

Contenido

2.	OBJETIVO, JUSTIFICACIÓN Y ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.....	2
2.1.	OBJETIVO.....	2
2.2.	ANTECEDENTES.	2
2.3.	JUSTIFICACIÓN.	3
2.4.	PRINCIPALES ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.	4
2.4.1.	ALTERNATIVA DE NO REALIZACIÓN DEL PROYECTO O ALTERNATIVA 0	4
2.4.2.	ALTERNATIVA DE EMPLEO DE OTRAS TÉCNICAS SÍSMICAS	5
2.4.3.	ALTERNATIVA DE ANÁLISIS DE DATOS DE PROYECTOS ANTERIORES	6
2.4.4.	ALTERNATIVA DE LOCALIZACIÓN.....	6
2.4.5.	ALTERNATIVA DE FUENTE SÍSMICA	8
2.4.6.	ALTERNATIVA ESTACIONAL.....	10

2. OBJETIVO, JUSTIFICACIÓN Y ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

2.1. Objetivo.

El proyecto científico internacional "Uncovering the Mediterranean Salt Giant (MEDSALT-2)" se encuentra enmarcado dentro de la red científica Europea COST Action CA15103 MEDSALT (<https://medsalt.eu>), cuya finalidad es comprender las causas, cronología, mecanismos de desarrollo y consecuencias, a escala tanto local como planetaria, del "depósito salino gigante" más grande y joven de la Tierra: la capa de sal del Mioceno superior en la cuenca Mediterránea.

La COST Action CA15103 MEDSALT es una iniciativa conjunta para la coordinación de los objetivos científicos de diferentes proyectos de investigación, incluyendo el Consorcio Europeo para el International Ocean Discovery Program (ECORD), las ramas japonesa y estadounidense del International Ocean Discovery Program (IODP), el UE-7PM ITN MEDGATE, el TOPO-EUROPE, y otros programas de investigación nacionales e internacionales centrados en el depósito salino del Mediterráneo, incluyendo al Iniciativa *Western Mediterranean Dialogue 5+5 on Research, Innovation, and Higher Education* (<http://fiveplusfiveihe.inogs.it>). En concreto, el proyecto MEDSALT-2 se enmarca dentro de las actividades del International Ocean Discovery Program (IODP), que es el programa internacional más importante y longevo sobre el estudio de los océanos. Los objetivos científicos de este programa son múltiples y están interrelacionados entre las cinco disciplinas que participan en la investigación (geología, geofísica, geoquímica, microbiología y paleoclimatología). Estos objetivos son:

- Comprender la formación de la capa de sal Messiniense en el Mediterráneo y su relación con el cambio climático global.
- Investigar la dinámica de la deformación de los depósitos salinos y la circulación de fluidos asociados a fin de evaluar los peligros geológicos.
- Comprender si los "depósitos salinos gigantes" favorecen el desarrollo de las comunidades de la biosfera profunda, metabólicamente activa y filogenéticamente diversa de microbios y virus.
- Modelar la respuesta isostática de la litosfera a la transferencia de masa extrema y rápida, y a movimientos verticales a escala kilométrica en los márgenes del Mediterráneo.

2.2. Antecedentes.

Para completar estos objetivos se han llevado a cabo cinco campañas oceanográficas en los últimos años: SBAL-DEEP en 2005, DOPPIO en 2008, SALTFLU en 2012, SIMBAD en 2013 y finalmente MEDSALT en 2015, que han permitido identificar varios lugares de interés entre las profundidades entre 2800 m en la llanura abisal y 100 m de la cuenca Balear. La última campaña oceanográfica MEDSALT, llevada a cabo en julio de 2015 a bordo del buque científico OGS Explora, realizó el análisis morfológico del fondo marino en estos lugares desde el punto de vista del flujo de calor.

El estudio de la geomorfología y los movimientos de masa submarinos en márgenes continentales y cuencas marinas tiene importancia desde el punto de vista científico, además de una gran relevancia estratégica y social, al permitir predecir, determinar y evaluar áreas con potenciales riesgos geológicos y los posibles efectos derivados de éstos, como por ejemplo los maremotos. Este interés en el conocimiento de los procesos de inestabilidad sedimentaria y sus características deposicionales ha quedado plasmado en los grandes proyectos científicos nacionales e internacionales realizados que están directamente relacionados con el estudio de los movimientos de masa submarinos. Entre estos proyectos, además de los ya mencionados anteriormente y precursores del proyecto MEDSALT-2, se pueden destacar: ADFEX (Arctic Delta Failure Experiment, 1989-1992), GLORIA (Geological Long-Range Inclined Asdic, 1984-1991), STEAM (Sediment Transport on European Atlantic Margins, 1993-1996), ENAM II (European North Atlantic Margin, 1996-1999), STRATAFORM (1995-2001), COSTA (Continental Slope Stability, 2000-2004) o IGCP-511 (Submarine Mass Movements and Their Consequences, 2005-2009).

2.3. Justificación.

En la zona estudiada del Mar Balear hay más de 2.600 km² de superficie afectada por deslizamientos sedimentarios, que ponen de manifiesto la desestabilización gravitacional de sedimentos, perfectamente detectables por las huellas o escarpes dejados, así como por los procesos sedimentarios de arrastre y deposición de los sedimentos pendiente abajo. Entre los mecanismos o factores detonantes de los deslizamientos sedimentarios, se pueden citar la carga litostática, los terremotos, la incidencia de tormentas y olas internas o corrientes de marea sobre el sedimento, la actividad volcánica y la presencia de *Pockmarks* o de estructuras diapíricas, entre otros. Concretamente en el Mar Balear, a través de los proyectos desarrollados a lo largo de los años, se ha constatado la existencia de extensos campos de *Pockmarks* en el Canal de Ibiza, al este de las Islas Pitiusas, y profusamente distribuidos, más o menos aisladamente, en el margen sur balear (Acosta *et al.*, 2001a, 2002, 2004). Estos *Pockmarks* son depresiones o cráteres en el fondo marino producidos por la presencia y escape de gases o fluidos subsuperficiales, tales como metano, CO₂, agua, etc.

La importancia de una cartografía y estudio detallado de estos procesos es decisiva a la hora de elaborar mapas de riesgos geológicos, dado que se trata de fenómenos potencialmente catastróficos, ya que pueden desplazar de manera instantánea enormes volúmenes de sedimentos o rocas por las pendientes decenas o centenares de kilómetros. Para comprender la naturaleza de las formaciones geológicas, el grosor de los sedimentos sobrestante al basamento de roca, las deformaciones y la circulación de fluidos en las formaciones evaporíticas del Messiniense (sal y yeso), el proyecto MEDSALT-2 tiene la finalidad de adquirir datos geofísicos mediante sismica marina de las capas sedimentarias hasta el basamento de roca que se prevé encontrar a una profundidad máxima de 2 km bajo el fondo marino, complementando de este modo la cobertura de datos adquiridos en las campañas anteriores. Además, la necesidad de adquisición de datos geofísicos ha sido expresada en las recomendaciones del Environmental Pollution and Safety Panel (EPSP) del IODP, un comité de expertos internacionales que tiene la responsabilidad de garantizar el gestor del proyecto IODP sobre la ausencia de hidrocarburos y cualquier tipo de elemento de peligrosidad en el subsuelo que pueda causar riesgos para las infraestructuras, y el medioambiente.

Por lo tanto, el presente estudio de impacto ambiental se desarrolla ante la solicitud de realización del proyecto "Uncovering the Mediterranean Salt Giant (MEDSALT-2)" por parte de la entidad solicitante, y tal como se ha comentado en el apartado 1.1, este proyecto se incluye en el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, y en concreto en el Grupo 3, epígrafe c: "Exploración mediante sísmica marina", que determina que el presente proyecto está sometido a evaluación ambiental simplificada regulada en el Título II, Capítulo II, Sección 2ª de dicha Ley.

2.4. Principales alternativas estudiadas y justificación de la solución adoptada.

El objeto del estudio de alternativas es minimizar el impacto de las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto. La identificación y selección de alternativas se ha visto condicionada por las características específicas del proyecto y las principales opciones estudiadas se describen a continuación.

2.4.1. Alternativa de no realización del proyecto o alternativa 0

La primera alternativa a considerar sería la de no realización del proyecto o alternativa 0.

Dados los objetivos científicos del proyecto MEDSALT-2, explicados en el punto 2 del presente estudio, y que pueden resumirse en:

- Comprender la formación de la capa de sal Messiniense en el Mediterráneo y su relación con el cambio climático global.
- Investigar la dinámica de la deformación de los depósitos salinos y la circulación de fluidos asociados a fin de evaluar los peligros geológicos.
- Comprender si los "depósitos salinos gigantes" favorecen el desarrollo de las comunidades de la biosfera profunda, metabólicamente activa y filogenéticamente diversa de microbios y virus.
- Modelar la respuesta isostática de la litosfera a la transferencia de masa extrema y rápida, y a movimientos verticales a escala kilométrica en los márgenes del Mediterráneo.

Así como la importancia que tiene el desarrollo de una cartografía y el estudio detallado de procesos geomorfológicos y tectónicos presentes en el área de estudio (deslizamientos, *Pockmarks*, actividad volcánica), a la hora de elaborar mapas de riesgos geológicos, el proyecto MEDSALT-2 tiene la finalidad de adquirir datos geofísicos entre las islas de Mallorca e Ibiza y al sureste de Ibiza y Formentera, mediante sísmica marina de las capas sedimentarias hasta el basamento de roca que se prevé encontrar a una profundidad máxima de 2 km bajo el fondo marino, complementando de este modo la cobertura de datos adquiridos en las campañas anteriores segundo las indicaciones del Comité EPSP del proyecto IODP. La no realización del proyecto MEDSALT-2 (Alternativa 0) implicaría el paro total del proyecto MEDSALT COST Action en que participan al rededor de 100 investigadores científicos de universidades y centros de Europa, Japón, y EEUU, anulando esfuerzos y recursos económicos públicos, que incluyen programas de doctorado, generados en años de trabajo.

La realización del proyecto contribuiría a un mayor conocimiento de la zona concreta donde se desarrolla el mismo, generándose numerosos datos técnicos y ambientales que, posteriormente, pasarán a disposición pública contribuyendo a enriquecer el conocimiento específico de la zona, como es el caso del funcionamiento de los depósitos salinos del Mediterráneo y su relación con acontecimientos tectónicos asociados a fenómenos capaces de poner en riesgo severo a la población de la cuenca implicada (véase terremotos, tsunamis) y a estructuras presentes (cables, tuberías) por el deslizamiento de sedimentos.

Por último, tal y como se desarrolla en detalle en el presente Estudio de Impacto Ambiental Ordinario, la implantación de las mejores prácticas internacionales y de las diversas medidas propuestas para minimizar los potenciales impactos, permite compatibilizar el desarrollo del proyecto con el respeto por el entorno socio-económico y ambiental.

De modo que por todo lo expuesto, esta alternativa de no realización del Proyecto no se considera adecuada.

2.4.2. Alternativa de empleo de otras técnicas sísmicas

Para realizar la adquisición de datos sísmicos en el proyecto MEDSALT-2, se ha propuesto el empleo de emisores de aire comprimido como fuente de energía para la generación del pulso sonoro. Los emisores de aire comprimido, que son arrastrados por un buque especializado, descargan aire a alta presión hacia el fondo marino que generan una onda acústica capaz de penetrar en las rocas subyacentes y que es reflejada desde las distintas estructuras geológicas. Estas señales son recogidas por hidrófonos (micrófonos submarinos), alineados en *streamers*, transductores capaces de procesar la señal recibida, que se sitúan en cables remolcados por la embarcación.

Las técnicas alternativas existentes a la seleccionada por el proyecto para la exploración sísmica son el empleo de *Gas-guns/Sleeve Exploders*, o el empleo de explosivos.

Las *Gas-guns/Sleeve Exploders* son unos instrumentos que generan un pulso sonoro mediante una explosión bajo el agua causada por la mezcla de butano o propano con oxígeno o aire dentro de un recipiente de goma dura. El fenómeno que sufre de expansión y colapso tras la explosión genera una implosión que es la fuente principal del pulso sonoro. Los gases de escape se expulsan hacia la superficie a través del *Sleeve*. La señal resultante tiene características similares a las generadas por un emisor de aire pequeño, pero el pulso sonoro no es generado a través de una burbuja.

El uso de explosivos genera una elevada energía sísmica capaz de alcanzar las capas profundas de la corteza y del manto superior, y llegar a los sensores de lectura más lejanos de la fuente, situados en la superficie terrestre. Las características de la señal generada por el explosivo (amplitud, frecuencia y duración) dependen del tamaño de la carga y de la profundidad a la que ésta se detona. Por lo general, las cargas pequeñas producen frecuencias de sonido más altas que las cargas grandes, y pueden estar distribuida en varios barrenos (contenedores) o en uno solo, consistiendo una carga puntual.

La exploración sísmica mediante el uso de *Gas-guns/Sleeve Exploders* como a través del uso de explosivos son metodologías obsoletas poco empleadas en la actualidad. La adquisición sísmica

mediante *Gas-guns/Sleeve Exploders* presenta una serie de desventajas como el almacenamiento a bordo del barco de oxígeno líquido, un alto coste de operación y una fuente de energía de menor presión sonora en comparación con los emisores de aire comprimido. Por otro lado, el uso de explosivos presenta un rendimiento altamente dependiente de la profundidad de descarga del explosivo, además de un alto riesgo de mortandad de animales marinos, y un riesgo intrínseco asociado al transporte y manejo de explosivos.

Por tanto, en línea con las mejores prácticas actuales del sector, se descarta la alternativa de empleo de otras técnicas sísmicas como el empleo de *Gas-guns/Sleeve Exploders* o explosivos como fuentes sonoras durante el proyecto.

También se descartan emisiones de energía de tipo "sparker", que emplean la ionización del agua marina con la descarga eléctrica entre dos electrodos generando una burbuja de aire, porque la energía empleada no es suficiente para alcanzar los objetivos científicos del proyecto MEDSALT-2.

El proyecto se realizará empleando los emisores de aire comprimido como fuentes de energía, considerando la menor cantidad de energía admisible para el alcance de los objetivos científicos del proyecto.

2.4.3. Alternativa de análisis de datos de proyectos anteriores

La necesidad de adquisición de datos, que ha generado el proyecto MEDSALT-2 se ha generado después una detallada análisis de todos los datos generados en proyectos anteriores (SBAL-DEEP en 2005, DOPPIO en 2008, SALTFLU en 2012, SIMBAD en 2013 y finalmente MEDSALT en 2015). Dichos datos, que han generado varias publicaciones científicas y programas de formación a nivel de Master y Doctorado, han permitido enfocar los objetivos científicos en la zona de estudio. Han sido los datos de proyecto anteriores que han permitido presentar la propuesta científica MEDSALT y el informe que ha sido evaluado por el Comité EPSP del proyecto IODP en Septiembre 2015. Como resultado, para garantizar el nivel de seguridad con respecto a elementos de peligrosidad (deslizamientos submarino, escape de fluidos) y la ausencia de hidrocarburos, ha surgido la necesidad de recoger los 14 perfiles del proyecto MEDSALT-2 que se ha ubicado para rellenar huecos de coberturas de los datos precedentes.

Por lo que no se considera la alternativa de análisis de datos de proyectos anteriores como una alternativa al proyecto MEDSALT-2, siendo esta complementaria a la realización de dicho proyecto.

2.4.4. Alternativa de localización

Alternativa 1: Área de adquisición sísmica 2D

Durante dos Talleres científicos llevados a cabo en 2013 en Italia, y en 2014 en Francia, financiados por el Consorcio Europeo para el International Ocean Discovery Program (ECORD) se han analizado todas las zonas del Mediterráneo con datos precedentes disponibles para elegir la ubicación que realice las dos condiciones de garantizar los mejores resultados científicos para el estudio del Gigante Salino del Mediterráneo, y las mejores condiciones de seguridad medioambiental y respecto a la no localización de hidrocarburos. El resultado de dicho análisis ha indicado que el margen sur del

archipiélago Balear es el mejor indicado para llevar a cabo el estudio. Las conclusiones del trabajo de los dos talleres científicos de ECORD han sido aceptadas por el panel internacional de evaluación científica del IODP Scientific Evaluation Panel (SEP) en 2014 y 2015.

Como consecuencia, no existen otras posibles localizaciones para el desarrollo del proyecto MEDSALT-2.

Alternativa 2: Localización líneas sísmicas 2D

El proyecto MEDSALT-2 en su formulación original estableció en 2016 la adquisición de 14 líneas sísmicas tal y como se observa en el mapa de la Figura 2.4.1, con un total de 1448.659 km de líneas, lo que equivale a 782.2 millas náuticas. Tras establecer el estudio de afección a áreas natura 2000 (sección 5) y siguiendo las recomendaciones del documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina (MAGRAMA, 2012a) de establecer un área de amortiguación de 20km en áreas sensibles o en áreas marinas protegidas, se ha decidido, pese a la pérdida de calidad parcial de los datos a obtener en el proyecto MEDSALT-2 valorar la opción de recortar la longitud de las líneas que colindan con las zonas cercanas a Áreas de la Red Natura 2000 hasta lograr una zona de amortiguación de 20km, tal y como se muestra en la Figura 2.4.2. El recorte resultante ha sido de 110,28 km (de los 1448.659 km originales a los 1338.42 km del presente documento).

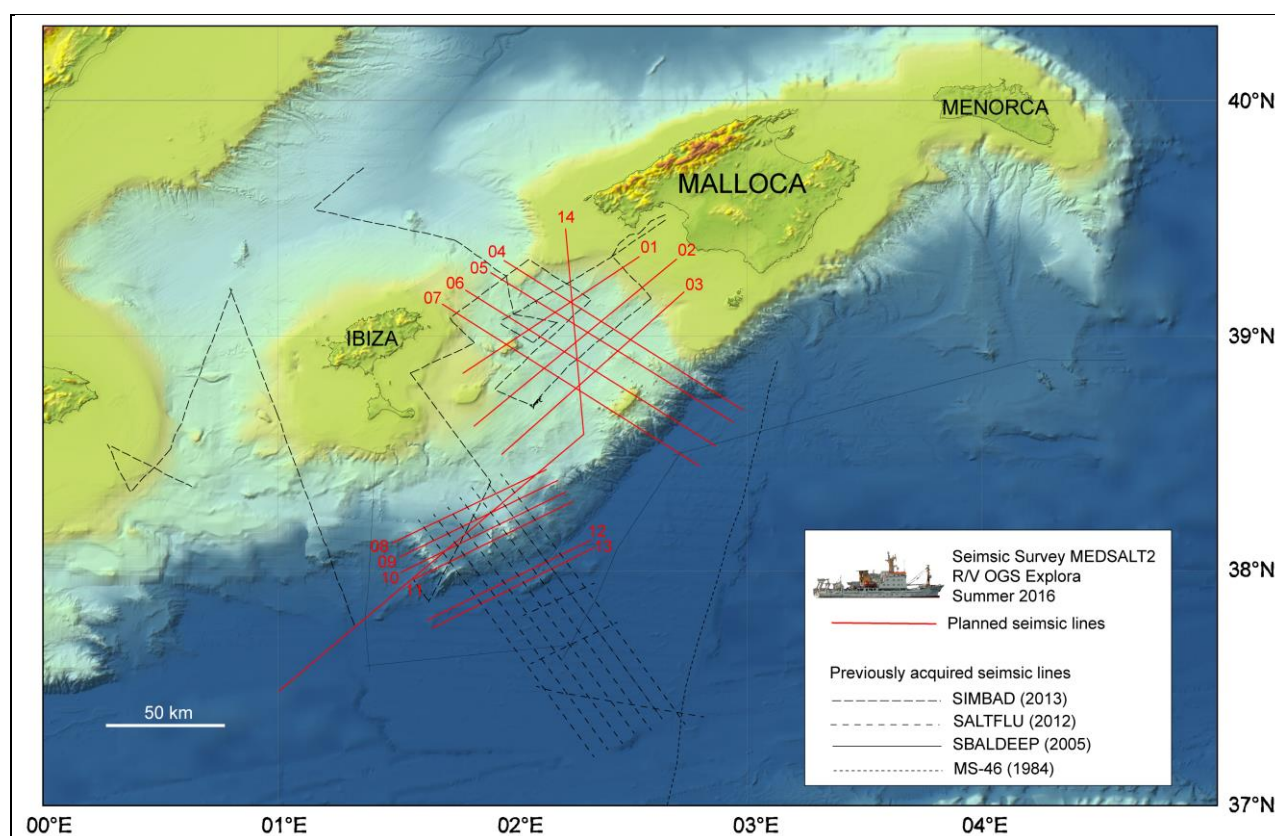


Figura 2.4.1: Mapa original del año 2016 de la localización del estudio sísmico MEDSALT-2 en la Cuenca Argelino-Balear en el Mar Mediterráneo con las líneas de prospección sísmica 2D inicialmente propuestas en el proyecto MEDSALT-2 (rojo) y realizadas en proyectos anteriores (gris). (Fuente: Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Italia)

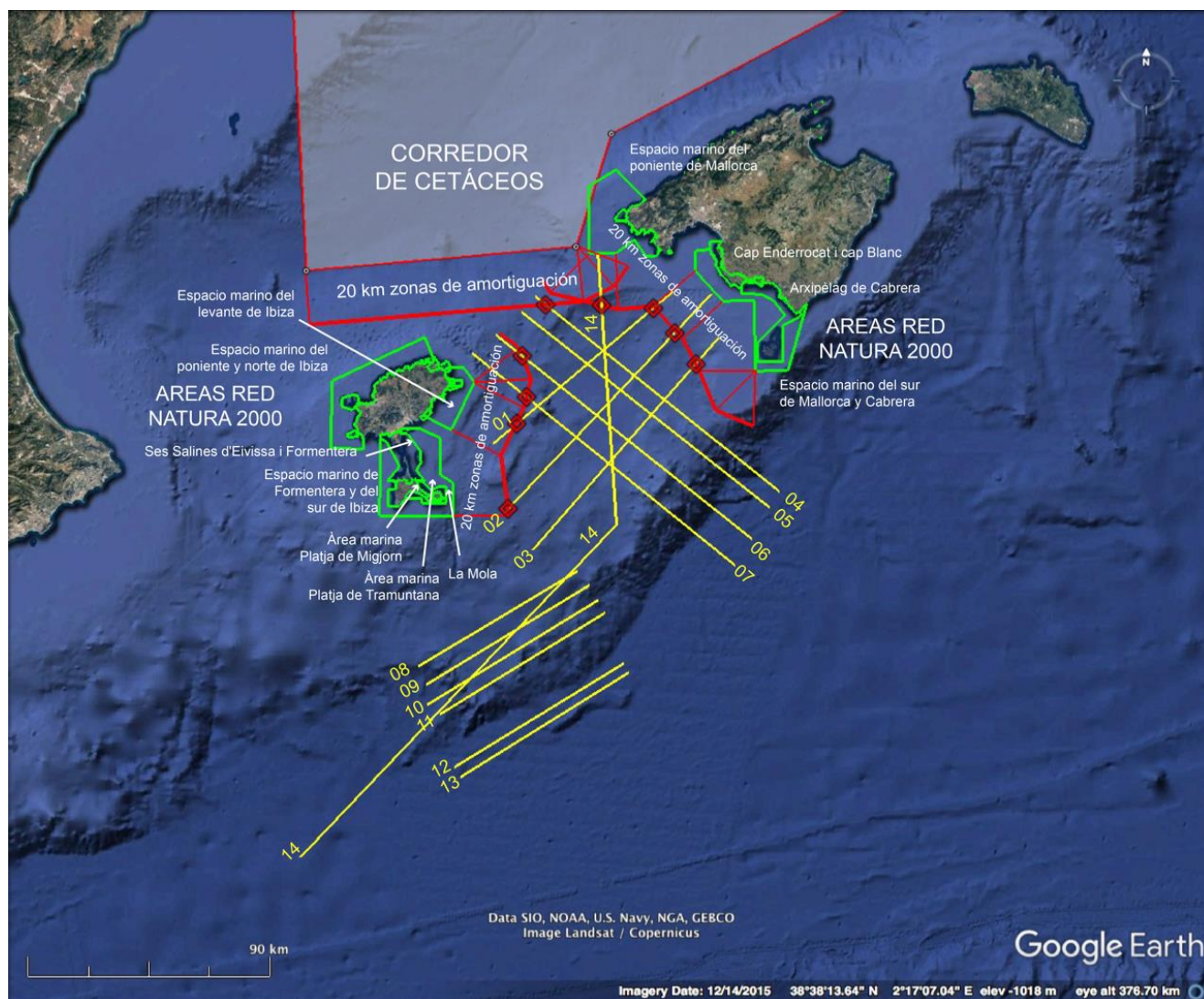


Figura 2.4.2: Mapa de las Areas Red Natura 2000 (verde) y la figura propuesta como ZEPIM del corredor de cetáceos (gris), con las líneas sísmicas propuestas en el proyecto MEDSALT-2 (amarillo) y la zona de amortiguación de 20km (rojo) en los puntos en los que presenta intersección con las líneas sísmicas. (Fuente OGS)

Finalmente se ha elegido la alternativa 2 de recortar las líneas sísmicas nº: 1,2,3,4,6,7 y 14.

2.4.5. Alternativa de fuente sísmica

Alternativa 1: Uso de 4 fuentes.

En un principio se consideró el uso de 4 fuentes diferentes (Tabla 2.4.1) a utilizar según la profundidad, lo que resultó en la división de las líneas sísmicas en áreas (Figura 2.4.3), según la profundidad y la fuente a utilizar. Los resultados de la modelización acústica muestran áreas de gran alcance para una de las fuentes (4x250 cu.in) (Tabla 12-Anexo I-Modelización acústica_v2), que podrían producir cambios

en el comportamiento en cetáceos, que según la NOAA se producirían con niveles de 160dB RMS sin ponderación para mamíferos marinos (Tabla 4.2.2).

Profundidad de aguas (m)*	Formación de cañones de aire(cu.i = cubic inches)	ZONA
> 1000	4 x 250 cu.i GiGuns	Zona 3 y 4
500-2000	4 x 210 cu.i GiGuns	Zona 3 y 4
500-1000	1 x 60 cu.in mini-GI + 1 x 210 cu.in GI Gun	Zona 1 y 2
< 500 m	1 x 60 cu.in single mini-GI Gun	Zona 1 y 2

Tabla 2.4.1: Características de configuración de la fuente sísmica en función de la profundidad para el proyecto MEDSALT-2. inicialmente propuesto en el año 2016. (* límites de profundidad de agua estimados preliminarmente.)

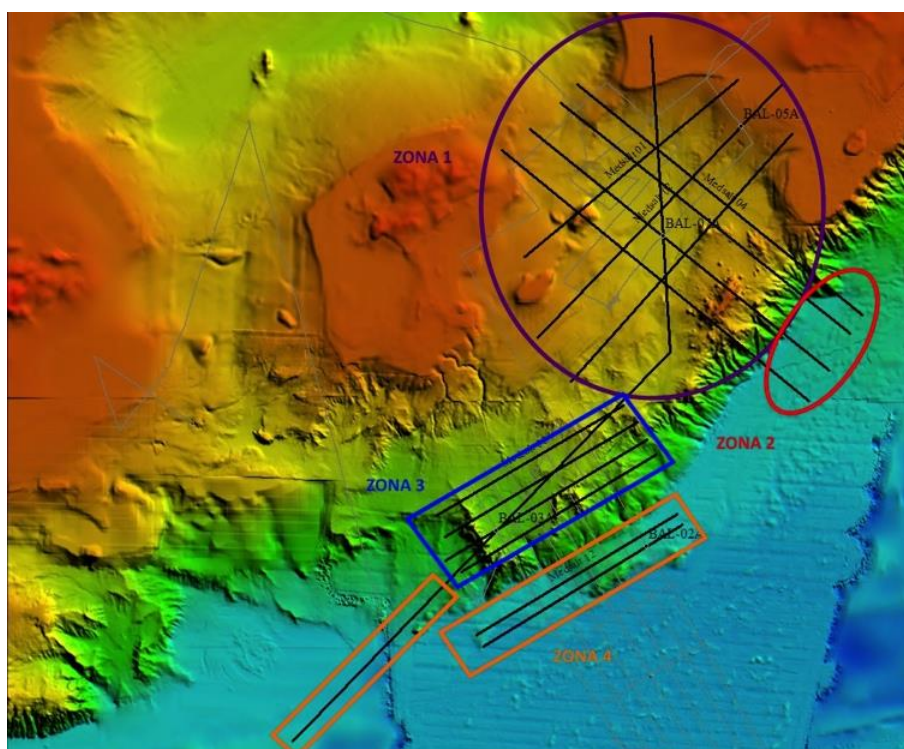


Figura 2.4.3: Zonificación del área de estudio según el uso de las diferentes fuentes propuestas en el año 2016. Fuente SUBMON

Zona	Fuente	Profundidad 10 m	Profundidad 250 m	Profundidad 600 m	Profundidad 1500 m
Zona 3	4 x 250 cu.in.	9623	8035	8035	6214
Zona 4	4 x 250 cu.in.	9623	8035	8035	6214

Tabla 4.2.2: Rango de seguridad SPL RMS ref 1μPa = 160 dB en cada zona de estudio y en las profundidades de 10, 250, 600 y 1500 m, resultante de la modelización propuesta en el año 2016.

El uso de 4 fuentes no se tendrá en cuenta como alternativa para el proyecto.

Alternativa 2: Uso de 3 fuentes.

Una de las alternativas ha sido valorar el uso de una sola fuente sísmica de menor impacto acústico para cubrir todas la zonas profundas (Zona 3 y 4), la fuente de 4x210 cu.in. Según los resultados de la modelización acústica (Tabla 13-Anexo I-Modelización acústica_v2) el rango en que la fuente alcanza los 160dB, límite por debajo del cuál no se considera que exista un impacto acústico para la fauna marina, es mucho menor que la fuente anterior y podrá ser vigilado desde la propia embarcación para asegurarse de que no existe fauna marina que pueda verse afectada.

Zona	Fuente	Profundidad 10 m	Profundidad 250 m	Profundidad 600 m	Profundidad 1500 m
Zona 3	4 x 210 cu.in.	638m	1127m	1393m	1598m
Zona 4	4 x 210 cu.in.	638m	1127m	1393m	1598m

Tabla 4.2.3: Rango de seguridad SPL RMS ref 1µPa = 160 dB en cada zona de estudio y en las profundidades de 10, 250, 600 y 1500 m propuesta como alternativa 2.

Se ha elegido, por lo tanto, esta alternativa y se trabajará únicamente con la fuente de menor impacto acústico para las Zonas 3 y 4, la fuente 4 x 210 cu.in.

2.4.6. Alternativa estacional

La ejecución del proyecto MEDSALT-2 puede hacerse en cualquier periodo del año. La temporada de verano es preferible por motivos del condiciones metereológicas particularmente favorables. Sin embargo, la interferencia con periodos de presencia, migración, o época de reproducción de la fauna marina de la zona o cualquier interferencia negativa con el medioambiente puede justificar el cambio de temporada del proyecto. El promotor del proyecto OGS está plenamente dispuesto a modificar la logística del proyecto e incluir las temporada de otoño o de invierno, asumiendo el riesgo del condiciones meteorologías adversas.

Tal y como se especifica en la sección 6.2.2 la mejor época, por ser esta la de menor incidencia ambiental se sitúa entre los meses de finales de **Octubre a Diciembre**, por lo que se escoge esta alternativa como la adecuada.