CPTU-1	510.250,21	4.666.167,32	25,0
A-CPTU-2	510.775,71	4.666.166,95	25,0

Tabla 9. Resumen del trabajo de campo a realizar en la campaña propuesta. Fuente: Sener

Hay que tener en cuenta que los PC propuestos pueden ser sustituidos por Vibrocorers dependiendo del suelo encontrado. La razón detrás de esto es que los PCS son difíciles de realizar cuando se encuentran suelos granulares y, por lo tanto, un VC puede ser una mejor opción en esas situaciones. Teniendo todo esto en cuenta y con el fin de minimizar la incertidumbre sobre cuál de las dos es la mejor opción a realizar en cada zona, se propone realizar en primer lugar las CPTU y el levantamiento geofísico. Estos resultados permitirán tener una mejor idea del suelo encontrado y se podría abordar la factibilidad de llevar uno u otro.

Además, hay que tener en cuenta que la cantidad de prueba de laboratorio a realizar se puede ver en detalle en el apartado 7.3.2 del presente documento.

6. Condiciones de ejecución

6.1 Piezocón penetración de cono (CPTU)

Los ensayos se realizarán de acuerdo con la norma aplicable y con las reglas de buenas prácticas. En todo caso, la empresa licitadora seguirá las instrucciones proporcionadas por el IREC.

Las pruebas de penetración del cono con control de la presión del agua intersticial son CPT eléctricas con instrumentación adicional para medir la presión del agua intersticial durante la penetración en uno o varios lugares.

Todo el equipo de trabajo debe estar en buenas condiciones durante el transcurso del estudio. Será necesario calibrar antes del inicio de los trabajos.

La terminación de cada CPTU estará sujeta a la previa aprobación del IREC. El trabajo defectuoso no será considerado para el pago.

Se debe llevar un registro diario o reporte de campo, registrando los siguientes datos técnicos:

- Maquinaria y equipo utilizado
- Fechas de ejecución
- Coordenadas y elevación de la ubicación final de las CPTU
- Operaciones realizadas

Estos registros diarios serán entregados por la empresa licitadora al IREC vía correo electrónico el día hábil siguiente a la finalización de los trabajos diarios.

La empresa licitadora deberá verificar que ninguna obstrucción en el subsuelo interfiera con los trabajos a realizar. Para ello, se prevé ejecutar un levantamiento geofísico antes del inicio de los trabajos geotécnicos.

También se dejarán constancia de las incidencias que puedan producirse durante la ejecución de las obras.

Ubicación, número de puntos de exploración y profundidad

Tanto el número de puntos de exploración como la profundidad aquí especificada representan los requisitos mínimos que se deben cumplir para la ejecución del estudio geotécnico objeto del contrato.

En todo caso, cualquier cambio tanto en la posición como en el número de CPTU a realizar deberá ser previamente aprobado por el IREC.

Condiciones durante la ejecución del CPTU

La maquinaria y equipos accesorios serán los adecuados para la ejecución de los trabajos y estarán revisados y preparados para la ejecución de CPTUs hasta la profundidad máxima prevista.

A continuación, se resume el procedimiento de una CPTU, según la EC 7 [3] y la Guía CPT [8]:

El CPTU consiste en empujar un penetrómetro de cono verticalmente en el suelo usando una serie de varillas de empuje. El penetrómetro de cono debe ser empujado en el suelo a una velocidad constante de penetración. El penetrómetro de cono comprende el cono y, dado el caso, un eje cilíndrico o un manguito de fricción. La resistencia a la penetración del cono (q_c) así como, en su caso, la fricción local en el manguito de fricción (f_s) se medirá.

La tasa típica de penetración es de 2 cm/s. El equipo necesario consiste en la sonda CPTU, el equipo de prensado y el sistema de recolección de datos. El cono de la sonda tiene la forma de un cono con una pendiente de ángulo de 60º y una superficie de base de, por lo general, 10 o 15 cm.2.

El personal especializado deberá tener cuidado, ya que una fuerza excesiva puede dañar o deformar los tubos de ensayo.

Las calibraciones se realizarán a intervalos basados en la estabilidad de las lecturas de carga cero. Por lo general, si las lecturas de carga cero permanecen estables, las celdas de carga no requieren una calibración de verificación; sin embargo, para este proyecto, las calibraciones de verificación se realizarán antes y después del trabajo de campo, con verificaciones funcionales durante el trabajo.

Los informes de resultados incluirán, al menos, toda la información detallada en EC 7 [3] correspondiente a esta prueba. Además de los resultados gráficos, se deben incluir todos los resultados numéricos en hojas de cálculo de Excel (resistencia unitaria de punta, resistencia unitaria de fricción, presión intersticial, etc.).

6.2 Pruebas de laboratorio

A continuación, se presenta una descripción general del tipo mínimo de ensayos a realizar sobre las muestras más representativas extraídas de los diferentes estudios.

Sobre las muestras más representativas obtenidas en las exploraciones (PC, VC o BH), se realizarán los ensayos habituales de identificación (clasificación geotécnica) para los diferentes suelos detectados: granulometría por tamizado y límites de Atterberg (plasticidad).

Para determinar la condición de los suelos, se determinará la densidad aparente y seca y el contenido de humedad de los suelos.

Se realizarán otras pruebas químicas relacionadas para estudiar la corrosividad y la salinidad del suelo.

Además, se deben realizar ensayos avanzados como ensayos triaxiales, ensayos de edómetro, corte directo, etc. en muestras inalteradas obtenidas bien de los PC o de los BH.

Una vez realizadas todas las pruebas de laboratorio, todas las muestras extraídas deben ser llevadas a un lugar de almacenamiento. La empresa licitadora preparará un calendario de pruebas para su aprobación por parte del IREC.

Todas las preparaciones, pruebas e informes se llevarán a cabo de conformidad con las normas aplicables.

6.3 Pistoncorer (PC)

Pistoncorer, en comparación con vibrocorers, tiene la ventaja de permitir obtener muestras inalteradas de los suelos. Sin embargo, se limitan solo a suelos cohesivos.

Se utiliza un pistón para recuperar muestras largas y se activa una vez que el descorazonador está en contacto con el fondo marino. El pistón ayuda a obtener muestras inalteradas, en comparación con otros sacatestigos de uso frecuente. Proporciona succión, lo que evita la compresión del núcleo durante el muestreo y retiene la muestra dentro del tubo a medida que se extrae.

De acuerdo con [9], cuando se extrae la muestra de un tubo central estándar, es mejor dejar que el núcleo se deslice hacia abajo en el recipiente colector, ya que esto causa menos perturbaciones que empujarlo con un pistón.

De acuerdo con NORSOK G-001 [5], es especialmente importante que los tubos de muestra no se reutilicen sin una limpieza y una revisión minuciosa. Se desecharán los tubos con la punta dañada. Para el muestreo de pistones se utilizarán preferiblemente tubos de acero de pared delgada. Un tubo de pared delgada deberá tener un espesor de pared no superior a 2,0 mm.

Además, se facilitará la siguiente información.

- Descripción del mecanismo de conducción.
- Geometría y dimensiones de la zapata de corte del muestreador.
- Diámetro interior y exterior del revestimiento, si corresponde.
- Tipo de captador/retenedor de testigos.

- Geometría y peso del dispositivo de muestreo.
- Longitudes de muestra disponibles.
- Cualquier requisito de manejo especial.
- Cualquier otra información relevante.

La muestra del núcleo debe permanecer lo menos afectada posible por la extracción y el transporte. Se recomienda verificar que la variación de la proporción de vacíos debido a la extracción de muestras y el transporte se mantenga por debajo del 5% para estudios de laboratorio confiables. Cuando la variación de la relación de vacíos es superior al 5 %, las interpretaciones de los resultados de las pruebas de muestreo del núcleo deben realizarse con especial cuidado.

6.4 Vibrocorers (VC)

También se presentan las condiciones de ejecución de los vibrocorers en caso de que el PC propuesto no pueda ejecutarse por encontrarse suelos granulares. Por lo tanto, este apartado solo se aplica si algunas de las exploraciones de suelo planificadas como PC tienen que ser sustituidas por VC o en las VC planificadas en el área cercana a la costa donde se esperan arenas.

Los vibrocorers representan una opción más sencilla para la obtención de muestras de suelo sobre las que es posible realizar ensayos de identificación. Se utilizan para recuperar muestras de suelos granulares.

Una vez alcanzada la profundidad deseada, se toman muestras. Para ello se pueden introducir tubos tipo Shelby, que apenas perturban las muestras. Se levanta la estructura vibrocore y comienza la exploración. Luego, una vez que la muestra está a bordo, debe ser correctamente identificada y preservada de condiciones extremas hasta su análisis en el laboratorio.

El equipo debe permitir el muestreo de sedimentos no consolidados y se caracteriza por la producción de ondas vibratorias de alta frecuencia, que se propagan a través del tubo para reducir la resistencia de entrada en el sedimento.

De acuerdo con NORSOK G-001 [5], se debe proporcionar la siguiente información.

- Especificaciones de la unidad vibradora, potencia, frecuencia.
- Geometría y peso del aparejo.
- Se requiere umbilical.
- Geometría y dimensiones de la zapata de corte.
- Diámetro interior y exterior del tubo sacatestigos y el revestimiento.
- Tipo de colector de testigos.
- Longitudes de muestreo disponibles.
- Cualquier requisito de manejo especial.

También se establece la importancia de registrar y reportar la penetración de recuperación, recomendando que el VC esté equipado con un dispositivo que mida continuamente el progreso del muestreador en el suelo.

6.5 Borehole (bh)

General

Los ensayos se realizarán de acuerdo con las reglas de buenas prácticas para lograr una identificación satisfactoria de los suelos/rocas encontradas y la recuperación de muestras representativas. En todo caso, la empresa licitadora de realizar el trabajo seguirá las indicaciones recibidas, en campo, del IREC.

Todo el equipo de trabajo debe estar en buenas condiciones durante el transcurso de la campaña.

Deberá llevarse un registro diario o informe de campo, registrando los siguientes datos técnicos: maquinaria y equipo utilizado, fechas de ejecución, operaciones realizadas, resultados de las perforaciones realizadas, situación de las muestras obtenidas, recuperaciones obtenidas y diámetro del sondeo, así como el tipo de pruebas realizadas durante la ejecución. También se dejarán constancia de las incidencias que puedan producirse durante la ejecución de las obras.

Las pruebas de penetración estándar SPT se realizarán cada 2 m o en un cambio de material.

Se tomarán muestras inalteradas para realizar las pruebas de laboratorio especificadas en el apartado 7.3.2 del presente documento.

La realización de cada sondeo estará sujeta a la aprobación del IREC en función de los resultados obtenidos en cada caso. La empresa adjudicataria del contrato deberá mantener las cajas con los resultados de las pruebas en un depósito por un período no inferior a dos (2) años.

Se debe informar el grado de alteración o anomalías en la recuperación y, en consecuencia, se deben tomar medidas correctivas para su evaluación. Cualquier trabajo defectuoso será a cargo de la empresa licitadora.

Situación, número y profundidad de los sondeos

La ubicación, el número y la profundidad de los sondeos indicados en este pliego (ver apartado 5.3.1) deben considerarse orientativos, pudiendo el IREC introducir modificaciones durante la ejecución de la campaña, si los resultados obtenidos así lo aconsejan; no obstante, el número mínimo de ensayos a realizar no debe ser inferior al indicado en este documento de especificaciones técnicas. Cualquier cambio tanto en la posición como en el número de sondeos a realizar deberá ser previamente aprobado por el IREC.

Condiciones durante la ejecución

La maquinaria y equipos accesorios serán los adecuados para la ejecución de los trabajos y estarán revisados y preparados para la ejecución de sondeos verticales hasta la profundidad máxima prevista.

Los sondeos se realizarán por rotación con extracción continua de machos.

En ningún caso el encamisado penetrará en el terreno a mayor profundidad que la prevista para la ejecución de los ensayos o toma de muestras.

El fondo del pozo deberá limpiarse adecuadamente antes de llevar a cabo cualquier operación de muestreo o prueba, y no se permitirá un espesor de sedimento superior a 5 cm en el fondo del pozo. El fondo debe limpiarse de tal manera que se asegure que el suelo a ensayar no sea perturbado por la operación.

Si las recuperaciones obtenidas son insuficientes, a juicio del IREC, éste podrá ordenar a la empresa adjudicataria de los trabajos el uso de tubo de doble batería y/o el uso de coronas diamantadas.

Si se encontraran formaciones blandas o muy fracturadas, la empresa adjudicataria de los trabajos deberá tomar las precauciones necesarias para mantener el testigo lo más inalterado posible y asegurar su recuperación. El IREC podrá requerir el uso de una batería triple en estas formaciones.

La longitud de la carrera o maniobra no podrá exceder en ningún caso de 3 metros. En formaciones blandas o fracturadas esta longitud no excederá de 1,5 metros.

Si en alguna maniobra se recupera menos del ochenta por ciento (80%) del núcleo con relación a la longitud perforada en esa maniobra, la maniobra siguiente deberá tener una longitud inferior a cincuenta (50) cm e incluso menor si la recuperación es aún baja. El IREC deberá, si lo considera oportuno, dar instrucciones en este sentido.

Una vez extraído el tubo testigo del pozo, se procederá a retirarlo cuidadosamente del mismo, depositándolo en una caja preparada a tal efecto, suministrada por la empresa adjudicataria de los trabajos. Los testigos de roca, debidamente identificados, se colocarán en la caja de testigos siguiendo el orden en que fueron obtenidos y con separadores longitudinales entre los distintos testigos. También se colocarán separadores transversales entre los testigos extraídos en las distintas maniobras, al inicio y al final de cada toma de muestras no perturbadas, ensayo SPT, así como al final del sondeo. La distancia entre los espaciadores transversales en las cajas de testigos deberá ser igual a la distancia real en el pozo, de modo que, si no se obtiene una recuperación total del testigo, se puedan ver los espacios correspondientes en las cajas de testigos.

Estos sondeos se realizarán mediante jack-up considerando el tirante de agua de la zona (ver Anexo 1).

6.5.1 Pruebas de penetración estándar (SPT)

Los ensayos de penetración estándar SPT se realizarán con un muestreador de cuchara dividida, de aproximadamente 5 cm. diámetro exterior y 3,5 cm. de diámetro interior, con válvula antirretorno en la parte superior. El peso de la cuchara a utilizar será de 63,5 kg con una caída libre de 76 cm.

El enlace utilizado deberá ser lo suficientemente rígido, y todas las partes del enlace deberán estar firmemente unidas.

El método de ensayo a utilizar será tal que se minimicen las pérdidas de energía por fricción. Si se utiliza un cabrestante para levantar el martillo, el cable de acero se enrollará en el cabrestante durante una sola revolución, durante la caída del martillo. La velocidad de golpeo del martillo no debe exceder los 30 golpes por minuto.

En todo caso, se dispondrá en el interior del muestreador una camisa de chapa fina de zinc, abierta longitudinalmente. Su extremo inferior se doblará contra el extremo del muestreador antes de atornillar la almohadilla para evitar que la tierra, al ingresar al interior del muestreador durante la conducción, arrastre la chaqueta hacia arriba.

La zapata de muestreo debe reemplazarse si está dañada hasta el punto de causar proyecciones en la superficie interna de la zapata de muestreo y debe estar razonablemente afilada al comienzo de cada prueba. La empresa ejecutora de la obra deberá contar con al menos dos (2) zapatas en perfecto estado en todo momento junto al sondeo.

La cuchara se hincará golpeando 60 cm, anotando el número de golpes necesarios para hincar cada uno de los tres tramos consecutivos de 15 cm, tomando como resistencia a la penetración N la suma de los golpes de los dos tramos intermedios.

Si no se consigue una penetración de 30 cm con 100 golpes (o 200 golpes si se utiliza punzón), se considerará una "negativa", y se anotará en el informe la penetración correspondiente a los 100 golpes.

Inmediatamente después de retirarlo del pozo, el muestreador se dismantelará cuidadosamente y se clasificará el suelo. La parte más representativa y menos perturbada de la muestra se colocará inmediatamente en un recipiente hermético. Si dentro de la cuchara aparece un cambio de estrato, se tomará una muestra de cada material y se colocará en diferentes recipientes; esto se hará constar en el registro de perforación correspondiente. Los contenedores deben estar sellados y etiquetados en consecuencia. Las porciones sobrantes de la muestra se almacenarán en bolsas de plástico debidamente identificadas.

Si la muestra no se recupera, o si presenta alteración excesiva, se limpiará el fondo del pozo y se realizará nuevamente la prueba de penetración.

6.5.2 Muestreo no perturbado

Las muestras no perturbadas se tomarán a lo largo del pozo mediante muestreadores tipo Shelby de paredes delgadas con válvula de retención, o muestreadores de pistón, también de paredes delgadas, etc., siempre que las características del terreno lo permitan.

El muestreador deberá ser de paredes delgadas, de 1 a 2 mm de espesor, con una longitud mínima de 50 cm y un diámetro mínimo de 75 mm. No se podrán utilizar muestreadores de diámetros menores u otros tipos sin la aprobación del IREC.

Antes del muestreo, todos los materiales sueltos o alterados deberán ser removidos del fondo del pozo como se indica en este apartado. Posteriormente, los siguientes 15 cm de material se retirarán con cuidado para que el suelo subyacente quede, en la medida de lo posible, prácticamente intacto.

El muestreo se llevará a cabo a una velocidad constante introduciendo lentamente el muestreador en el suelo bajo presión. No se permitirá clavar el muestreador en el suelo mediante golpes, a menos que la penetración por presión no sea posible y esté autorizado por el IREC.

Se debe tener especial cuidado para asegurar que la conducción del muestreador no exceda la longitud libre del interior del muestreador para acomodar la muestra, a fin de evitar que la cabeza del muestreador presione contra el extremo superior de la muestra. Si esto sucediera, la muestra se considerará perturbada y se repetirá el muestreo a cargo de la empresa que realice el trabajo.

Una vez introducido el muestreador y transcurridos por lo menos dos (2) minutos, se procederá a cortar la muestra por rotación y luego se retirará el muestreador con el debido cuidado.

Los tubos que contengan las muestras se etiquetarán para su identificación y se almacenarán para su envío al laboratorio.

7. Resumen de las tareas a realizar en el ámbito correspondiente a la campaña geofísica y a la campaña geotécnica

SERVICIO DE ESTUDIO GEOFÍSICO			
	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad prevista
01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN. Incluye Movilización-desmovilización de embarcaciones, equipos y personal. Preparación de campaña. Trabajos de instalación-desinstalación e- barco - gastos portuarios. Seguro (embarcación, equipo, RC, personal). Protocolo COVID. Alojamiento del representante del IREC.	Ut.	1
02	Campaña de prospección marina. Levantamiento batimétrico y prospección geofísica. Adquisición de datos (operacional).		
02.1	Gradiometría magnética, ecosonda multihaz de alta precisión (MBES), sonda de barrido lateral (SSS) y tipo chirp (área de cable de exportación).	Ut.	1
02.2	Gradiometría magnética, ecosonda multihaz de alta precisión (MBES), sonar de barrido lateral (SSS) y levantamiento de perfiladores de subfondo (SBP) tipo Chirp y tipo Sparker (turbinas y área del centro de interconexión).	Ut.	1
02.3	Estudio de tomografía de resistividad eléctrica (ERT) (área HDD).	Línea de estudio	3
02.4	Estudio de refracción sísmica (área HDD).	Línea de estudio	3
03	Procesamiento de los datos del levantamiento geofísico y elaboración del informe. Esto incluye la cartografía.	Ut.	1
04	Stand-by (meteorológico y tiempos de inactividad de terceros)	Día	A determinar
TRABAJOS OPCIONALES			
04.1	Ecosonda multihaz de muy alta precisión (MBES) (área de cable de exportación).	Ut.	1
04.2	Magnetometría local para el análisis de UXO en ubicaciones de exploración geotécnica in situ.	Ut	43

SERVICIO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO				
	DESCRIPCIÓN	Estándar	Unidad	Cantidad
TRABAJOS DE CAMPO				
01	Movilización-desmovilización de embarcaciones, equipos del fondo marino y personal para la realización de las CPTU, PC y/o VC. Comprende la preparación de los equipos, su calibración y demás elementos necesarios para la adecuada realización de las exploraciones	-	Ut.	1
02	Día de operación de la embarcación y personal para realizar las CPTU, PC y/o VC	-	día	
03	Día de disponibilidad de la embarcación y personal para realizar las CPTU, PC y/o VC.	-	día	-
04	Movilización-desmovilización de autoelevadores, equipos y personal para la realización de las BH. Comprende la preparación de los equipos, su calibración y demás elementos necesarios para la correcta realización de las exploraciones	-	Ut.	1
05	Jornada de operación de jack-up y personal para realizar las BHs	-	día	
06	Stand-by day de jack-up y personal para realizar las BHs	-	día	-
07	Perforación de rotación vertical o subvertical con recuperación continua de muestras en cualquier tipo de suelo, a cualquier profundidad, incluida la interpretación "in situ" por un técnico experto, incluyendo las cajas de muestras necesarias, y todos los demás elementos necesarios para realizar correctamente las exploraciones	-	ml.	50
08	Prueba de penetración estándar (SPT)	UNE 103800	Ut.	25
09	Muestreo no perturbado de BH	ASTM D-1587	Ut.	15
10	Muestreo sin perturbaciones desde PC	-	Ut.	121
11	Test de Penetración Piezocone (CPTU) con obtención de datos continuos: 12 CPTU de 20 m de profundidad, 24 CPTU de 6 m de profundidad y 2 CPTU de 25 m de profundidad	UNE-EN ISO 22476-1	ml.	434
12	Pistoncorer (PC) con obtención de muestras inalteradas: 12 PC de 20 m de profundidad, 3 PC de 3 m de profundidad y 19 PC de 6 m de profundidad	-	ml.	363
13	Vibrocorer (VC): 5 VC de 6 m de profundidad	-	ml.	30
14	Conductividad térmica	ASTM D5334-22a	Ut.	104

FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA EN ENERGIA CATALUNYA. NIF G64946387
+34 933 562 615 www.irec.cat

44

Finançat per



GOBIERNO DE ESPAÑA



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia



SERVICIO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO				
	DESCRIPCIÓN	Estándar	Unidad	Cantidad
15	Granulometría por ensayos de tamiz	UNE 103101	Ut.	120
16	Prueba de hidrómetro	UNE 103102	Ut.	60
17	Límites de Atterberg	UNE 103103 y 103104	Ut.	60
18	Determinación del contenido de agua	UNE 103300	Ut.	75
19	Determinación de la densidad de partículas	UNE-EN ISO 17892-3	Ut.	41
20	Determinación del peso unitario	UNE 103301	Ut.	75
21	Determinación del contenido orgánico en el suelo	UNE 103204	Ut.	20
22	Determinación del pH del suelo	UNE-ISO 10390	Ut.	20
23	Capacidad del búffer	UNE-EN ISO 9963-1	Ut.	20
24	Determinación de sulfuro	UNE-EN 1744-1	Ut.	20
25	Determinación de sales naturales. Cloruros y sulfatos. Extracto acuoso	UNE 103201	Ut.	20
26	Determinación del contenido de sulfatos solubles en ácido	UNE-EN 1744-1	Ut.	20
27	Determinación del potencial redox	BS 1377 PARTE 3 Sección 11	Ut.	20
28	Determinación del contenido de carbonato	UNE 103200	Ut.	20
29	Pruebas de compresión triaxial no drenada consolidadas isotrópicamente (CIUc)	Norma ISO 17892-8	Ut.	3
30	Pruebas de compresión triaxial no drenada consolidadas anisotrópicamente (CAUc)	Norma ISO 17892-9	Ut.	3
31	Pruebas de extensión triaxial no drenada consolidadas anisotrópicamente (CAUe)	Norma ISO 17892-9	Ut.	3
32	Pruebas de compresión triaxial drenada consolidada isotrópicamente (CIDc)	UNE 103403	Ut.	3
33	Pruebas de compresión triaxial drenada consolidada anisotrópicamente (CADc)	Norma ISO 17892-9	Ut.	3
34	Ensayo de corte directo CU	UNE 103401	Ut.	3
35	Ensayo de corte directo cíclico	ASTMD8296-19	Ut.	3

SERVICIO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO				
	DESCRIPCIÓN	Estándar	Unidad	Cantidad
36	Prueba de edómetro	UNE 103602	Ut.	3
INFORME FÁCTICO				
37	Procesamiento de los datos del levantamiento geotécnico y elaboración del informe factual.	-	Ut.	1
TRABAJOS OPCIONALES				
	Conductividad térmica medida directa del subsuelo (área HDD)	-	Ut.	1

8. Plazos de ejecución

Se establecen las siguientes actuaciones a realizar y plazos de ejecución, a contar desde el día siguiente al de la formalización del contrato:

- Inicio de los trabajos (H0): Inicio del proyecto a los 3 días, a contar desde el día siguiente al de la formalización del contrato.
- Inicio de la ejecución de los estudios (H1): desde el inicio del proyecto (H0) + 1 mes.
- Finalización de la ejecución de los estudios (H2): desde el inicio del proyecto (H0) + 2,5 meses.
- Entrega de mapas preliminares: desde el inicio del proyecto (H0) + 3,5 meses.
- Entrega final de informes de campaña y otros trabajos de escritorio: desde el inicio del proyecto (H0) + 4,5 meses.

Se establecen estos plazos como plazos máximos y, en todo caso, serán vinculantes los plazos ofrecidos por el adjudicatario en su oferta.

Se valorará positivamente una reducción de plazo siempre que se justifique su viabilidad. En la valoración de las propuestas recibidas se tendrá especialmente en cuenta la coherencia del plan de trabajo propuesto.

9. Desarrollo de los trabajos

Adicionalmente, la empresa adjudicataria informará a IREC sobre el avance de los trabajos y se realizarán reuniones de seguimiento siempre que ésta lo solicite, para adecuar los trabajos a los requerimientos del IREC.

El ritmo de los trabajos y los plazos concretos de cada una de las tareas consideradas se fijarán por parte del IREC en función del avance de los trabajos y necesidades de éste.

10. Medios materiales y obtención de autorizaciones o permisos

Para la correcta realización de los trabajos se requieren los siguientes medios materiales:

- Equipos para la realización de calicatas y sondeos, incluyendo inclinómetros, cumpliendo los requisitos expuestos anteriormente.
- Equipos para la toma de muestra y realización de ensayos de laboratorio según lo expuesto.
- Equipos informáticos y software necesarios para la realización de los análisis y estudios descritos.
- Cuantos equipos sean necesarios para la correcta realización de las actividades a desarrollar.
- Disponibilidad de buque/embarcación para las tareas que se requieran según lo previsto en el presente documento.

La prestación comporta la obtención de los permisos que sean requeridos para su ejecución en aquellos casos en que estos sean necesarios.

11. Equipo de trabajo

Para la correcta realización de los trabajos y con la calidad precisa, se requiere que el adjudicatario sea especialista en la materia objeto del contrato y que ponga a disposición personal técnico que disponga de experiencia y conocimientos específicos en el ámbito de los trabajos para dar cumplimiento a lo previsto en el presente pliego.

Se requiere la adscripción de un equipo, como mínimo, formado por los siguientes perfiles profesionales que deberá estar en disposición de una titulación superior o máster de ingeniería geotécnica con 10 años de experiencia en campañas offshore y como perfil para la realización de la campaña geotécnica y de una titulación superior o máster como perfil para la campaña batimétrica y geofísica con 10 años de experiencia en campañas offshore.

La empresa adjudicataria designará un coordinador que velará por el correcto desarrollo de los trabajos y coordinación de las actividades y será el interlocutor con el IREC.

Para el desarrollo de los trabajos, el equipo de trabajo del adjudicatario deberá mantener una estrecha y continuada coordinación y relación de trabajo con el equipo de IREC. Por ello, será necesaria la total disponibilidad del equipo, vía telefónica, correo electrónico, o presencial respecto a cualquier petición de información que se precise en relación con los trabajos.

La empresa contratista procurará que exista estabilidad en el equipo de trabajo, y que las variaciones en su composición sean puntuales y obedezcan a razones justificadas, en orden a no alterar el buen funcionamiento del servicio (cuando existan razones que justifiquen esta exigencia), manteniendo informado en todo momento al IREC.

Si la oferta recoge un equipo de trabajo durante la ejecución del contrato, en caso de que la empresa adjudicataria propusiera el cambio de alguno de los medios personales que realicen el servicio, la sustitución de dicho personal requerirá en todo caso el cumplimiento de las siguientes condiciones:

1. Justificación escrita, detallada y suficiente, explicando el motivo que suscita el cambio.

2. Presentación de candidatos con un perfil de cualificación técnica igual o superior al de la persona que se pretende sustituir.

3. Aceptación de la justificación del cambio por parte del responsable de IREC.

En todo caso, deberá avisarse del cambio con 10 días de antelación y deberá garantizar la correcta prestación de los servicios, debiéndose realizar en todo caso una completa, correcta y adecuada transferencia de información y tareas en la sustitución del personal. En todo caso, la empresa adjudicataria es la única responsable de las realizaciones derivadas del contrato y asume ante el IREC la responsabilidad final de los trabajos realizados.

Todos los gastos propios generados, no específicamente indicados en el presente pliego que sean necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, correrán a cargo de la empresa adjudicataria.

12. Condiciones de pago

Los importes se facturarán sobre el precio ofertado por la empresa adjudicataria en función de la entrega de los diferentes paquetes incluidos en el desglose de precios de los trabajos en base a los siguientes hitos:

- 20% Equipos de movilización/desmovilización (01 del cuadro resumen de las tareas a realizar del apartado 8).
- 40% Finalización de la adquisición de datos y entrega de mapas preliminares.
- 40% Entrega final de informes de campaña de campo y otros trabajos de escritorio.

Dr. Jose Luis Domínguez García, Ph.D. Engineering
Área de Sistemas Eléctricos de Potencia del IREC

En Sant Adrià de Besòs, a 7 de agosto de 2023

ANEXO 1. PLANO DE ESTUDIO GEOFÍSICO Y PLANO DE ESTUDIO GEOTÉCNICO