

LIFE IP INTEMARES

Informe de distribución espacial de características geomorfológicas y sedimentarias del LIC Banco de la Concepción

SubAcción A.2.1: Mejora del conocimiento en zonas ya declaradas

ÍNDICE

Resumen ejecutivo	3
Executive summary	4
1. Introducción	5
2. Área de estudio	6
3. Metodología	8
4. Distribución espacial de tipos morfológicos	15
5. Distribución espacial de sedimentos	35
6. Conclusiones y recomendaciones	43
7. Bibliografía	44

ANEXOS

Información cartográfica

Autor/es del informe: Martínez-Carreño, N., Vázquez, J.T., López-Rodríguez, C., Arrese, B., Sánchez-Guillamón, O., López-González, N., Gómez-Ballesteros, M., Martín-Sosa, P.

Colaboradores/Anexos: Agudo, L.M, Tello Antón, M.O.

Resumen ejecutivo

El Banco de la Concepción es un monte submarino declarado Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) de la región biogeográfica Macaronésica. La inclusión del LIC ESZZ15001 – Banco de la Concepción como LIC de la Red Natura 2000 fue el resultado de una ardua labor llevada a cabo en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES “Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español”. La aprobación de un nuevo proyecto, LIFE IP INTEMARES, ha permitido ahondar en el estudio de esta zona con el objetivo de lograr una mejora en el conocimiento de los hábitats y especies presentes en el Banco de la Concepción mediante nuevos procesados, análisis e interpretaciones de los datos generados durante el proyecto INDEMARES.

En este informe se presenta una nueva caracterización morfosedimentaria y estructural del Banco de la Concepción. Para ello se ha realizado el reprocesado de los datos batimétricos y de reflectividad, así como la reinterpretación de registros de sonda paramétrica de alta resolución y de datos sedimentológicos (granulometría, mineralogía, contenido en materia orgánica y carbonatos) y petrológicos (tipo de roca) de muestras del fondo marino obtenidas durante diferentes campañas oceanográficas.

El reprocesado de los datos batimétricos ha permitido mejorar de forma considerable la resolución y calidad de los resultados, lo que supondrá un beneficio para el estudio de las características morfológicas y de los hábitats bentónicos. Además, en este informe se han identificado 18 tipos morfológicos, algunos de los cuales suponen una novedad con respecto al informe final del proyecto INDEMARES. En la zona abundan los rasgos estructurales y erosivos, pero también se observan rasgos biogénicos en el techo del banco y rasgos deposicionales en toda la zona de estudio. También se han identificado numerosos conos volcánicos, que se distribuyen a lo largo de los flancos del banco y en la zona profunda adyacente.

Las muestras de sedimentos recuperadas en el techo del banco indican que el material predominante son las arenas, de tamaño fino a medio, con alto contenido en carbonato (>74%). Estas muestras superficiales del fondo tienen un contenido bajísimo en materia orgánica (< 0,4%). Con respecto al material rocoso, predominan las rocas volcánicas, principalmente basaltos olivínicos, y las rocas carbonatadas ferruginosas y ferruginosas-fosfatadas.

Una de las principales carencias de este estudio, y que se plantea como una actividad futura para la mejora del conocimiento de la zona, es la ausencia de una malla apropiada de muestras de sedimento. La escasez de muestras en la zona de estudio no permite un calibrado correcto de los datos de reflectividad, y deja sin analizar la zona profunda adyacente al banco.

Executive summary

The Concepcion Bank is a seamount declared as Site of Community Interest (SCI), which is located in the Macaronesia biogeographic unit. The inclusion of the Concepcion Bank (ESZZ15001) as SCI of the Natura 2000 Network resulted from the hard work carried out under the project LIFE+ INDEMARES. The current LIFE IP INTEMARES project "Integrated, innovative and participative management of the Natura 2000 Network in the Spanish marine environment" pursues, among other goals, to get a better knowledge of habitats and species in areas already declared as SCI, like the Concepcion Bank, through new processings, analyses, and reinterpretations of the data previously generated in the INDEMARES project.

This report presents a new morphosedimentary and structural characterization of the Concepcion Bank SCI. The multibeam data (bathymetry and backscatter) generated in the INDEMARES project have been reprocessed, and seismic, sedimentological (grain size, mineralogy, organic matter, and carbonate content) and petrological (the type of rock) data have been integrated to achieve a more complete approach.

The reprocessing of bathymetric data has substantially improved the resolution and quality of the data, which will provide a benefit to the study of the morphological characteristics and the benthic habitats. In this report, 18 morphological types have been identified, some of which are new regarding to those included in the final report of the INDEMARES project. Structural and erosive features are frequent morphological types in the Concepcion Bank, but biogenic and depositional features also appear at the top of the bank and in the whole area, respectively. Moreover, several volcanic cones have been mapped along the flanks and in the surroundings of the bank.

Sediment samples retrieved at the study area suggest that the top of the bank is mainly covered by sands (from fine to medium) poor in organic matter (<0.4%) and with high carbonate content (> 74%). The analysis from the rock samples indicates the presence of both volcanic (mainly olivine basalts) and carbonate (ferruginous and ferruginous-phosphate) rocks.

One of the main shortcomings of this study is the absence of a spatially more homogeneous and intensive grid for surficial sediment samples; this makes impossible to obtain a good calibration between the sediment samples and the backscatter data. For this reason, we recommend future activities to improve the knowledge of the area with a more detailed sedimentary study.

1. Introducción

El proyecto integrado LIFE IP INTEMARES "Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español" tiene como uno de sus objetivos completar los estudios llevados a cabo en el proyecto LIFE+ INDEMARES, desarrollado entre los años 2009 y 2013. El proyecto INDEMARES fue una de las mayores iniciativas europeas para el conocimiento y conservación del medio marino, lográndose un gran avance en materia de declaración de nuevos espacios protegidos y estableciendo las bases para la elaboración de sus futuros planes de gestión. En el marco de ese proyecto, se publicó en el año 2013 el informe sobre la zona del Banco de la Concepción (IEO, 2013; Almón et al., 2014); y el 4 de diciembre de 2014, se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Orden AAA/2280/2014, de 1 de diciembre, por la que se aprobaba la propuesta de inclusión en la lista de lugares de importancia comunitaria (LIC) de la Red Natura 2000 el **LIC ESZZ15001 Banco de la Concepción**, entre otros.

El proyecto LIFE IP INTEMARES persigue el estudio de una serie de espacios marinos incluidos en la Red Natura 2000 y su gestión de forma eficaz, con la participación activa de los sectores implicados y utilizando la investigación como herramienta básica para la toma de decisiones. Uno de sus objetivos específicos es la mejora del conocimiento necesario para establecer los planes de gestión de los espacios marinos de las zonas ya declaradas de la Red Natura 2000, sus especies y hábitats. La Red Natura 2000 se compone de LICs, que serán declarados como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) una vez se aprueben los planes de gestión durante la ejecución del proyecto LIFE IP INTEMARES. En concreto, se están elaborando planes de gestión de diez LICs resultantes del proyecto LIFE+ INDEMARES.

En este sentido, y partiendo de los datos generados en el proyecto LIFE+ INDEMARES, se presentan en este informe las mejoras del conocimiento del LIC ESZZ15001 Banco de la Concepción, que se contempla en la subacción A.2.1. del proyecto actual LIFE IP INTEMARES. Esta información es necesaria para la elaboración del futuro plan de gestión y, por lo tanto, para su declaración como ZEC durante la ejecución del proyecto. En concreto, se ha realizado un reprocesado de la batimetría y de la reflectividad de la base de datos multihaz existente en esta área, y se han generado varios mapas de variables del terreno derivados de la batimetría, tales como la pendiente, orientación del fondo, índice de posición batimétrica (BPI), curvatura, etc. Así mismo, se ha realizado una integración de la información de dichos mapas con las muestras de sedimento superficial y rocas obtenidas durante diferentes campañas oceanográficas. Todo ello ha permitido realizar una nueva caracterización morfosedimentaria más detallada del Banco de la Concepción y su entorno.

2. Área de estudio

El Banco de la Concepción es un monte submarino de origen volcánico situado 75 km al noreste de la isla de Lanzarote. Este monte submarino está incluido en la región biogeográfica Macaronésica, que comprende el conjunto de archipiélagos del Atlántico Norte, entre los que se encuentran las Islas Canarias. El Banco de la Concepción representa el monte submarino de mayor dimensión incluido en la Provincia de Montes Submarinos de las Islas Canarias (PMSIC), que engloba las ocho islas principales, las islas Salvajes, numerosos islotes y 16 montes submarinos distribuidos al norte y sur de las islas a lo largo de un área de 540000 km² (van den Bogaard, 2013). Este monte submarino, junto con las islas de Fuerteventura, Lanzarote y La Graciosa, se localiza en la dorsal canaria oriental (Figura 1), que consiste en un núcleo volcánico de unos 10 km de espesor de edad Terciaria cubierto por el producto de subsiguientes erupciones (Weigel et al., 1978; Guillou et al., 1996; van den Bogaard, 2013). De hecho, Geldmacher et al. (2005) señala al vulcanismo de edad miocena, de aproximadamente 17 Ma, como el origen del Banco de la Concepción.

La zona oriental de la dorsal canaria se caracteriza por la ausencia de intrusiones ígneas, mientras que éstas son muy comunes en el margen suroccidental de la dorsal. La mayor parte de las estructuras resultantes de dichas intrusiones se encuentran en la actualidad cubiertas por sedimentos. El Banco de la Concepción, al igual que los montes submarinos Dacia y Essaouira, incluidos en la PMSCI, se caracteriza por presentar un techo parcial o completamente plano (Figura 1). Este tipo de techo plano es típico de la fase guyot descrita por Walker (1990) a la hora de explicar las etapas en la formación de las islas volcánicas en el archipiélago hawaiano. Esta fase se produciría tras la erosión y posterior hundimiento de la isla (Fernández-Palacios et al., 2011), de la que todavía persisten evidencias como son la presencia de cantos redondeados en el techo del Banco de la Concepción, erosionados por efecto del oleaje (Geldmacher et al., 2001) y de las masas de agua superficiales durante periodos de nivel del mar más bajo que el actual.

La zona de estudio se localiza entre el giro subtropical del Atlántico Norte y el afloramiento del NO de África. Esto hace que el banco se encuentre bajo la influencia de la Corriente de Canarias y, de manera eventual, de los filamentos provenientes del afloramiento costero africano (Barton et al., 1998). A lo largo de la columna de agua se pueden distinguir cuatro masas de agua, que son: el agua superficial, el Agua Central del Atlántico Norte (NACW), el Agua Antártica Intermedia (AAIW) y el Agua Profunda del Atlántico Norte (NADW) (IEO, 2013). El agua superficial, que alcanza los 150 m de profundidad, está influenciada por las condiciones atmosféricas locales (Knoll et al., 2002). El Agua Central del Atlántico Norte se encuentra debajo de la termoclina estacional y alcanza profundidades comprendidas entre los 600 y los 700 m, y como norma general fluye en dirección SO (Knoll et al., 2002; IEO, 2013). Entre los 600-700 m y los 1000 m de profundidad se encuentra el Agua Antártica Intermedia, cuyos niveles inferiores se encuentran influenciados por el Agua Mediterránea (MW) que fluye desde el norte. Este Agua Mediterránea comparte parte del mismo estrato

que el agua intermedia y llega hasta los 1600 m de profundidad. Finalmente, la masa de agua más profunda es el Agua Profunda del Atlántico Norte, que aparece por debajo de los 1600 m de profundidad y que fluye lentamente hacia el sur (IEO, 2013). Esta masa de agua tiene su origen en el Mar del Labrador y en los Mares Nórdicos. Si bien el movimiento de las masas de agua superiores (agua superficial y NACW) se genera como consecuencia de los vientos alisios, el movimiento de las masas de agua profunda es consecuencia, fundamentalmente, del balance geostrófico.

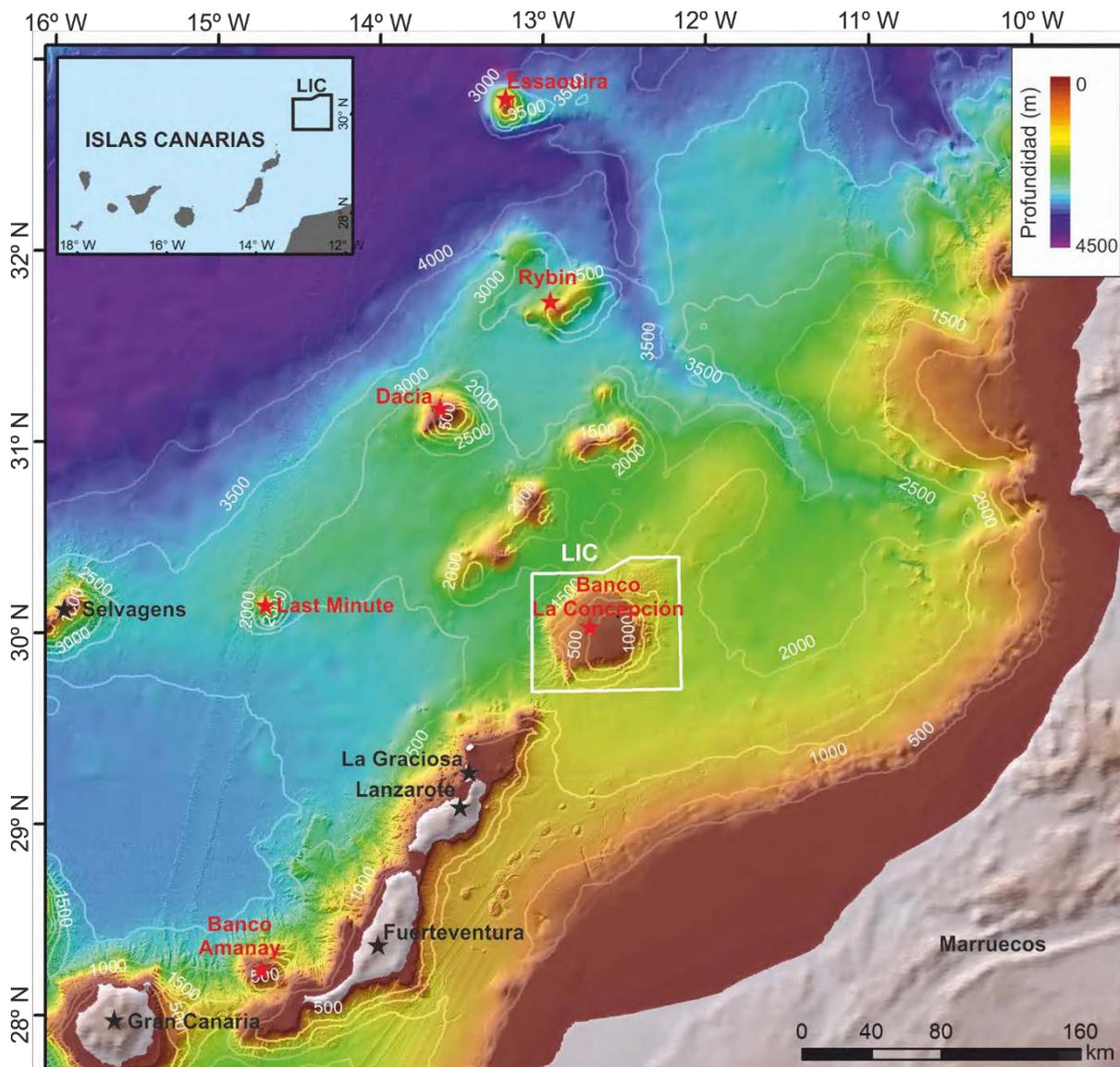


Figura 1: Mapa batimétrico de la dorsal canaria oriental que incluye las islas de Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote y La Graciosa junto con el Banco de la Concepción y otros montes submarinos. En la figura también se indica, en blanco, el polígono correspondiente a la posición del LIC ESZZ15001 Banco de la Concepción (Fuente: Fundación Biodiversidad).

3. Metodología

La zona de estudio fue prospectada hasta en cuatro ocasiones entre los años 2010-2012 durante las campañas oceanográficas INCOGEO e INCOECO, y se obtuvieron, entre otros, datos batimétricos y de reflectividad con ecosonda multihaz, datos de sonda paramétrica de alta resolución adquiridos con la sonda TOPAS PS018 y muestras de sedimento recuperadas mediante draga Shipek y Box Corer y rocas del fondo extraídas mediante draga de roca (Tabla I).

La metodología empleada para la mejora del conocimiento en el LIC del Banco de la Concepción se basa en el reprocesado de los datos batimétricos y de reflectividad obtenidos durante las campañas realizadas en la zona de estudio, así como un análisis más exhaustivo de los datos sedimentológicos y petrológicos recuperados en la zona.

Tabla I: Relación de campañas realizadas, datos geofísicos y muestras del fondo marino obtenidos en el LIC Banco de la Concepción.

Campaña	Buque	Datos geofísicos		Datos sedimentológicos		
		Multihaz (km)	TOPAS (km)	Shipek	Box Corer	Draga roca
INCOGEO 0310	B/O Vizconde de Eza	3362	977	6	-	7
INCOECO 0710	B/O Emma Bardán	-	-	4	-	7
INCOECO 0611	B/O Miguel Oliver	1034	1613	-	22	10
INCOECO 1012	B/O Ángeles Alvariño	896	-	-	-	11

3.1 Procesado de batimetría y reflectividad

El procesado de los datos batimétricos y de reflectividad se ha realizado de forma manual mediante el uso del *software* CARIS HIPS & SIPS 10.4.1. Estos datos fueron adquiridos a lo largo de tres campañas oceanográficas realizadas entre los años 2010 y 2012 a bordo de distintos buques oceanográficos equipados con las ecosondas multihaz EM-300 (INCOGEO 0310), EM302 (INCOECO 0611) y EM710 (INCOECO 1012) (Tabla I). Del conjunto de líneas de ecosonda multihaz obtenidas durante la campaña INCOECO 0611, se han eliminado aquellas que producían errores insalvables o que falseaban datos del relieve.

Una vez realizada la limpieza manual de los datos, se han obtenido tres superficies base para la batimetría y una superficie base para la reflectividad, cuya resolución y rango batimétrico se resume en la Tabla II. En la Figura 2 se presenta la extensión espacial de las superficies de base parciales correspondientes a la capa de batimetría en función de la mejor resolución espacial alcanzada, a partir de la cual se generan sus variables derivadas (pendiente, orientación del fondo, curvatura, rugosidad, etc.). A todas las superficies base se les ha aplicado el algoritmo *Fill Holidays (3x3) / Neighbours = 6* del *software* CARIS con el objetivo

de rellenar pequeños huecos y conseguir, de este modo, una superficie más uniforme. Para las capas de las variables derivadas de la batimetría y para la capa de reflectividad entregable junto a este informe se ha optado por la capa base de resolución de 15 m. En concreto, se han generado las capas derivadas a las resoluciones espaciales que se especifican en la Tabla III. Este criterio permite obtener capas con características homogéneas para toda la zona, a partir de una batimetría de resolución mejorada.

Tabla II: Relación de tipos de superficies base de procesado, resolución espacial y rangos batimétricos. Nótese que hay un rango de profundidad de 20 m (de 1490 a 1510 m) en el que existen datos a ambas resoluciones con el fin de garantizar un buen solape entre las capas y evitar que queden espacios en blanco.

Tipo de superficie	Resolución espacial (m)	Rango batimétrico (m)
Batimetría	10	0-1510
	15	>1490
	15	TODO
Reflectividad	15	TODO

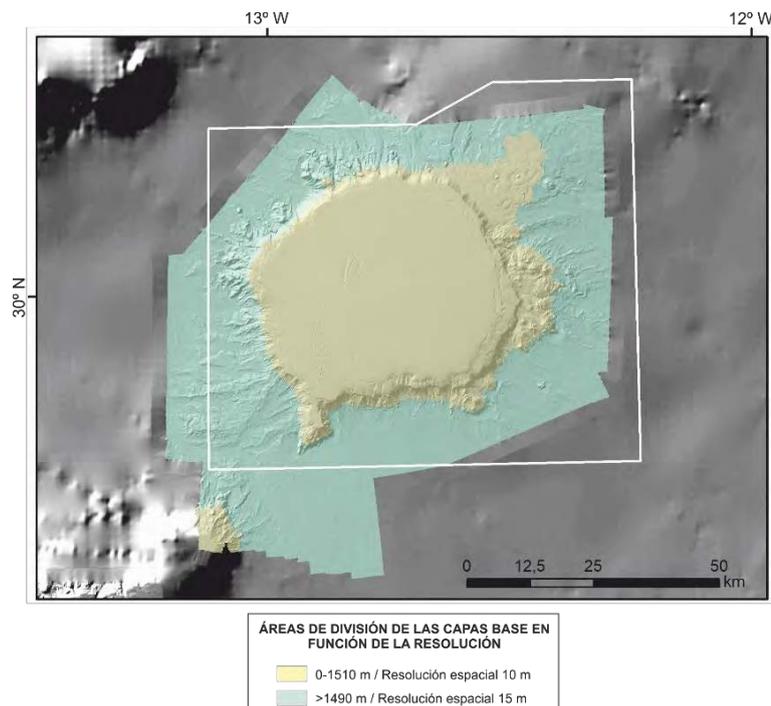


Figura 2: Distribución espacial por rangos de profundidad de las capas base de batimetría en función de su resolución espacial. El polígono blanco corresponde al LIC ESZZ15001 Banco de la Concepción.

Para las superficies base de reflectividad se ha utilizado el algoritmo *GeoCoder (Bottom Characterization)* de la herramienta "Mosaic Engine" del software CARIS HIPS & SIPS 10.4.1.

con el objetivo de mejorar la resolución y calidad del mapa de reflectividad del informe final del proyecto LIFE+ INDEMARES (IEO, 2013).

Tabla III: Relación de capas generadas en la zona de estudio, resolución espacial y rango batimétrico de cada una de ellas. BPI: *Bathymetric Position Index*

Tipo de capa	Resolución espacial o equidistancia (m)	Rango batimétrico (m)
Isóbatas	50	TODO
	100	TODO
Mapa de sombras	10	0-1510
	15	>1490
	15	TODO
Pendientes	10	0-1510
	15	>1490
	15	TODO
Rugosidad	10	0-1510
	15	>1490
	15	TODO
Orientación del fondo	10	0-1510
	15	>1490
	15	TODO
Curvatura total, planar y perfil	10	0-1510
	15	>1490
	15	TODO
BPI (escala fina y gruesa)	15	TODO

3.2 Análisis geológicos de los perfiles de sonda paramétrica

En el LIC del Banco de la Concepción se cuenta con un total de 2590 km de líneas de sonda paramétrica de alta resolución obtenidas con la sonda TOPAS PS018 durante las campañas INCOGEO 0310 e INCOECO 0611 (Figura 3). Estas líneas, que están dispuestas en direcciones variables, cubren la totalidad del área de estudio, mostrando una mayor densidad en el techo del banco (Figura 3). Para la visualización e interpretación de los registros de sonda paramétrica se contó con el *software* IHS Kingdom Suite.

Se ha realizado un análisis superficial de los datos, sin entrar en detalles de la arquitectura sedimentaria de la zona, con el objetivo de contrastar y completar la información

geomorfológica obtenida a partir de los datos batimétricos y de los mapas derivados. Este análisis ha resultado especialmente útil a la hora de cartografiar cuerpos sedimentarios enterrados (p.ej., deslizamientos). Si bien, la cobertura de líneas sísmicas es bastante completa, es necesario puntualizar que la calidad de los registros no es especialmente buena, llegando, en algunos casos, a resultar de poca utilidad.

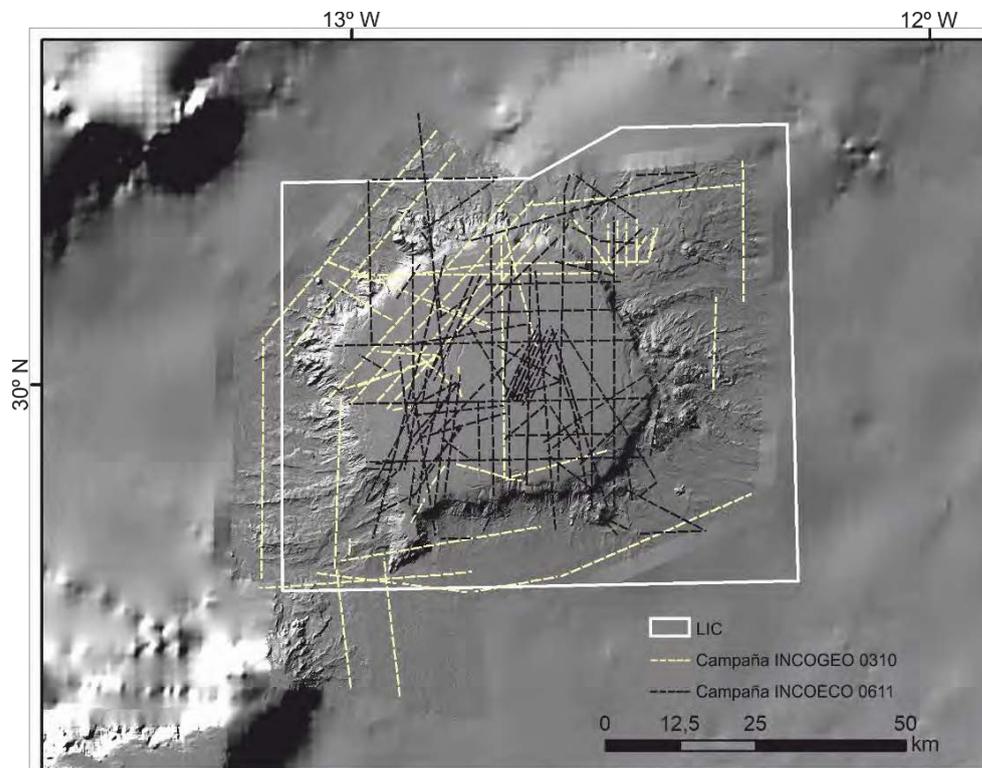


Figura 3: Localización de los perfiles de sonda paramétrica de alta resolución obtenidos durante las campañas INCOGEO 0310 e INCOECO 0611.

3.3 Análisis geomorfológico

El análisis geomorfológico se fundamenta principalmente en el análisis de los resultados batimétricos y de los mapas derivados de éstos, y se complementa, en menor medida, con la información de los registros de sonda paramétrica. A la hora de analizar la información de los datos batimétricos se han utilizado los paquetes de herramientas de análisis espacial del *software* de sistema de información geográfica ArcGIS 10.7. En estos análisis, se han podido obtener los modelos de sombras (*hillshade*) y otras variables del terreno como la pendiente, los índices de curvatura, la orientación y la rugosidad del fondo marino (Figura 4). Estos productos derivados de la batimetría nos dan una idea de la complejidad del fondo marino y son una herramienta fundamental para la interpretación morfológica del fondo y para la realización de una cartografía de detalle de la zona de estudio.

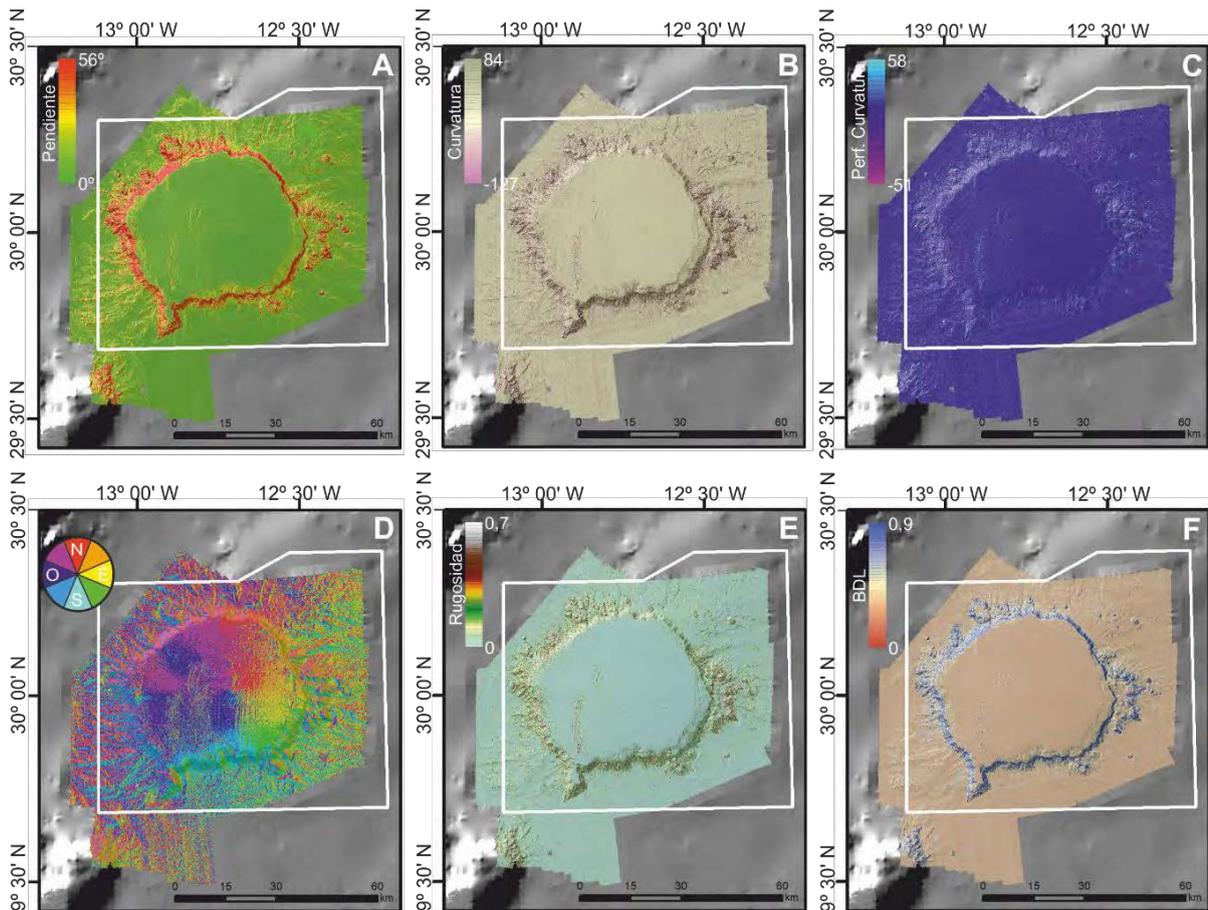


Figura 4: Mapas de las variables del terreno del LIC Banco de la Concepción procedentes de la malla batimétrica de 15 m de resolución espacial. A) Pendiente, B) Curvatura, C) Perfil de Curvatura, D) Orientación del fondo marino, E) Rugosidad del fondo y F) *Boundary Delimitation Layer* (BDL).

Entre los rasgos geomorfológicos cartografiados se encuentran edificios volcánicos y pequeños montículos. Establecer los límites de dichas estructuras es en ocasiones confuso y su delimitación se basa, fundamentalmente, en criterios subjetivos. Por ello, y con el objetivo de delimitar con mayor precisión ambas estructuras, se ha utilizado la metodología descrita por Grosse et al. (2012), que se basa únicamente en criterios batimétricos. Este método consiste en la combinación de las capas de perfil de curvatura y pendiente normalizadas para generar una única capa resultante denominada *Boundary Delimitation Layer* (BDL; Figura 4F) que ayuda a estimar cual es la rotura natural de la pendiente en cada pixel, lo que facilita la delimitación de los edificios volcánicos con respecto al fondo adyacente. A la hora de elaborar el BDL se le ha dado un factor de peso mayor, de 0,7, a la pendiente y de 0,3 a la capa de perfil de curvatura.

Además de realizar una cartografía de detalle del LIC Banco de la Concepción, también se han realizado medidas de diversos parámetros morfométricos para caracterizar algunos de los rasgos morfológicos identificados en la zona.

3.4 Análisis indirecto de las características de los fondos marinos

El análisis de los datos geofísicos permite, de manera indirecta, obtener información sobre las características del fondo. En este informe se han utilizado dos metodologías distintas para obtener información sobre las características del sustrato.

La primera de ellas consiste en la realización de análisis semiautomáticos que incluyen modelos de índice de posición batimétrica (BPI -*Bathymetric Position Index*) a partir de las superficies anteriormente citadas de batimetría, pendiente y rugosidad, utilizando para ello la herramienta *Benthic Terrain Modeler* (BTM) en ArcGIS. Esta aplicación realiza una clasificación semiautomática de los tipos morfológicos, a partir solamente de datos batimétricos. Este análisis es una herramienta que ayuda a la localización específica de determinados sustratos, que pueden estar asociados a diferentes hábitats bentónicos.

Se han obtenidos dos mapas de BPI, uno de escala gruesa al que se le ha aplicado un radio de búsqueda de 100 y 300 celdas (de radio interno y externo, respectivamente) y otro de escala fina cuyo radio de búsqueda es de 1 y 15 celdas (de radio interno y externo, respectivamente). De este modo, las zonas elevadas de alta pendiente o deprimidas de baja pendiente son diferenciadas en función del radio de búsqueda. Finalmente, con el objetivo de crear una clasificación morfológica en base a los resultados de batimetría, pendiente y BPIs, se ha confeccionado un diccionario integrado de valores y rasgos críticos basado en el lenguaje XML (Tabla IV).

Tabla IV: Diccionario (en inglés) empleado para la clasificación morfológica del LIC Banco de la Concepción.

Broad-BPI		Fine-BPI		Slope		Depth	
Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
17	152	72	504	1	-	-584	-181
7	76	-2	12	0	3	-1053	-157
14	21	12	101	-	-	-1000	-260
-	61	-17	-	12	-	-2586	-262
0	19	-210	-17	-	-	-1090	-
77	300	-2	57	3	10	-1350	-
-413	90	-4099	12	7	-	-2586	-262

La segunda metodología empleada consiste en el análisis de los valores de reflectividad del fondo, los cuales pueden asociarse al tipo de sustrato (roca, arena y fango), dando de este modo una idea de la naturaleza del fondo marino. Los valores de reflectividad se han correlacionado con las muestras del fondo (sedimento y roca) obtenidas en el área de estudio. Así, el sustrato con una alta reflectividad ha sido clasificado como rocoso, mientras

que los que presentan una reflectividad media y baja se han interpretado como arenas de tipo grueso o arena fangosa, respectivamente.

3.5 Análisis sedimentológicos

El análisis sedimentológico parte de la reinterpretación de los datos granulométricos, mineralógicos y de contenido en carbonato y materia orgánica de un total de 32 muestras de sedimento, recuperadas durante las campañas oceanográficas INCOGEO 0310, INCOECO 0710 e INCOECO 0611 (Tabla I). Dichas muestras, obtenidas a partir de las dragas Shipek y Box Corer, fueron recogidas, fundamentalmente, sobre el techo del banco (Figura 5A), y analizadas por el Laboratorio de Geología de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en colaboración con el grupo de investigación GEOGAR, dentro del marco del proyecto INDEMARES. Cabe destacar que la distribución de las muestras no es la más propicia para un estudio sedimentológico detallado, ya que no se distribuyen de manera homogénea a lo largo del techo, quedando incluso zonas del techo del banco sin muestrear (Figura 5A). El muestreo realizado no permite una correlación precisa entre los datos de reflectividad y el tipo de sustrato, ya que existen rangos en los valores de la reflectividad en los que no hay muestra. Este problema se incrementa todavía más en los flancos del banco y en la zona profunda adyacente al mismo, donde las muestras son muy escasas (Figura 5).

Los parámetros granulométricos utilizados para la caracterización del sedimento fueron calculados mediante el método de Folk y Ward (1957) y son: la media aritmética o promedio del tamaño de las partículas; la selección o variación en el tamaño de los granos del sedimento (*sorting*); la asimetría de la distribución granulométrica (*skewness*), que informa sobre el mayor o menor contenido de fracción fina y/o gruesa presente en las muestras; y el valor de la curtosis (*kurtosis*), referido al apuntamiento o achatamiento de la curva de distribución.

Además del análisis de los parámetros granulométricos, también se han elaborado una serie de mapas complementarios a los presentados en el informe final del proyecto LIFE+ INDEMARES (IEO, 2013), como son los de la distribución del tamaño medio de grano y la distribución del contenido en materia orgánica sobre el techo del banco.

También se han reinterpretado los datos correspondientes a las muestras de roca recuperadas durante las cuatro campañas oceanográficas realizadas en la zona de estudio y que fueron analizadas en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Tabla I). Los muestreos con draga de roca se realizaron fundamentalmente en el techo, los flancos y la zona adyacente próxima al banco (Figura 5B).

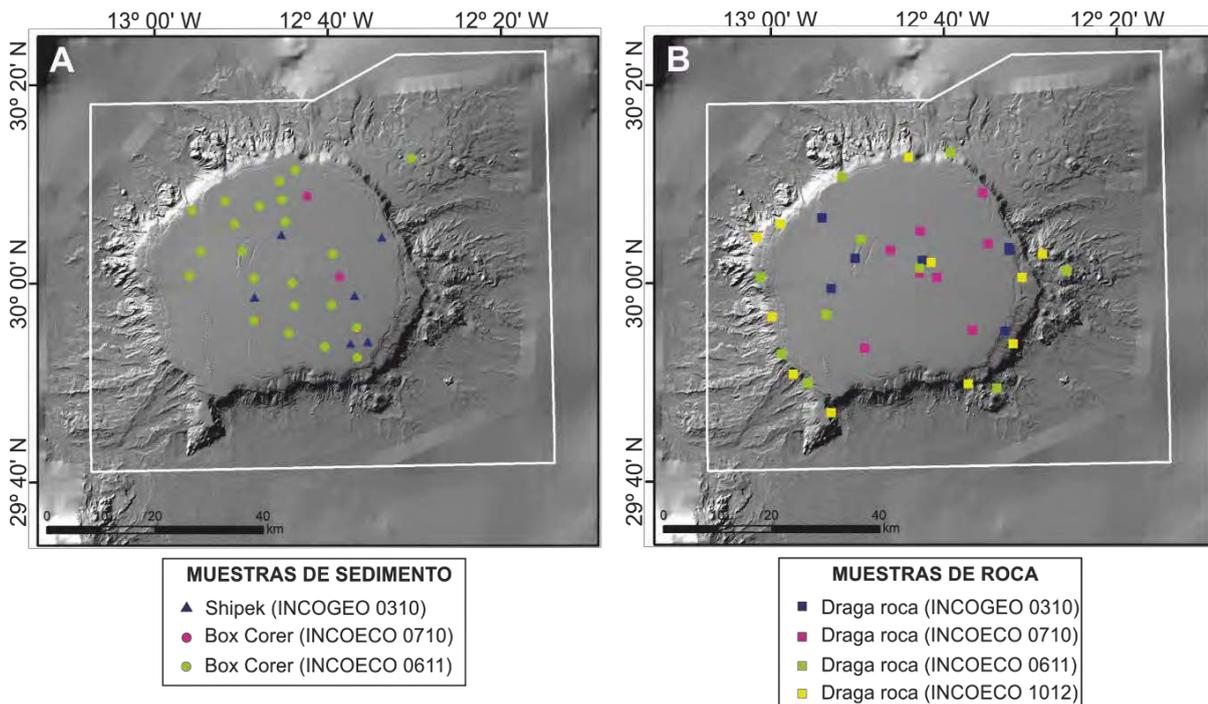


Figura 5: Localización de (A) las muestras de sedimento y (B) las muestras de roca recogidas en el LIC ESZZ15001 Banco de la Concepción en el marco del proyecto LIFE+ INDEMARES.

4. Distribución espacial de tipos morfológicos

La zona de estudio del Banco de la Concepción abarca un área de 6230 km². El principal rasgo morfológico de la zona es el propio Banco de la Concepción, el cual se corresponde con un monte submarino situado entre las isóbatas de 157 y 2400 m de profundidad. El techo del Banco, situado entre 157 y 1150 m de profundidad, tiene una forma pseudocircular, con un diámetro que oscila entre 36 y 53 km de longitud y un área de 1545 km² (Figuras 6 y 7). El techo se caracteriza por ser relativamente plano y presentar pendientes bajas, con valores menores de 2° en el margen oriental y valores de hasta 3° en el sector occidental del mismo. Estas pendientes de entre 2° y 3° en el techo se asocian a la morfología ligeramente inclinada hacia el ONO del techo del banco (Figura 6).

El aplaceramiento del techo del banco, como en el caso de otros montes submarinos de la PMSIC como Tropic y Echo, se puede explicar debido a la erosión de la superficie cuando la cima del banco estaba emergida, por acción del viento y del oleaje, y una posterior subsidencia (Turner et al., 1980) pudiendo haber sido afectada por la interacción de las masas de agua, o bien por erupciones desde fuentes circulares (Fornari et al., 1988) y otros procesos volcánicos submarinos, como estancamientos de lava sobre un conducto central (Clague et al., 2000; Chaytor et al., 2007).

Entre el techo y los flancos (o talud inferior) del banco se ha delimitado una zona de transición denominada talud superior, que se encuentra situada entre las isóbatas de 350 y

1450 m, y que se caracteriza por tener una forma aterrazada, que podría ser derivada de la acción abrasiva del oleaje durante un periodo del nivel del mar más bajo, y donde se observa un aumento progresivo de la pendiente con respecto al techo del banco. La cartografía del talud superior, tanto en su límite superior como en el inferior, viene determinada por cambios en la pendiente como consecuencia de la presencia de escarpes de tipo estructural. El talud superior no es continuo y aparece únicamente en algunos sectores del Banco de la Concepción, concretamente se pueden diferenciar tres sectores (Figura 7): (1) el primer sector es el de menor envergadura y se localiza en el cuadrante NO del Banco de la Concepción, tiene una longitud de unos 8 km, un ancho máximo de 1,2 km y su pendiente aumenta de 3° a unos 17° hacia los flancos del banco (Figura 4A); (2) el segundo sector se localiza a lo largo de 37 km en el extremo sur del Banco, tiene una anchura (0,3 a 2,8 km) y pendientes variables (Figura 4A); (3) el tercer sector se sitúa al este de la mitad oriental del techo del Banco de la Concepción, distribuido a lo largo de 91,5 km del flanco del banco. Es en este último sector donde el talud superior alcanza una mayor anchura, con un valor máximo de 5 km. En general, el talud superior se caracteriza por presentar escarpes de tipo estructural y también es la zona donde se desarrollan las cabeceras de los barrancos submarinos (*gullies*).

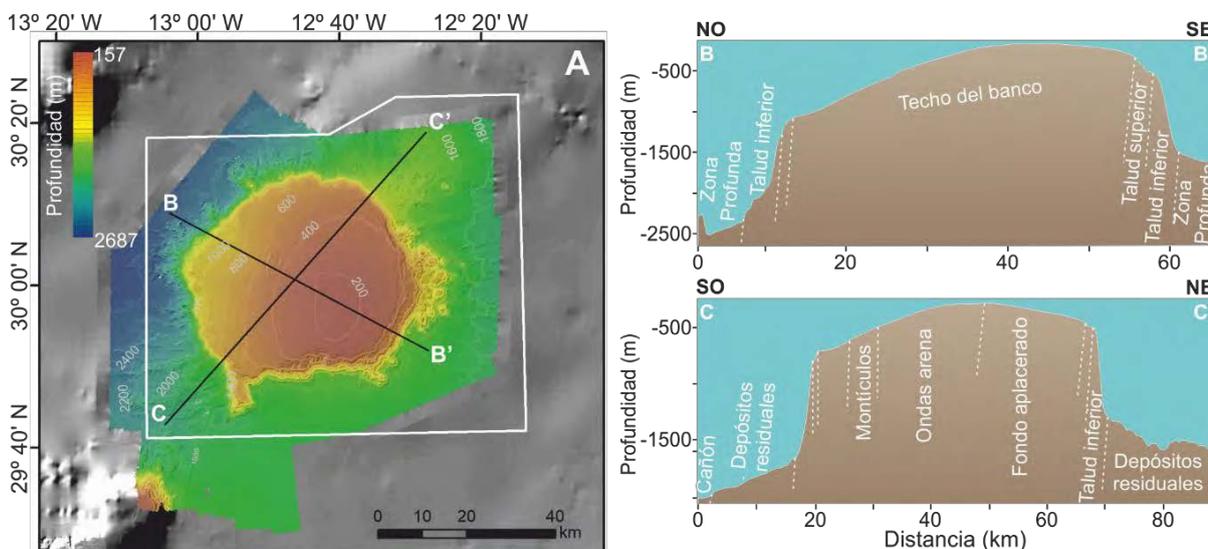


Figura 6: Área de estudio correspondiente al LIC ESZZ15001 Banco de la Concepción. A) Mapa batimétrico con isóbatas cada 200 m y localización de los perfiles batimétricos B-B' y C-C'; B y C) Perfiles batimétricos interpretados donde se representan los rasgos morfológicos más significativos.

El talud inferior, situado entre las isóbatas de 800 y 2580 m, se caracteriza por presentar las pendientes más elevadas, con valores que por lo general superan los 13° (Figura 4A). Su anchura es variable con valores que van desde los 0,9 km en el cuadrante NE hasta superar los 10 km en el sector E del Banco de la Concepción. El talud inferior se caracteriza por presentar un gran número de cárcavas o barrancos submarinos y hacia su base destacan la presencia de altos topográficos y edificios volcánicos, dando lugar a un relieve muy irregular.

La zona profunda adyacente al Banco de la Concepción se sitúa en un rango de profundidades comprendido entre 1250 y 2700 m, y se caracteriza, en general, por presentar pendientes suaves, aunque en ocasiones se ve interrumpida por la presencia de diversos rasgos morfológicos de relieve tanto positivo como negativo. Entre los principales rasgos morfológicos que aparecen en esta zona profunda destacan: conos volcánicos, deslizamientos, depresiones y depósitos residuales, entre otros.

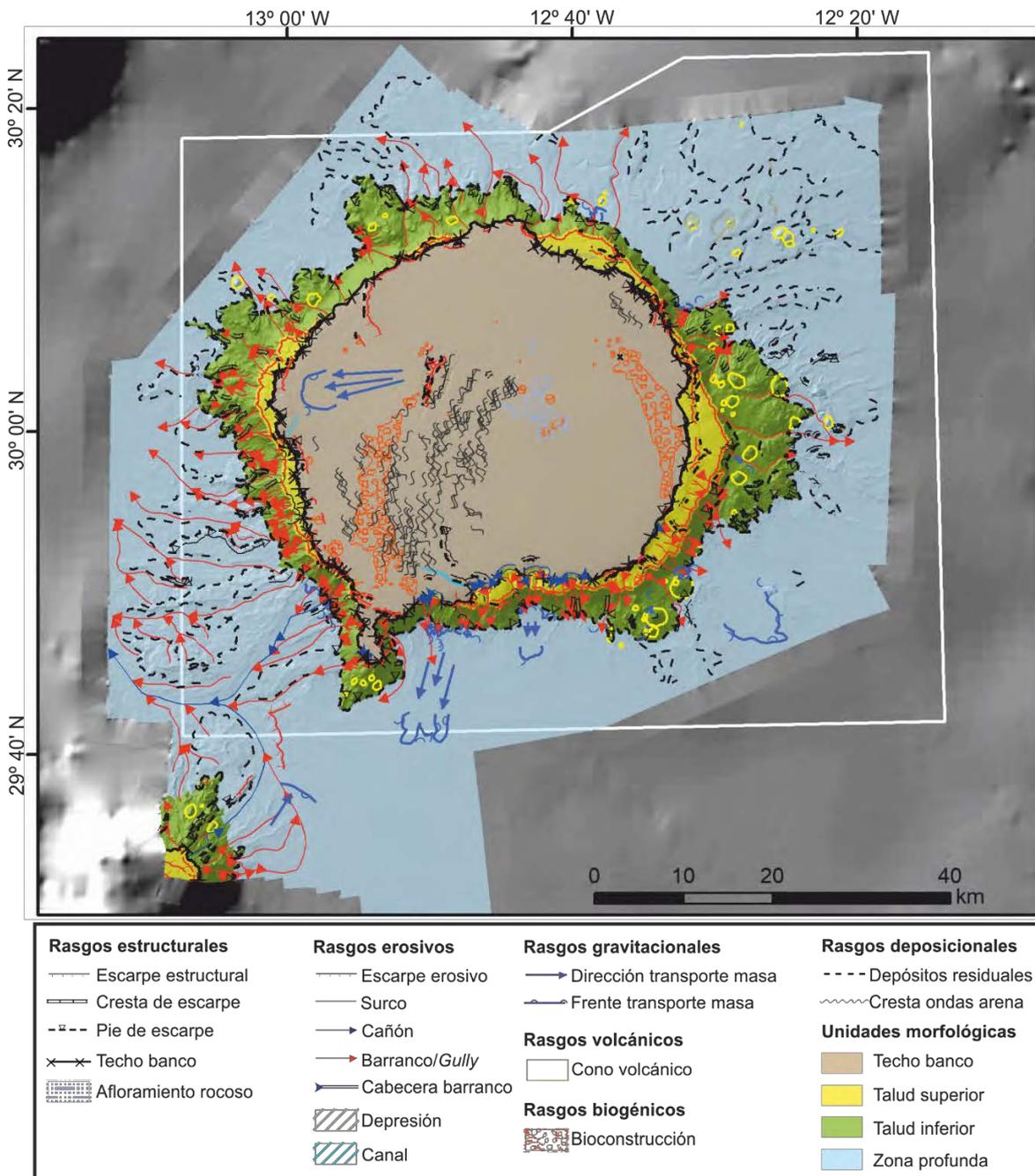


Figura 7: Unidades morfológicas identificadas en la zona de estudio LIC Banco de la Concepción representadas sobre el mapa de sombreado de 15 m de resolución. Como imagen de fondo de la zona de estudio se emplea el mapa de sombreado derivado de la batimetría EMODnet.

A continuación, se presentará en primer lugar el trabajo de clasificación morfológica realizada a partir de técnicas semiautomáticas y en segundo lugar se describirá la geomorfología de la zona, como resultado de la aplicación de las diferentes técnicas morfométricas utilizadas y de la interpretación de dichas formas junto a los perfiles de sonda paramétrica disponibles en la zona.

4.1 Clasificación semiautomática de tipos morfológicos del fondomarino

Se ha realizado una clasificación semiautomática sobre el techo y flancos del Banco de la Concepción (Figura 8C). Para ello, se han aplicado dos modelos BPI, grueso y fino (Figura 8A y 8B, respectivamente), a partir de los cuales se han realizado las clasificaciones del terreno, basadas en las relaciones morfológicas establecidas en el diccionario elaborado para tal fin (Tabla IV). Cabe destacar que la zona profunda ha sido excluida de esta clasificación ya que las similitudes en cuanto a pendiente y rugosidad de rasgos morfológicos distintos situados en el techo del banco y en la zona adyacente producía una respuesta similar en la clasificación, restando utilidad a la misma.

Esta clasificación semiautomática ha permitido establecer hasta siete clases de fondo en el techo y flancos del banco, las cuales son: zona aplacerada, zona de pendiente suave, crestas de ondas de arena, cimas de montículos, surcos o depresiones, crestas o altos morfológicos y barrancos (Figura 8C). Si bien el modelo permite identificar algunos de los rasgos morfológicos más destacados de la zona de estudio, como pueden ser las crestas de las ondas de arena y algunos de los montículos observados en el techo del banco, también muestra grandes limitaciones ya que clasifica como zona aplacerada gran parte del techo y talud superior del banco sin diferenciar pequeñas irregularidades (p. ej., afloramientos rocosos, depresiones de menor rango, escarpes) existentes en la zona (Figura 8C).

Sobre el techo del banco, los rasgos más destacados son los montículos y las ondas de arena. La clasificación semiautomática permite una buena cartografía de las crestas de las ondas de arena, e incluso es capaz de identificar los senos de dichas ondas, clasificándolas como depresiones o surcos. Con respecto a la cima de los montículos, estos aparecen en medio del campo de ondas de arena, y se caracterizan por presentar valores elevados de BPI (Figura 8A y 8B); aunque es necesario decir que el modelo semiautomático no es capaz de identificar todos los montículos existentes.

La zona correspondiente con el talud superior se clasifica como zona aplacerada o como zona de pendiente suave (Figura 8C). A partir de ésta y hacia la zona profunda adyacente al banco se pueden observar una serie de crestas o altos topográficos y barrancos (Figura 8C). Los diferentes valores del BPI de rango fino, más elevados en las crestas y bajos en la zona de barrancos (Figura 8B), y los valores de pendiente señalan características

geomorfológicas lo suficientemente distintas entre las crestas y los barrancos como para ser tenidas en cuenta a la hora de una potencial clasificación de hábitats.

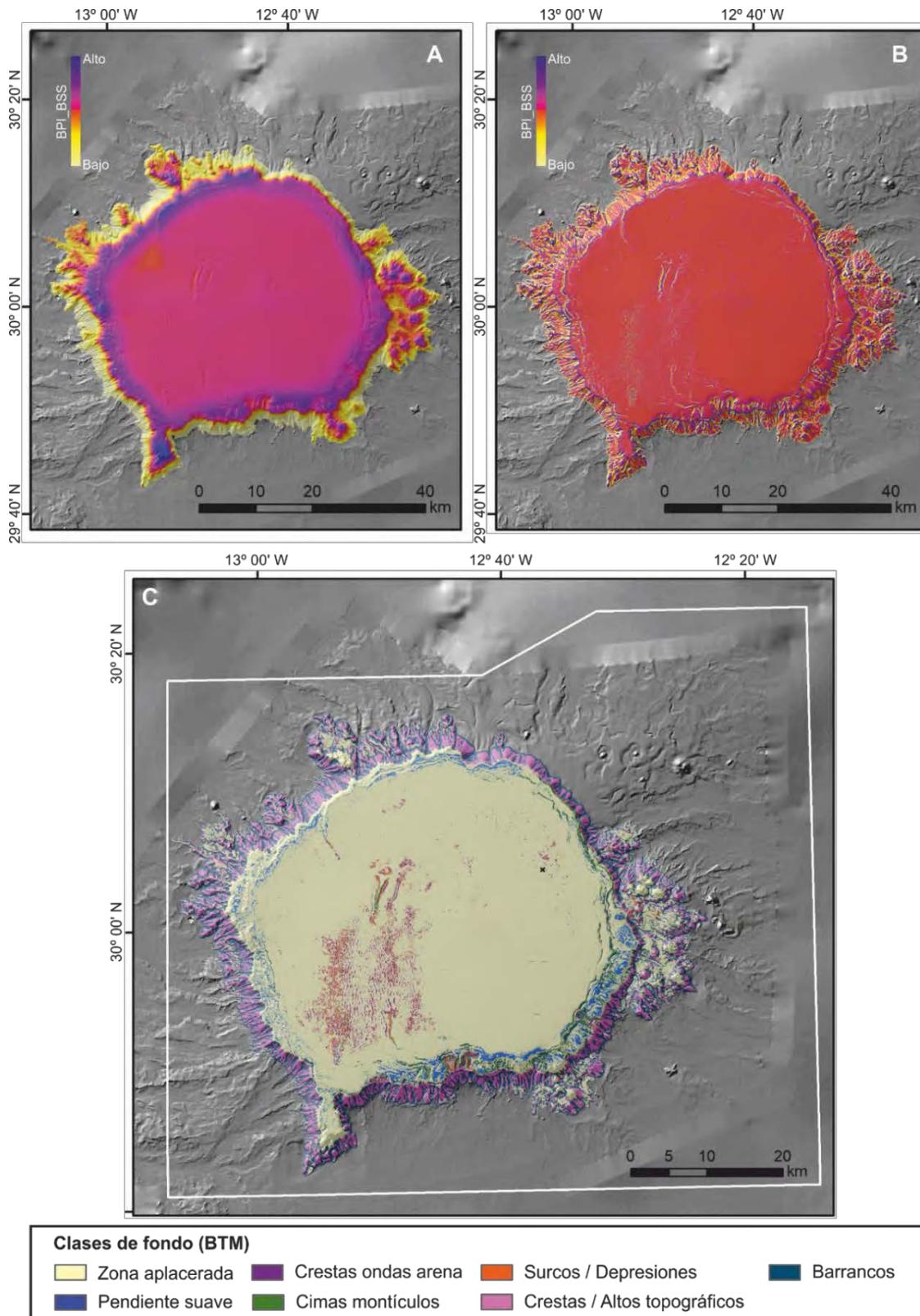


Figura 8: Mapas del Índice de Posición Batimétrica (BPI) del Banco de la Concepción. A) Modelo de escala gruesa, B) Modelo de escala fina y C) Mapa de distribución de clases de tipos morfológicos del fondo marino.

4.2 Geomorfología

Los principales rasgos morfológicos identificados en la zona de estudio aparecen representados en la Figura 7, y se describen a continuación con mayor detalle siguiendo su diferenciación morfogenética en rasgos estructurales, erosivos, gravitacionales, deposicionales, volcánicos y biogénicos.

4.2.1 Rasgos estructurales

Entre los rasgos estructurales identificados en el Banco de la Concepción cabe destacar los escarpes de tipo estructural y las crestas. Los escarpes estructurales tienen direcciones predominantes de tipo NNO-SSE, ONO-ESE y NNE-SSO y en los registros de sonda paramétrica se puede observar un salto vertical en la continuidad de los reflectores que indica la presencia de fallas afectando la continuidad de los registros sedimentarios. Por su parte, si bien no existen líneas de calidad suficiente que pasen sobre las crestas, la aparición de las mismas con orientaciones predominantes NE-SO y en menor medida NO-SE, permiten plantear un origen estructural.

La transición del techo del banco al talud superior, al igual que la transición de este último al talud inferior, está marcada por escarpes de tipo estructural. Los escarpes se caracterizan por generar saltos batimétricos bruscos que dan lugar a cambios abruptos en la pendiente. Estas estructuras se encuentran fundamentalmente en el talud superior y, en menor medida, en el techo del banco (Figura 7). En la zona central del techo del banco aparece un pequeño alto estructural limitado, a ambos lados, por escarpes con dirección NNE-SSO (Figura 9). Estos escarpes tienen pendientes entre 19 y 33° y producen un desnivel de más de 30 m llegando incluso a 65 m cuando coinciden con surcos erosivos adyacentes. El resto de escarpes estructurales identificados en el techo del Banco de la Concepción se sitúan próximos a los bordes del mismo, tienen direcciones NNO-SSE y ONO-ESE (Figura 7) y longitudes variables que van desde los 2 hasta los 7 km.

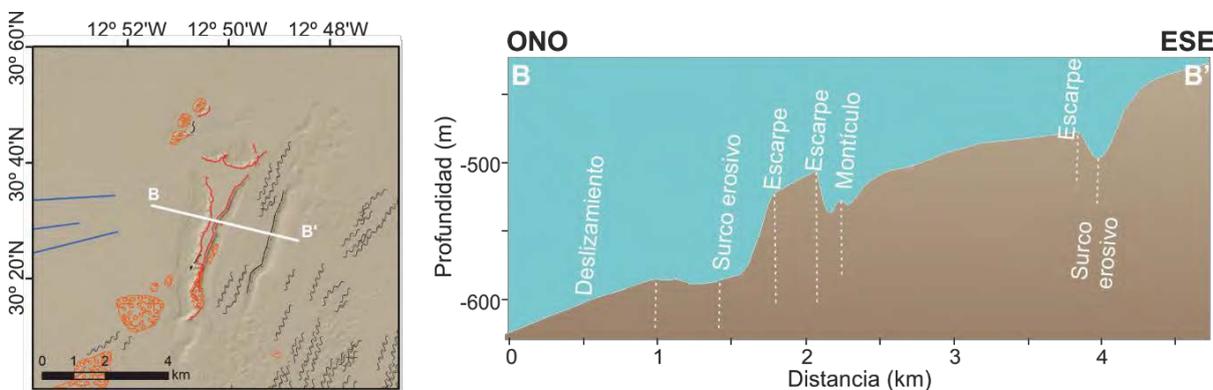


Figura 9: Mapa morfológico sobre el modelo de sombras donde se observa la cartografía de escarpes estructurales en el techo del LIC Banco de la Concepción. La línea blanca representa la posición del perfil batimétrico representado en B. La leyenda del mapa morfológico es la misma que la indicada en la Figura 7.

Como se ha mencionado previamente, los escarpes de tipo estructural se localizan fundamentalmente en el talud superior. Dichos escarpes tienen una forma en planta variable que va desde rectilínea a irregular; siendo esta variabilidad también patente en la orientación de los escarpes que va desde N-S a OSO-ENE y NE-SO (Figura 7). La presencia de dichos escarpes estructurales da lugar a zonas en las que el talud inferior tiene un relieve escalonado.

Las crestas, por su parte, son formas de relieve positivo convexas, originadas por estructuras tectónicas heredadas. Estos rasgos de tipo estructural están presentes tanto en el talud inferior como en la zona profunda adyacente al Banco de la Concepción. Dichas crestas presentan una forma alargada y simétrica, una longitud muy variable (entre 0,4 y 2,5 km) y pendientes superiores a los 13°. Las distintas dimensiones de las crestas responden al contexto estructural en el que se formaron.

4.2.2 Rasgos erosivos

Los principales rasgos erosivos cartografiados en la zona de estudio son los surcos y depresiones generados como consecuencia de procesos erosivos, los escarpes, los cañones y los barrancos o *gullies* y sus cabeceras. En primer lugar, se hará una descripción de los rasgos erosivos que aparecen en el techo del banco, para a continuación pasar a describir aquellos que se desarrollan en el talud y que tienen continuidad en la zona profunda adyacente.

En el techo del banco se pueden observar surcos y pequeñas depresiones de carácter erosivo (Figura 7 y 10). Las depresiones se sitúan en el cuadrante SE del techo del banco y siguen una distribución espacial sin orientación aparente. Aparecen a profundidades comprendidas entre los 255 y 283 m y tienen una morfología que va desde circular a elipsoidal (Figura 10). Estas depresiones tienen un desnivel máximo de unos 4 m y un ancho que varía entre los 90 m y los 450 m. Los valores de reflectividad van desde -26 dB en su borde hasta -19 dB en el centro de los mismos. Los perfiles de sonda paramétrica que atraviesan dicha zona no muestran evidencias de la presencia de gas en el fondo, descartando la idea de que este tipo de rasgo erosivo pueda ser fruto del escape de gas desde los sedimentos a la columna de agua.

En el techo también se observan surcos erosivos que corresponden a depresiones de forma alargada, con longitudes que van desde 0,9 km, los más pequeños, hasta 4 km, los de mayor longitud. Dichos surcos se sitúan a profundidades comprendidas entre los 285 m y los 620 m. El relieve negativo de estos surcos va desde 5 m hasta 36 m o más cuando están asociados a escarpes tanto de tipo estructural como de tipo erosivo (Figuras 7 y 9). Estos surcos podrían ser fruto de la acción erosiva de la masa de Agua Central del Atlántico Norte a su paso sobre el techo del banco; que tiene una dirección de flujo predominante hacia el

SO lo que podría explicar la génesis de algunos de los surcos cuya dirección es N-S o NE-SO (Figura 7).

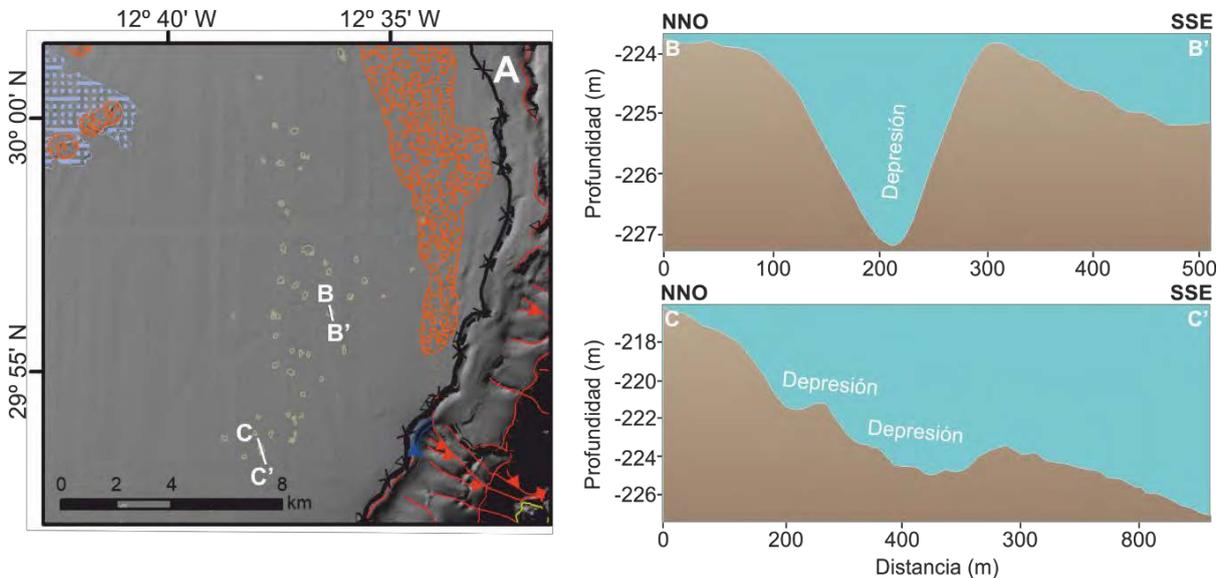


Figura 10: A) Modelo de sombras donde se observan las depresiones cartografiadas en el cuadrante SE del techo del LIC Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7). Las líneas blancas representan la posición de los perfiles batimétricos representados en B y C. Perfiles batimétricos de dos depresiones localizadas en el techo del banco de diferente morfología: circular (B) y elipsoidal (C).

Los escarpes erosivos son un rasgo que aparece tanto en el techo como en el talud (superior e inferior) y en la zona profunda adyacente al banco. Estos escarpes tienen formas muy variables que van desde lineales hasta semicirculares. Los escarpes erosivos, al igual que los de tipo estructural, generan un salto significativo en el relieve y dan lugar a pendientes superiores a los 13° . En el techo del banco se producen asociados a los surcos erosivos, mientras que en talud están asociados a procesos de inestabilidad sedimentaria. La longitud de los mismos es muy diversa pudiendo, en ocasiones, llegar hasta los 4 km de longitud.

Los cañones se localizan en el margen SO de la zona de estudio, observándose dos sistemas ramificados principales, uno que proviene del propio Banco de la Concepción y otro que proviene del talud superior adyacente al flanco NE de la isla de Lanzarote. Ambos sistemas convergen en la zona profunda y su parte distal sigue su curso hacia el NO (Figura 7). El cañón se desarrolla entre las isóbatas de 1600 y 2400 m. El cauce del cañón, que es ligeramente sinuoso, tiene una anchura que varía entre 1 y 2 km y alcanza desniveles de hasta 60 m respecto a sus bordes.

Los barrancos o *gullies* son los rasgos erosivos más frecuentes en el talud del Banco de la Concepción. Las cabeceras de los barrancos aparecen muy bien definidas en el límite sur del techo del banco, donde tienen una forma semicircular. Estas cabeceras, que se identifican como escarpes con geometría cóncava, se sitúan a profundidades comprendidas entre los 340 y los 700 m y sus longitudes varían entre 1 y 8 km. Los barrancos son más numerosos y

alcanzan longitudes mayores entre los cuadrantes NO y SO del banco. En el borde sur del banco también son bastante numerosos, pero su extensión es mucho menor ya que no tienen continuidad más allá del talud. Por su parte, los barrancos son escasos en la parte oriental del banco (Figura 7). Las cabeceras de estos barrancos aparecen muy bien definidas en el límite sur del techo del banco, donde tienen una forma semicircular. La presencia de deslizamientos o depósitos en masa al pie del talud sugieren que algunas cabeceras podrían asociarse también con procesos de tipo gravitacional.

4.2.3 Rasgos gravitacionales y/o de movimientos en masa

Entre los rasgos gravitacionales y de movimientos en masa descritos en la zona del Banco de la Concepción destacan los deslizamientos o los depósitos de transporte en masa. La identificación de este tipo de depósitos ha sido posible al combinar los datos batimétricos con los perfiles de sonda paramétrica de alta resolución (Figuras 3) realizados en la zona, puesto que algunos de estos deslizamientos se encuentran enterrados bajo capas de sedimento hemipelágico de varios metros de espesor. En la zona del Banco de la Concepción se han identificado cuatro deslizamientos de grandes dimensiones, uno situado sobre el techo del Banco y otros 3 situados en la zona profunda, al pie del talud (Figura 7); las características de dichos deslizamientos aparecen resumidas en la Tabla V.

El deslizamiento localizado sobre el techo del banco se asocia con un escarpe de tipo estructural, que tiene un perímetro de 5,7 km y que produce un salto batimétrico de 57 m (Figura 11). Este deslizamiento se encuentra cubierto por una capa de sedimento de un espesor aproximado de 1,5 m y no deja ninguna huella visible en la batimetría de la zona, de modo que su cartografía se ha realizado únicamente a partir de los registros de sonda paramétrica disponibles. El depósito de este primer deslizamiento, denominado D1 (Figura 11), tiene una longitud aproximada de 7,6 km (Tabla V). Los registros de sonda paramétrica se caracterizan por tener facies sísmicas transparente cuyos extremos muestran una forma de lentejones, apilándose unos sobre otros, constituyendo un único cuerpo sedimentario enterrado que alcanza los 11 m de espesor (Figura 11E).

Los otros tres deslizamientos se sitúan en la zona profunda adyacente al Banco de la Concepción (Figura 12A). El deslizamiento D2 corresponde a un deslizamiento de tipo múltiple, ya que el perfil de sonda paramétrica disponible en la zona indica al menos tres fases de depósito caracterizadas por la presencia de facies transparentes (Figura 12B). Este deslizamiento es el que presenta la mayor longitud de todos los cartografiados en la zona (Tabla V). El desplazamiento lateral en la posición de las distintas fases de deslizamiento, junto con la batimetría actual del fondo, sugieren que cada una de dichas fases se corresponde con la formación de un escarpe de cabecera diferente asociado a procesos de inestabilidad gravitacional (Tabla V). El espesor máximo medible de cada uno de estos depósitos en masa aparece indicado en la Tabla V, siendo de 11 m en el caso del depósito

más antiguo y de unos 13 m en el depósito más reciente. La posición del registro de sonda paramétrica permite estimar que el sedimento deslizado se depositó a lo largo de más de 14 km, y que la anchura de dichos depósitos medidos en los registros de sonda paramétrica, y que corresponde a la zona próxima al pie del deslizamiento, varía entre 1-2 km de longitud (Figura 12B).

Tabla V: Parámetros morfométricos de los deslizamientos (D1 a D4) más significativos identificados en el LIC Banco de la Concepción.

Nombre	D1	D2	D3	D4
Tipo deslizamiento	Sencillo	Múltiple	Múltiple	Sencillo
Prof. bajo la superficie del fondo (m)	1,5	11,6 12,4 13	0 11	15,5
Prof. mínima (m)	585	755	625	809
Prof. máxima (m)	1012	1757	1627	1750
Long. Tot. deslizamiento (m)	14287	16033	8000	15466
Longitud depósito (m)	7623	14700	6453	14203
Perímetro escarpe (m)	5743	2636 3074 3498	6816	3572
Altura escarpe (m)	57	412 560	923	990
Espesor máx. medible depósito (m)	11	13,2 14 11	14,7 8,5	26,4
Pendiente depósito (°)	2,5-3	0,5-2	0,5-2,5	0,5-2,7
Pendiente escarpe (°)	30	15-28	20-32	22-35

El deslizamiento D3 es el único, de los cuatro grandes deslizamientos observados, que presenta un depósito superficial. Al igual que D2, D3 es un deslizamiento de desarrollo múltiple ya que el registro de sonda paramétrica disponible en esa zona ha permitido identificar al menos dos eventos. Sin embargo, es llamativo que a pesar de ser el único deslizamiento que no está cubierto por una capa de sedimento posterior, no muestra ningún relieve o cambio significativo en el mapa batimétrico (o sus derivados) o en el mapa de reflectividad; por lo tanto, su cartografía se ha realizado en base al perfil de sonda paramétrica disponible. El deslizamiento D3 es el más corto de los cuatro grandes deslizamientos cartografiados, la longitud estimada del depósito deslizado es de 6,5 km y

la anchura del mismo es de unos 2,4 km. Con respecto al espesor, cabe diferenciar entre el depósito más reciente, cuyo espesor supera los 14 m, y el depósito más antiguo, que tiene un espesor máximo medible de 8,5 m (Figura 12C). El perímetro del escarpe de tipo estructural que ha dado lugar a este deslizamiento mide 6,8 km y da lugar a un salto de 900 m.

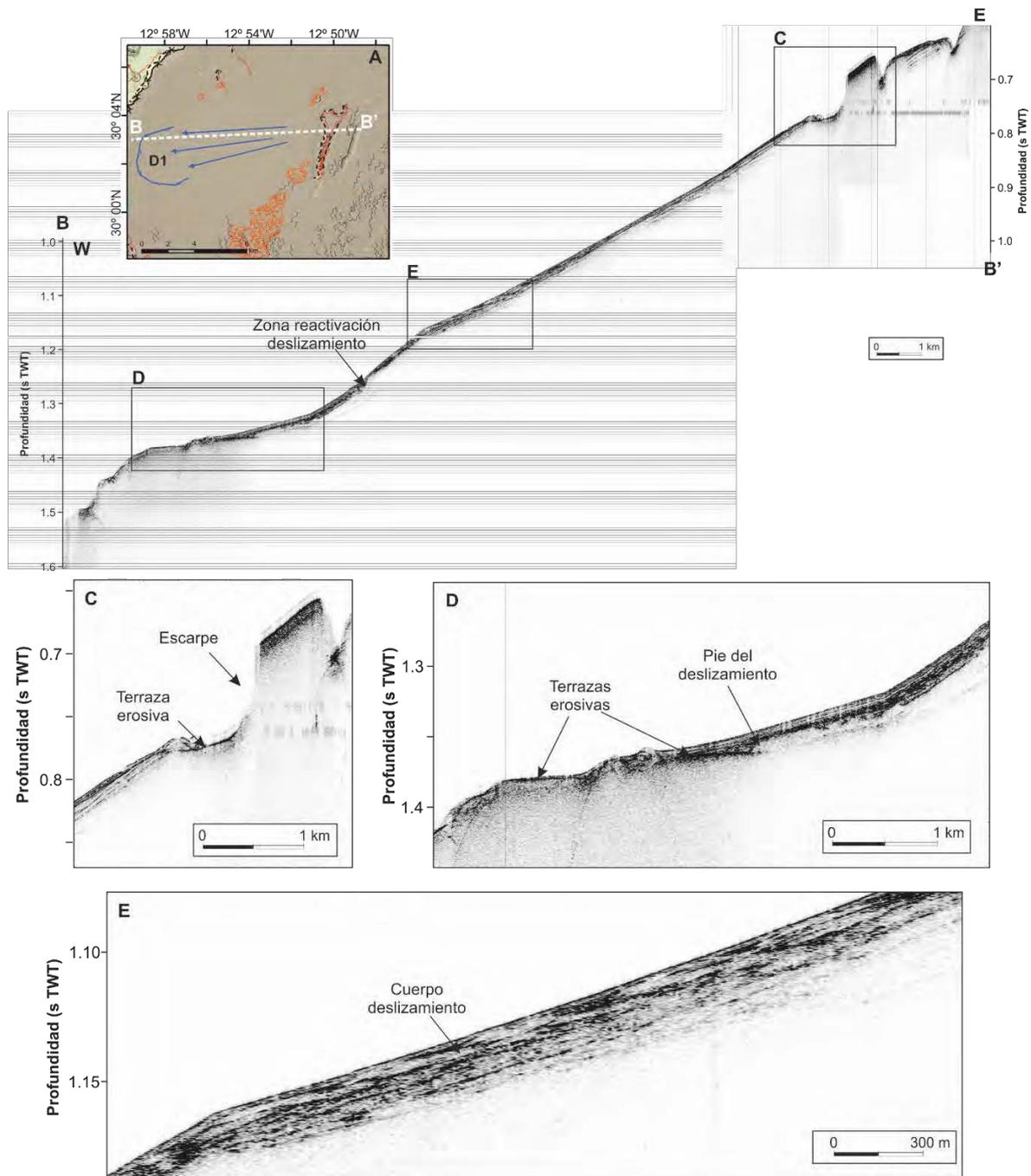


Figura 11: A) Mapa morfológico sobre el modelo de sombras donde se observa la cartografía del deslizamiento D1 identificado sobre el techo del LIC Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7). La línea blanca discontinua señala la posición del registro de sonda paramétrica. B) Perfil de la sonda paramétrica TOPAS correspondiente al deslizamiento. Los rectángulos indican detalles ampliados del perfil correspondientes a C) escarpe de cabecera, D) pie del deslizamiento y E) cuerpo del deslizamiento.

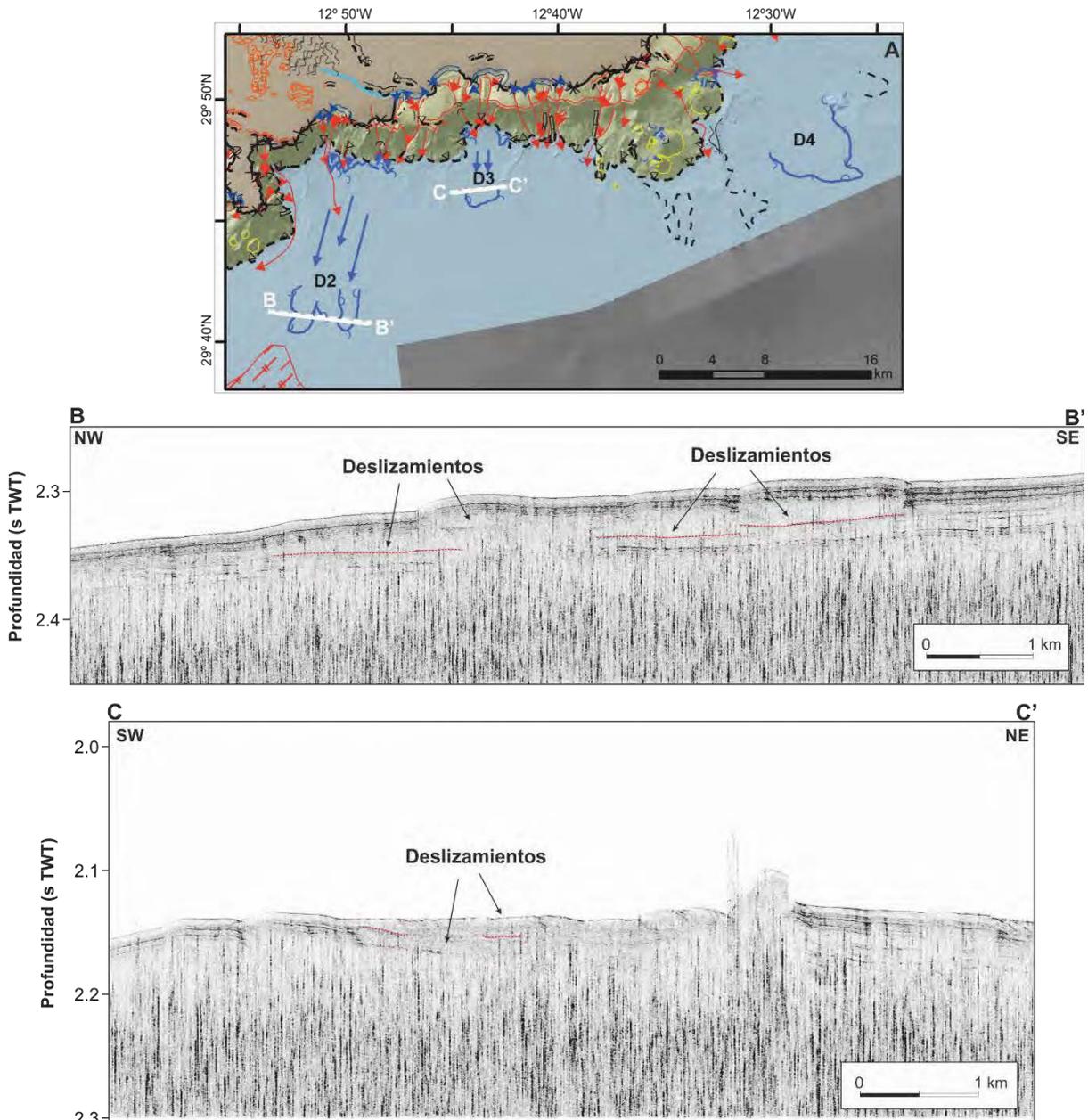


Figura 12: A) Mapa morfológico sobre el modelo de sombras donde se observa la cartografía de los deslizamientos D2 y D3 identificados en la zona profunda adyacente al LIC Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7). Las líneas blancas señalan la posición de los registros de sonda paramétrica. B) y C) corresponden con los perfiles de la sonda paramétrica TOPAS que atraviesan los deslizamientos D2 y D3, respectivamente. La línea roja discontinua señala la base de los deslizamientos.

El deslizamiento D4 ha podido ser cartografiado gracias a una línea de sonda paramétrica que cruza el pie de dicho deslizamiento. Este deslizamiento se encuentra cubierto por una capa de sedimentos de 15 m de espesor. El deslizamiento se desarrolla entre las isóbatas batimétricas de 800 m, donde se encuentra el escarpe de cabecera que dio lugar al mismo, hasta la isóbata de 1750 m, donde se encuentra el pie del deslizamiento (Tabla V). El espesor del depósito medido próximo al pie del deslizamiento es de 26 m, por lo que es uno de los de mayor desarrollo vertical descrito en la zona de estudio.

Aparte de estos deslizamientos de grandes dimensiones, también se han cartografiado pequeños depósitos generados debido a inestabilidades sedimentarias producidas lo largo del talud y que se depositan al pie del mismo (Figura 13). Estos depósitos tienen una extensión que va desde los 700 m a poco más de 2000 m de longitud y producen un pequeño cambio en el relieve y en la pendiente del terreno. Cabe destacar que dichos cuerpos no muestran ningún tipo de respuesta significativa en el mapa de reflectividad, indicando que no hay cambios característicos entre el material de estos depósitos y el material de las zonas circundantes.

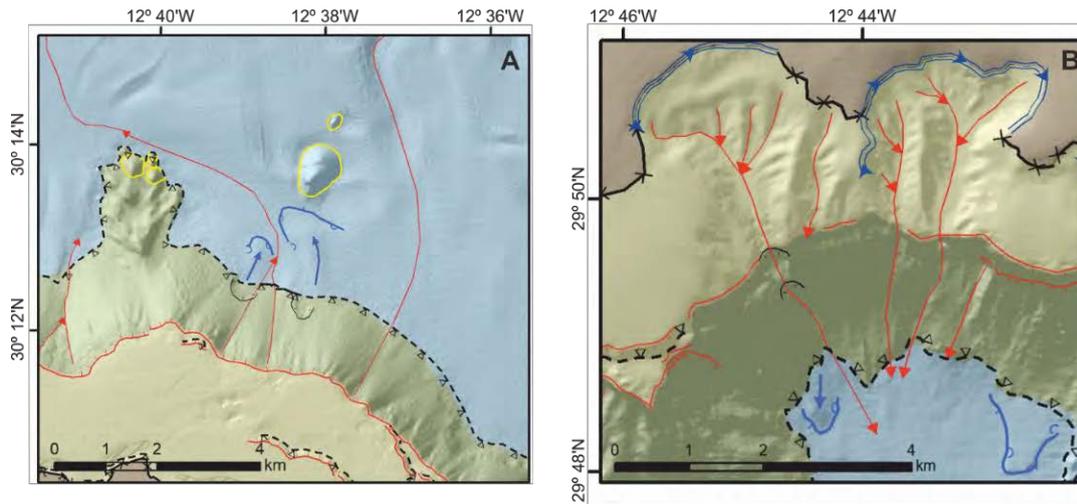


Figura 13: A) y B) Mapas morfológicos sobre el modelo de sombras donde se observa la cartografía de pequeños depósitos asociados a procesos de transporte en masa al pie del talud del Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7).

4.2.4 Rasgos deposicionales

Entre los rasgos deposicionales observados en el Banco de la Concepción cabe destacar el desarrollo de ondas de arena en el techo del banco y la generación de depósitos sedimentarios residuales de diferente origen situados en la zona profunda adyacente al mismo.

Las ondas de arena se desarrollan, fundamentalmente, en el sector O del techo del banco, a lo largo de un área de, aproximadamente, 313 km² y a profundidades comprendidas entre 256 y 937 m. Presentan longitudes de onda que van desde 100 m a más de 300 m de longitud y alturas de 2 a 6 m, así como diversas orientaciones y tipos de cresta (Figura 14). También se observa un pequeño campo de ondas de unos 50 km² al NE del techo del banco (Figura 7), en un rango batimétrico comprendido entre los 300 y los 400 m de profundidad. La longitud de onda media de las ondas de arena descritas en el área de estudio es de unos 300 m (Rivera et al., 2016) y la orientación de las mismas varía entre NNO-SSE y NNE-SSO. Los valores de reflectividad en el campo de ondas varían entre -16 a -30 dB, indicando que el sedimento es ligeramente más grueso al predominante en el techo del banco. Rivera et al.

(2016) observaron que existe una tendencia decreciente en el número de ondas de arena con la profundidad. Estos mismos autores plantearon que la aparición de dichas ondas de arena se relaciona con la dinámica de la corriente generada en la interfase entre el Agua Central Noratlántica y el Agua Antártica Intermedia. A esto hay que añadir un cambio progresivo en el tipo de cresta de dichas ondas de arena en dirección E-O, pasando de ser de tipo sinuoso a ser crestas rectas, lo que sugiere una disminución de la corriente en esa misma dirección (Figura 7).

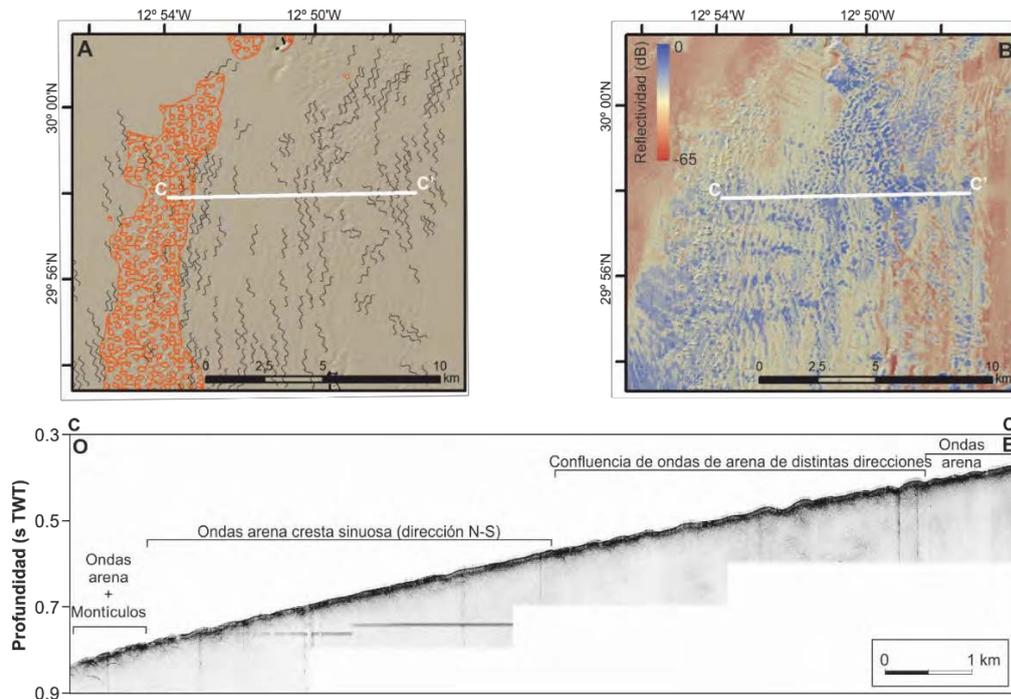


Figura 14: A) Mapa morfológico sobre el modelo de sombras donde se observa la cartografía de las ondas de arena sobre el techo del Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7), también se puede ver cómo se distribuyen los montículos sobre el campo de ondas. B) Mapa de reflectividad en la misma zona. La línea blanca señala la posición del registro de sonda paramétrica. C) Perfil de la sonda paramétrica TOPAS que atraviesa el campo de ondas.

En la zona profunda adyacente al Banco de la Concepción predominan los depósitos sedimentarios residuales. La cartografía completa de dichos depósitos no es viable ya que se encuentran altamente erosionados; de hecho, las líneas discontinuas que marcan la posición de dichos cuerpos sedimentarios en las Figuras 7 y 15 marcan pequeños cambios de pendiente fruto de la erosión de los mismos y no su extensión. En ocasiones, dichos cambios en la pendiente parecen coincidir con fracturas; sin embargo, la cartografía de las mismas no es posible debido a la escasez de registros de sonda paramétrica en la zona (Figura 3). Los perfiles de sonda paramétrica muestran espesores de sedimento de hasta ~95 m (Figura 15C). Las muestras de sedimento recuperadas en la zona profunda situada al NE del banco presentan un 5% de dolomita en el sedimento, lo cual puede ser indicativo de que existan procesos de biomineralización, que podrían estar asociados a actividad hidrotermal en esta zona (Quevedo-González et al., 2012; Rivera et al., 2016).

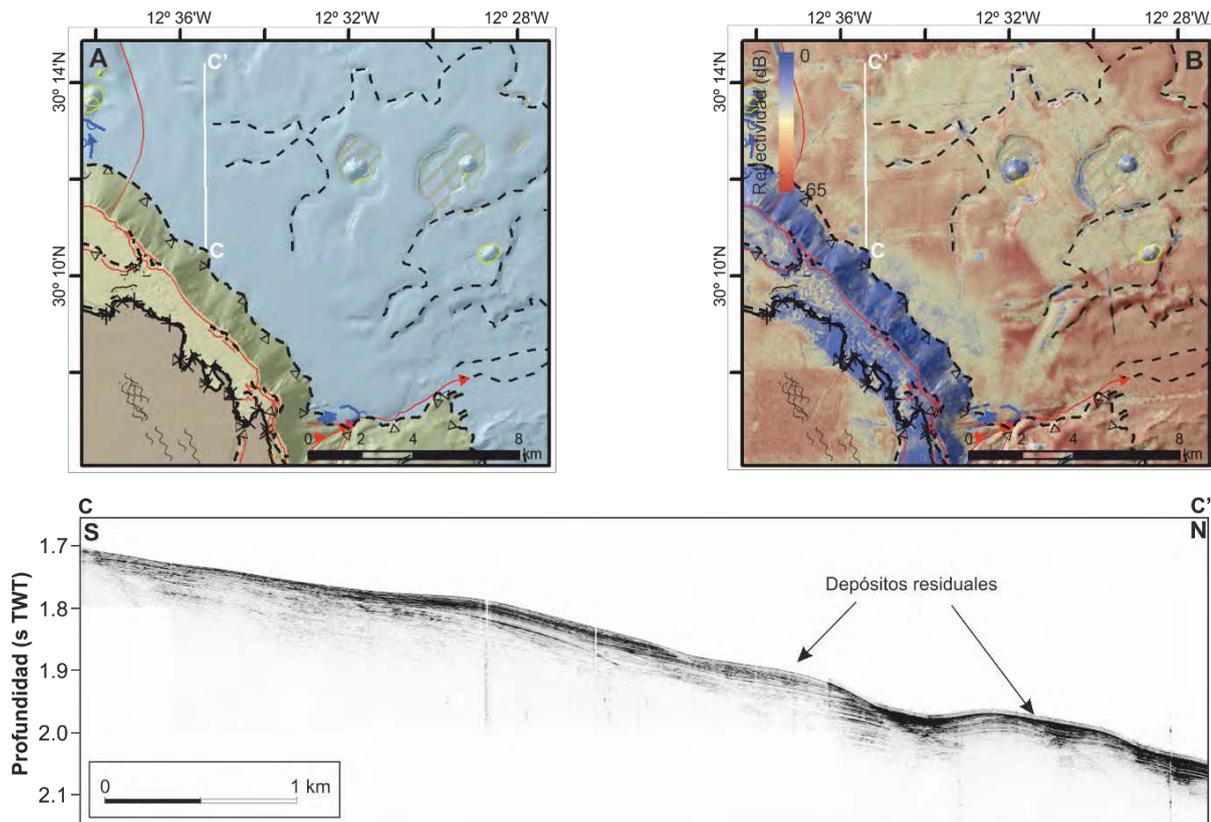


Figura 15: A) Mapa morfológico sobre el modelo de sombras donde se observa la cartografía de depósitos residuales en la zona profunda adyacente al Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7). B) Mapa de reflectividad en la misma zona. La línea blanca señala la posición del registro de sonda paramétrica. C) Perfil de la sonda paramétrica TOPAS.

La morfología de estos depósitos residuales varía de manera considerable entre aquellos situados en el cuadrante NE y los situados en la parte NO a SO de la zona de estudio (Figura 7). Los depósitos residuales situados en el cuadrante NE de la zona profunda se sitúan entre los 1300 y 1800 m de profundidad y muestran una elevada sinuosidad sin una orientación preferente clara (Figura 15). Los perfiles de sonda paramétrica obtenidos en esta zona sugieren que pueden corresponder a depósitos residuales de tipo contornítico; sin embargo, la ausencia de una dirección preferente de dichos depósitos junto con la baja velocidad de la corriente en la zona no parecen sustentar esta idea (Rivera et al., 2016). Por otro lado, los depósitos residuales localizados en sector occidental del área de estudio se sitúan a profundidades comprendidas entre 1650 y 2670 m y podrían interpretarse como depósitos volcanoclásticos a pie de talud. La disposición de estos cuerpos, de manera radial al banco, sugiere un transporte longitudinal a lo largo de los flancos del banco de material procedente tanto del techo como de la desestabilización del propio talud del banco.

4.2.5 Rasgos volcánicos

Cabe destacar la presencia de hasta 51 conos volcánicos en el LIC Banco de la Concepción que se distribuyen a lo largo del talud y zona profunda del banco (Figura 16A). Cuarenta de

estos edificios volcánicos se sitúan en la mitad oriental de la zona de estudio, entre las isóbatas de 700 y 2500 m, seis en el sector NO a profundidades comprendidas entre 1375 y 2520 m y el resto se sitúan en el extremo SSO del banco, entre 1138 y 1715 m de profundidad. Los parámetros morfométricos de tamaño, pendiente, forma y orientación que caracterizan a dichos conos volcánicos se detallan en la Tabla VI.

Estos edificios volcánicos se caracterizan por un relieve positivo y por su forma cónica. El mapa de pendientes permite distinguir que los flancos de estos edificios presentan pendientes elevadas con valores medios que pueden alcanzar los 29° (Tabla VI). Los edificios volcánicos cartografiados en el entorno del Banco de la Concepción tienen un área que varía entre 0,03 y 5,03 km², siendo el valor medio 0,76 km². Su altura máxima está comprendida entre 43 y 532 m (Tabla VI); siendo considerados aquellos que exceden los 500 m de altura como colinas volcánicas.

La relación entre los ejes mayor y menor de la base de dichos conos oscila entre 0,7 y 1, indicando que la morfología de los mismos es circular o pseudocircular. La relación entre el ancho de la cima y el ancho de la base nos aporta información de si el edificio volcánico es puntiagudo o si está truncado (Grosse et al., 2012). Valores obtenidos para este ratio, que son menores de 0,5, sugieren unos conos volcánicos con geometría de tipo truncada (Tabla VI).

Sobre algunos de los volcanes de mayor tamaño, como por ejemplo el volcán V10 cuya área basal es de 5 km², se ha generado un segundo cono volcánico más reciente y de menor tamaño (en este caso V25) (Figura 16B). Además de este fenómeno, también cabe destacar que en ocasiones la generación de los conos volcánicos se ha producido en zonas tan próximas que sus bases prácticamente se solapan (p. ej., los volcanes V31 a V33; Figura 16A).

En algunos de los edificios volcánicos se han podido observar evidencias de deslizamientos a lo largo de los flancos del edificio (Figura 16B) que pueden ser debidos al derrumbe parcial del mismo.

Otro hecho llamativo aparece en torno a los volcanes V35 y V36, situados ambos en la zona profunda adyacente al flanco NE del Banco de la Concepción (Figura 16A). Estos dos volcanes, cuya área basal es inferior a 1 km² y con una altura próxima a los 200 m (Tabla VI), presentan valores de reflectividad elevados (entre -9 y -27 dB) fruto de la presencia de basaltos aflorantes (Rivera et al., 2016). Alrededor de los mismos se distingue una depresión de borde caracterizada por valores más elevados de reflectividad y en la que se han encontrado estructuras tubulares verticales, posiblemente de carbonato autigénico (Rivera et al., 2016). La presencia de rocas en estas depresiones, así como la ausencia de una capa

Tabla VI: Parámetros morfométricos de los conos volcánicos (V1 a V51) identificados en el LIC Banco de la Concepción.

Nombre	Parámetros de tamaño (métrico)									Parámetros de forma (adimensionales)		Parámetros de pendiente (grados)	Parámetros de orientación (grados)	
	Área base (m ²)	Ancho base (m)	Eje mayor base (m)	Eje menor base (m)	Área cima (m ²)	Ancho cima (m)	Eje mayor cima (m)	Eje menor cima (m)	Altura máxima (m)	Altura/Ancho base	Ancho cima/Ancho base	Pendiente media del edificio (°)	Azimuth eje mayor base	Azimuth eje mayor cima
V1	0,21	511,24	514,83	496,68	11121,57	119,00	142,88	106,06	156,23	0,31	0,23	23,19	157,80	89,60
V2	0,38	697,72	785,20	637,47	14771,85	137,14	176,28	103,74	148,08	0,21	0,20	20,12	9,60	152,40
V3	0,14	422,08	523,43	361,61	13793,19	132,52	193,91	90,62	80,07	0,19	0,31	21,29	158,30	137,20
V4	1,53	1395,30	1528,72	1280,93	19953,00	159,39	187,72	151,79	320,83	0,23	0,11	19,14	122,30	20,90
V5	0,09	331,09	427,04	283,58	11596,92	121,51	136,12	110,09	100,69	0,30	0,37	22,96	152,20	138,90
V6	0,14	417,84	496,91	344,45	20131,08	160,10	180,26	142,30	154,31	0,37	0,38	23,12	3,70	136,60
V7	3,91	2232,59	2433,63	2123,28	56351,48	267,86	365,55	216,11	531,92	0,24	0,12	20,82	100,80	126,90
V8	0,27	585,04	633,77	543,78	21014,52	163,57	198,99	126,89	229,20	0,39	0,28	27,15	88,90	112,60
V9	0,16	449,35	585,65	360,14	24797,39	177,69	247,80	124,88	96,34	0,21	0,40	18,10	72,90	48,00
V10	5,03	2530,38	2832,51	2436,57	197445,15	501,39	728,02	448,02	488,53	0,19	0,20	14,58	29,00	59,50
V11	0,82	1024,03	1167,84	901,89	49785,54	251,77	277,46	227,06	280,93	0,27	0,25	23,52	105,90	83,10
V12	0,21	514,92	586,89	466,20	22938,56	170,90	188,05	154,25	150,76	0,29	0,33	25,00	27,10	11,80
V13	1,69	1468,42	1594,05	1397,23	35303,93	212,02	260,80	194,68	308,93	0,21	0,14	17,72	117,20	131,00
V14	1,89	1551,62	1800,91	1312,24	79359,48	317,87	444,96	229,24	259,16	0,17	0,20	14,96	47,80	118,60
V15	1,04	1153,43	1518,49	945,95	55842,70	266,65	402,67	173,70	287,01	0,25	0,23	24,64	177,60	7,40
V16	0,97	1113,35	1180,09	1090,49	30003,99	195,45	253,51	164,32	367,54	0,33	0,18	24,31	174,20	89,00
V17	0,13	413,68	457,12	350,36	5968,77	87,18	136,21	55,53	120,70	0,29	0,21	23,55	73,30	95,00
V18	0,07	301,19	320,27	282,41	4484,67	75,56	77,19	73,52	88,81	0,29	0,25	20,45	150,50	172,40
V19	0,25	564,97	622,39	512,38	8637,87	104,87	101,03	99,62	119,17	0,21	0,19	17,25	159,70	176,70
V20	1,25	1262,17	1400,72	1185,22	12631,90	126,82	142,38	114,14	281,08	0,22	0,10	16,87	54,30	89,00
V21	0,38	699,67	867,27	566,01	16367,08	144,36	195,61	103,66	275,41	0,39	0,21	28,92	24,70	39,00
V22	0,08	321,33	324,07	311,57	4007,07	71,43	71,79	69,58	117,07	0,36	0,22	22,52	165,30	84,30
V23	0,03	207,45	215,93	205,65	5659,73	84,89	90,94	76,71	43,48	0,21	0,41	14,47	121,40	87,60

V24	0,31	627,74	643,98	612,40	10955,84	118,11	179,46	73,86	199,81	0,32	0,19	24,69	105,80	86,00
V25	0,29	603,74	663,50	552,64	9546,88	110,25	127,23	95,88	162,20	0,27	0,18		39,70	172,80
V26	0,45	753,13	939,39	647,10	31696,62	200,89	280,82	158,47	251,18	0,33	0,27	26,13	55,50	74,80
V27	0,06	274,64	318,59	234,38	5379,61	82,76	90,87	73,32	74,78	0,27	0,30	19,81	152,90	94,50
V28	0,53	818,32	988,25	711,20	10383,20	114,98	147,91	87,16	281,44	0,34	0,14	26,68	178,00	162,70
V29	0,58	858,36	873,91	810,96	7586,28	98,28	108,65	90,42	271,18	0,32	0,11	26,84	4,70	87,00
V30	0,08	326,49	345,94	322,46	8645,72	104,92	124,13	92,19	71,25	0,22	0,32	18,94	163,10	173,20
V31	0,47	770,07	934,99	616,79	15924,11	142,39	157,57	126,53	197,52	0,26	0,18	20,59	79,80	101,30
V32	1,04	1148,58	1200,41	1144,28	42493,94	232,60	311,30	234,85	312,68	0,27	0,20	23,97	75,70	21,60
V33	1,31	1290,30	1578,43	1225,62	72045,59	302,87	415,21	246,04	252,23	0,20	0,23	17,80	88,10	70,10
V34	0,45	757,04	888,23	681,45	46626,53	243,65	361,90	195,07	125,63	0,17	0,32	19,32	75,60	52,00
V35	0,48	781,86	781,25	763,70	20161,23	160,22	198,42	145,24	196,76	0,25	0,20	24,70	140,50	79,90
V36	0,91	1074,05	1194,38	1020,76	29534,09	193,92	211,20	185,39	226,02	0,21	0,18	20,93	135,00	169,80
V37	0,06	285,72	359,96	249,09	5640,76	84,75	99,47	74,66	74,11	0,26	0,30	18,73	175,40	165,70
V38	0,07	290,83	334,71	256,12	2433,92	55,67	82,42	45,26	58,73	0,20	0,19	16,97	62,20	37,60
V39	0,66	913,37	1059,95	824,56	14663,03	136,64	188,57	113,68	250,86	0,27	0,15	28,38	10,00	55,50
V40	0,07	289,22	334,17	258,48	11670,59	121,90	137,00	109,94	95,38	0,33	0,42	23,04	19,40	176,20
V41	0,77	992,43	1228,10	844,11	29983,53	195,39	229,18	174,95	317,74	0,32	0,20	25,18	66,60	93,50
V42	0,16	445,07	465,03	424,77	9381,14	109,29	125,46	109,13	112,36	0,25	0,25	21,11	111,10	173,80
V43	0,58	860,35	1024,82	777,72	24927,12	178,15	197,48	164,18	292,27	0,34	0,21	22,08	35,00	152,40
V44	1,49	1379,06	1520,64	1318,44	25669,68	180,79	320,21	106,43	436,54	0,32	0,13	24,55	41,90	46,60
V45	0,32	636,00	702,77	567,09	5121,79	80,75	117,12	67,21	160,92	0,25	0,13	22,26	39,80	63,00
V46	1,22	1248,65	1305,39	1188,04	43675,55	235,82	284,31	208,40	303,28	0,24	0,19	24,86	152,20	133,80
V47	0,14	416,52	532,94	345,68	10883,17	117,72	168,33	85,10	98,74	0,24	0,28	20,97	23,20	38,40
V48	0,27	581,44	785,63	467,65	28941,97	191,96	254,56	151,83	223,65	0,38	0,33	25,74	46,80	27,90
V49	0,25	561,63	619,46	511,92	23337,52	172,38	184,16	175,29	206,77	0,37	0,31	23,71	130,40	36,60
V50	0,26	569,86	623,44	527,44	20122,33	160,06	162,67	157,11	161,06	0,28	0,28	19,53	25,30	179,00
V51	0,70	943,42	1057,06	886,40	15143,60	138,86	198,13	105,24	389,83	0,41	0,15	27,30	55,70	44,20

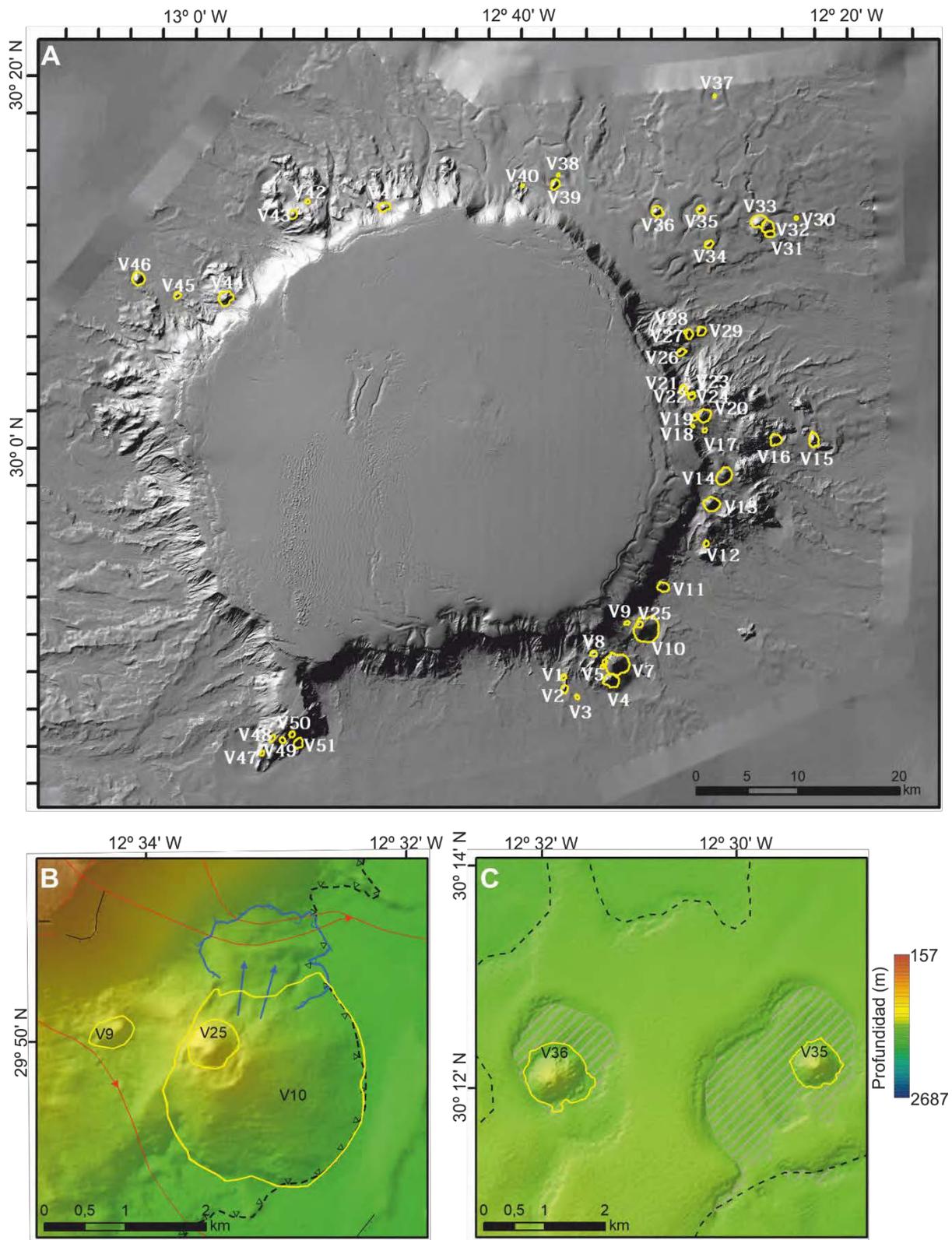


Figura 16: A) Mapa de sombras con la cartografía y etiquetado de los conos volcánicos identificados en el LIC Banco de la Concepción (ver leyenda en la Figura 7). B) Mapa batimétrico de un cono volcánico encima del cual se desarrolla otro cono volcánico de menor tamaño. En esta misma imagen se puede ver un deslizamiento producido a lo largo del flanco N del edificio volcánico. C) Mapa batimétrico en el que se muestran dos conos volcánicos alrededor de los cuales se han generado depresiones o surcos erosivos.

de sedimento sobre los edificios volcánicos, son evidencias que llevan a plantearse que estos volcanes tienen una edad relativamente reciente o bien que en la zona no se favorece la sedimentación (Rivera et al., 2016).

4.2.6 Rasgos biogénicos

En cuanto a los rasgos biogénicos, cabe destacar el desarrollo de bioconstrucciones, es decir montículos carbonatados (*mounds*), constituidos en su mayoría por fragmentos de corales de aguas frías. Las muestras superficiales recuperadas en dichas zonas, mediante el uso de dragas de roca y bou de vara, muestra la presencia de corales de aguas frías tales como *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*, entre otros (Rivera et al., 2016).

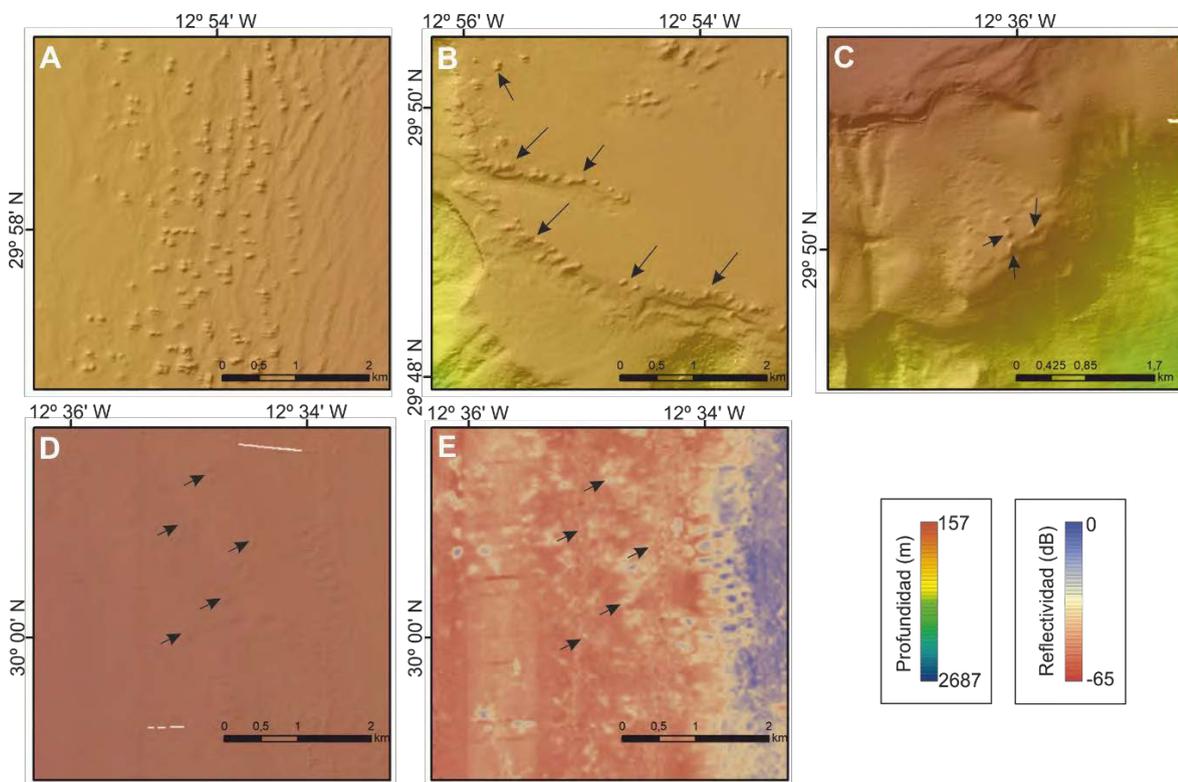


Figura 17: Mapas batimétricos en los que se observan: A) Montículos generados en el campo principal de ondas de arena, B) Montículos o bioconstrucciones asociados a escarpes estructurales, C) Montículos en la zona del talud superior, y D) Montículos semienterrados en los que se aprecia un ligero relieve positivo. E) Mapa de reflectividad correspondiente a la imagen D. Las flechas negras marcan la posición de los montículos en cada caso.

Los montículos aparecen fundamentalmente sobre el techo del banco, entre las isóbatas de 165 y 700 m, cubriendo un área total de 67 km². Se identifica un campo principal de montículos en el sector SO del techo del banco, el cual se extiende unos 19 km en dirección N-S y tiene un área total de unos 51 km². Este campo principal se superpone con el límite occidental del campo de ondas de arena (Figura 7). Además del campo principal, se han identificado algunos montículos aislados al SSO del campo principal; algunos de esos

montículos se distribuyen de manera lineal con una dirección NO-SE, y su posición coincide con la posición de escarpes estructurales (Figura 17). También se han observado montículos aislados en la parte central y en el sector ONO del techo del banco, así como en el talud superior en el sector SSE (Figura 17).

Estos montículos tienen formas que van desde circulares a ovaladas y pueden distribuirse de manera aislada o formando grupos. Aquellos montículos que, sirviéndonos del modelo del BDL, se han podido delimitar con mayor exactitud, han sido medidos ofreciendo diversos parámetros morfométricos. En general, estos montículos tienen una anchura basal que varían entre 39 y 197 m (media = 107 m) y alturas comprendidas entre 4 y 45 m (media = 21 m). La relación entre el ancho de la base y la altura de los montículos es directamente proporcional, indicando que cuanto mayor es la base, mayor altura alcanzan dichas bioconstrucciones. Las pendientes mínimas y máximas medidas en estos montículos varían entre $0,2-14,6^\circ$ y $16,4-52^\circ$, respectivamente. Cabe destacar que estas medidas de las pendientes se realizan teniendo en cuenta la cima de los montículos, y por tanto las pendientes mínimas corresponden a las cimas de los mismos. La relación entre la altura y la anchura de la base del montículo es siempre inferior a 0,3, indicando que se trata de montículos bastante "achatados" o poco puntiagudos.

En el sector oriental del techo del Banco de la Concepción se ven unas formas circulares que sobresalen ligeramente con respecto al fondo adyacente y que, además, muestran valores de reflectividad medios más elevados que el del sedimento que los rodea (Figuras 17D y 18E). Estos rasgos morfológicos se han correlacionado con pequeños montículos que pueden estar semienterrados o erosionados. Estos montículos, que tienen diámetros entorno a los 100 m de longitud y que, en ocasiones, sobresalen menos de 1 m por encima del fondo adyacente, se distribuyen a lo largo de un área de 46 km^2 (Figura 7).

5. Distribución espacial de sedimentos

5.1 Análisis textural del sedimento

El sedimento analizado perteneciente al Banco de la Concepción presenta un tamaño de grano medio comprendido entre $1,28 \text{ phi}$ (arena media) y $4,47 \text{ phi}$ (limo muy grueso), con un grado de selección de pobre a moderado, registrando valores de *sorting* que varían entre $0,66$ y $1,14 \text{ phi}$ (Tabla VII). La distribución de los tamaños de las partículas revela el predominio de la arena ($91,8-99,4\%$), sobre el fango ($0,2-8,2\%$) y la grava ($0-3,5\%$) (Figura 18).

Teniendo en cuenta la distribución espacial del tamaño de grano, se observa que, en el cuadrante NO del banco, el sedimento presenta un tamaño de grano medio uniforme con valores de tamaño de grano medio comprendidos entre 2 y $2,5 \text{ phi}$ (arena fina) (Tabla VII).

Por su parte, en los cuadrantes SO y SE existe una mayor variabilidad granulométrica, con valores de tamaño de grano medio que van de 1,28 a 2,24 phi, es decir, arenas media y fina (Figura 19). En el mapa de la Figura 19A se pueden ver dos muestras, una localizada sobre el techo del banco y otra situada en la zona profunda adyacente, de limo muy grueso. Estas muestras de grano más fino coinciden con valores de reflectividad que van de -28 a -36dB.

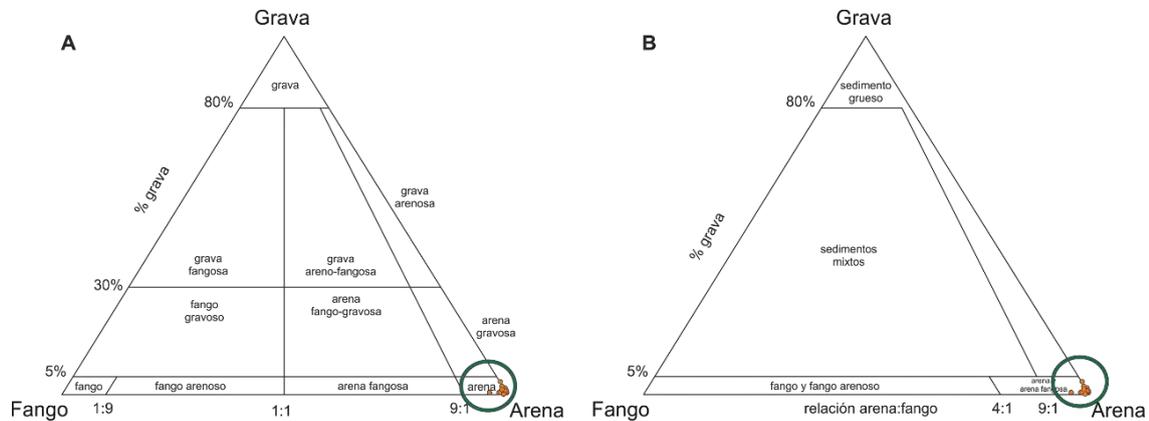


Figura 18: Diagramas ternarios de (A) clasificación textural de Folk (1954) y (B) clasificación textural de Long (2006) de las muestras de sedimento disponibles en la zona del LIC Banco de la Concepción. El círculo verde resalta la zona en la cual se concentran las muestras.

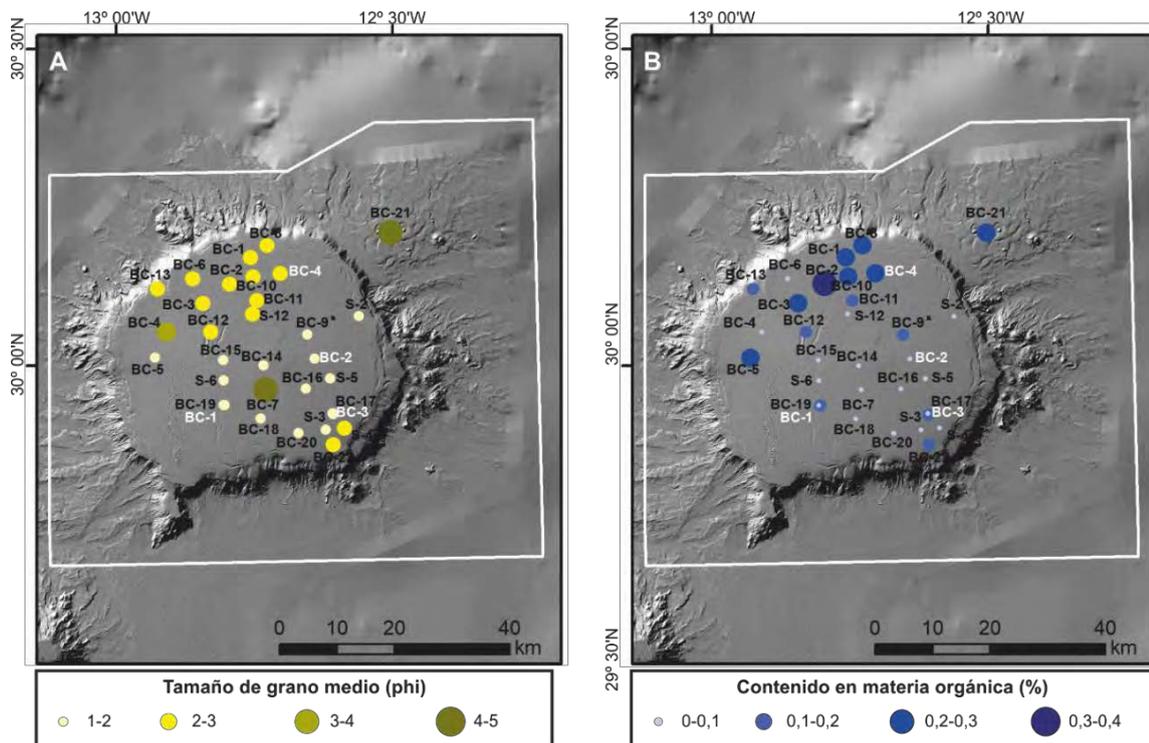


Figura 19: A) Mapa de distribución del tamaño de grano medio, en phi, de los sedimentos superficiales en la zona del Banco de la Concepción. El tamaño y el color de los círculos indica si el tamaño de grano medio corresponde a: arena media (1-2), arena fina (2-3), arena muy fina (3-4) y limo muy grueso (4-5). B) Mapa de distribución del contenido en materia orgánica de los sedimentos sobre la zona del Banco de la Concepción. El tamaño y el color de los círculos indican la proporción de materia orgánica en los sedimentos. En ambos mapas se incluye el nombre de las muestras de Shipek (S) y Box Corer (BC) recuperadas durante las campañas INCOGEO 03 10 e INCOECO 06 11 (en negro) e INCOECO 0710 (en blanco).

Tabla VII: Parámetros granulométricos de las muestras de sedimento incluidas en este estudio.

Muestra	Campaña	Latitud (° N)	Longitud (° O)	Grava (%)	Arena (%)	Fango (%)	Media (phi)	Sorting	Asimetría	Curtosis	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)
S-2	INCOGEO 0310	30,07	-12,57	0,24	98,91	0,85	1,82	0,82	0,01	1,06	93,81	
S-3	INCOGEO 0310	29,89	-12,64	0,42	99,33	0,25	1,68	0,86	-0,13	1,05	98,86	
S-4	INCOGEO 0310	29,89	-12,60	0,24	99,00	0,75	2,01	0,79	-0,05	1,06	96,05	
S-5	INCOGEO 0310	29,97	-12,63	1,15	98,38	0,47	1,91	0,93	-0,22	1,12	97,99	
S-6	INCOGEO 0310	29,97	-12,82	0,09	99,44	0,46	1,28	0,78	-0,05	1,08	95,87	
S-12	INCOGEO 0310	30,08	-12,76	0,24	95,37	4,39	2,22	0,90	0,20	1,12	92,94	
BC-1	INCOECO 0710	29,93	-12,82	1,40	98,02	0,58	1,57	0,92	-0,12	1,18	96,61	0,16
BC-2	INCOECO 0710	30,00	-12,65	1,24	98,08	0,68	1,66	1,05	-0,17	0,96	98,44	0,08
BC-3	INCOECO 0710	29,91	-12,62	1,47	97,83	0,70	1,73	1,05	-0,18	1,03	97,46	0,16
BC-4	INCOECO 0710	30,14	-12,71	0,00	96,21	3,79	2,40	0,87	-0,03	1,07	93,54	0,24
BC-1	INCOECO 0611	30,16	-12,76	0,00	98,30	1,70	2,14	0,69	0,13	1,12	92,42	0,20
BC-2	INCOECO 0611	30,12	-12,80	0,25	97,39	2,37	2,23	0,66	0,19	1,17	91,11	0,36
BC-3	INCOECO 0611	30,09	-12,85	0,00	94,49	5,51	2,13	0,83	0,34	1,27	93,62	0,28
BC-4	INCOECO 0611	30,05	-12,92				3,96	1,87	0,44	1,10	82,23	
BC-5	INCOECO 0611	30,01	-12,94	0,00	98,93	1,07	1,69	0,69	0,24	1,34	91,74	0,28
BC-6	INCOECO 0611	30,13	-12,87	0,00	93,37	6,63	2,43	0,96	0,30	0,97	90,54	0,05
BC-7	INCOECO 0611	29,96	-12,74				4,01	2,39	0,54	0,97	74,65	
BC-8	INCOECO 0611	30,18	-12,73	0,07	98,02	1,91	2,05	0,69	0,19	1,22	92,83	0,26
BC-9	INCOECO 0611	30,04	-12,67	0,38	99,06	0,56	1,84	0,76	-0,04	1,07	96,54	0,12
BC-10	INCOECO 0611	30,13	-12,76	0,00	96,90	3,10	2,29	0,86	-0,01	1,09	92,91	0,24
BC-11	INCOECO 0611	30,10	-12,76	0,45	95,17	4,37	2,48	0,98	-0,04	1,07	91,78	0,20
BC-12	INCOECO 0611	30,05	-12,84	0,00	91,77	8,23	2,51	1,04	-0,05	0,91	86,67	0,16
BC-13	INCOECO 0611	30,12	-12,93	0,00	95,73	4,27	2,20	0,88	0,28	0,94	84,64	0,16
BC-14	INCOECO 0611	29,99	-12,75	1,55	98,23	0,22	1,70	0,95	-0,21	1,13	96,50	0,08
BC-15	INCOECO 0611	30,00	-12,82	0,18	98,89	0,94	1,51	0,81	-0,01	1,26	92,19	0,09
BC-16	INCOECO 0611	29,96	-12,67	0,67	98,95	0,38	1,67	0,95	-0,13	0,98	96,58	0,04
BC-17	INCOECO 0611	29,92	-12,62	0,66	98,81	0,53	1,84	0,99	-0,18	1,05	97,06	0,01
BC-18	INCOECO 0611	29,91	-12,75	2,21	97,40	0,39	1,62	1,04	-0,20	1,06	97,49	0,01
BC-19	INCOECO 0611	29,93	-12,82	1,09	97,80	1,12	1,83	0,93	-0,01	1,19	94,25	0,08
BC-20	INCOECO 0611	29,89	-12,68	3,50	96,11	0,39	1,41	1,14	-0,22	1,03	97,47	0,09
BC-21	INCOECO 0611	30,20	-12,51				4,47	2,80	0,43	0,75	77,92	0,28
BC-22	INCOECO 0611	29,87	-12,62	0,03	98,75	1,22	2,24	0,70	-0,01	1,01	95,17	0,25

La tendencia de la asimetría registra valores en el rango -0.22 y 1.04 , indicando que existen muestras donde la distribución del tamaño de las partículas está influenciada por partículas de tamaño grueso (valores negativos) mientras que por el contrario existen muestras donde la distribución está condicionada por partículas de tamaño muy fino (valores positivos). Los valores de curtosis varían entre $0,75$ y $1,34$, indicando que la forma de la curva de distribución de las partículas puede ser de platicúrtica a leptocúrtica.

5.2 Análisis mineralógico

Los análisis mineralógicos realizados por Quevedo-González et al. (2012) aparecen indicados en la Tabla VIII.

Los resultados del estudio mineralógico indican que las muestras de sedimento están compuestas, mayoritariamente, por calcita y aragonito. También se han identificado Mg-calcita, cuarzo y anortita (Ca-Na-plagioclasa) y de forma minoritaria clinopiroxeno, dolomita, illita-sericita y caolinita (filosilicatos). De las tres muestras estudiadas, la muestra BC-12 está situada en la zona próxima al escarpe estructural localizado en la parte central del techo del banco, y se caracteriza porque la fase mineral Mg-calcita está presente sólo en cantidades menores.

Tabla VIII: Resumen de las muestras seleccionadas para determinación mineralógica mediante difracción de Rayos X (DRX). Modificada de Quevedo-González et al. (2012).

Muestra	Campaña	DRX	Profundidad (m)
BC-4	INCOECO-0611	XRD-4	150
BC-7	INCOECO-0611	XRD-7	350
BC-12	INCOECO-0611	XRD-12	1150

5.3 Contenido en carbonatos

Las muestras de sedimento que se han estudiado registran valores de carbonato que varían entre $74,7$ y $98,9\%$ (Tabla VII). El estudio de abundancia relativa mediante reconocimiento microscópico de los granos, así como el estudio petrográfico realizado mediante lámina delgada ha revelado que las muestras de sedimento del techo del Banco de la Concepción presentan un gran contenido en bioclastos (Quevedo-González et al., 2012). Los bioclastos responden a grupos diversos, destacando fragmentos de moluscos, algas rojas, briozoos, braquiópodos, foraminíferos, cnidarios, equinodermos y poríferos. Los sedimentos del Banco de la Concepción registran una cantidad importante de foraminíferos planctónicos, registrando valores entre 35 y 66% (Tabla IX).

Tabla IX: Abundancia relativa de los componentes mayoritarios del sedimento determinados mediante microscopio petrográfico. Las abreviaturas corresponden a: Mol.: Molusco; Alg: Alga; Brio.: Briozoo; Braq.: Braquiópodo; Intra.: Intraclastos sedimentarios; Lito.: Litoclastos; Fora.: Foraminífero; Cnid.: Cnidario; Equi.: Equinodermos; Por.: Porífera. Modificada de Quevedo-González et al. (2012).

Muestra	Campaña	Mol.	Alg.	Brio.	Braq.	Intra.	Lito.	Fora.	Cnid.	Equi.	Por.
BC-3	INCOECO-0710	26,3	2,3	-	2,3	8,0	-	35,0	10,7	11,7	3,7
BC-5	INCOECO-0611	7,0	-	-	4,3	8,0	-	66,0	-	14,7	-
BC-8	INCOECO-0611	4,7	-	-	3,7	17,7	-	52,3	-	21,7	-

5.4 Contenido en materia orgánica

Las muestras de sedimento recogidas en la zona del LIC Banco de la Concepción presentan un contenido bajísimo en materia orgánica, con valores que no superan el 0,4% (Figura 19B, Tabla VII). El mapa de distribución del porcentaje de materia orgánica en la Figura 19B muestra claramente como estos valores son incluso más bajos en la mitad SE del techo del banco, con valores que no superan el 0,2% de contenido en materia orgánica, predominando los valores menores al 0,1%. El porcentaje de materia orgánica aumenta ligeramente hacia el borde NO del banco, donde las muestras recuperadas tienen un contenido comprendido entre 0,2 % y 0,36% (Figura 17B). Esta distribución de materia orgánica está íntimamente relacionada con la proporción de fango en el sedimento, que tiene valores próximos a 0% en la zona SE del banco y que, sin embargo, supera el 3% en el borde NO donde la concentración de materia orgánica es más elevada.

5.5 Análisis del sustrato rocoso

Además de las características sedimentarias de la zona, también se ha realizado un pequeño análisis del sustrato rocoso, a partir de las muestras recuperadas mediante dragas de roca. En general, se puede observar que el afloramiento rocoso que aparece en la parte central del techo del Banco de la Concepción está constituido por rocas volcánicas (Figura 20). El análisis de dichas rocas ha permitido diferenciar, principalmente, basaltos olivínicos y traquibasaltos, aunque también se han reconocido diabasas (roca subvolcánica). Las rocas de basalto olivínico también se han recuperado en una muestra localizada en el borde oriental del techo del banco. Cabe destacar, sin embargo, que la muestra era escasa y constaba de algunos fragmentos de roca, de varios centímetros de tamaño, junto con material carbonatado como fragmentos de corales, gasterópodos y equinodermos, así como material de naturaleza silíceo, fundamentalmente espículas de erizos.

Dentro del techo del banco se ha recuperado una única muestra que corresponde a pequeños fragmentos de roca plutónica (sienita) con numerosas incrustaciones de fragmentos de esqueletos de corales, esponjas y restos de equinodermos, fundamentalmente espículas de erizos (Figura 20).

Si bien el origen del banco es volcánico, también son comunes las muestras de la superficie del fondo caracterizadas por material carbonatado. Al oeste del afloramiento volcánico, aparece una zona de alta reflectividad, que indica la presencia de un sustrato duro/rocoso y que se encuentra entre dos escarpes estructurales situados en el techo del banco (Figura 9A). Las muestras del fondo indican que el sustrato está constituido por material de naturaleza carbonatada-ferruginosa y carbonatada-ferruginosa-fosfatada. Algunas de estas rocas carbonatadas se caracterizan por tener costras polimetálicas de Fe-Mn, lo que sugiere un predominio de depósitos autigénicos en el banco.

Las muestras recuperadas en la zona de montículos situada sobre el campo de ondas de arena (Figuras 7 y 20) están constituidas fundamentalmente por fragmentos de corales de aguas frías (*Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*; Rivera et al., 2016). Los análisis realizados sobre estas muestras de roca, indican que se trata de rocas carbonatadas y carbonatadas-fosfatadas similares a las observadas en la zona de montículos semienterrados situados en el margen oriental del banco (Figura 7).

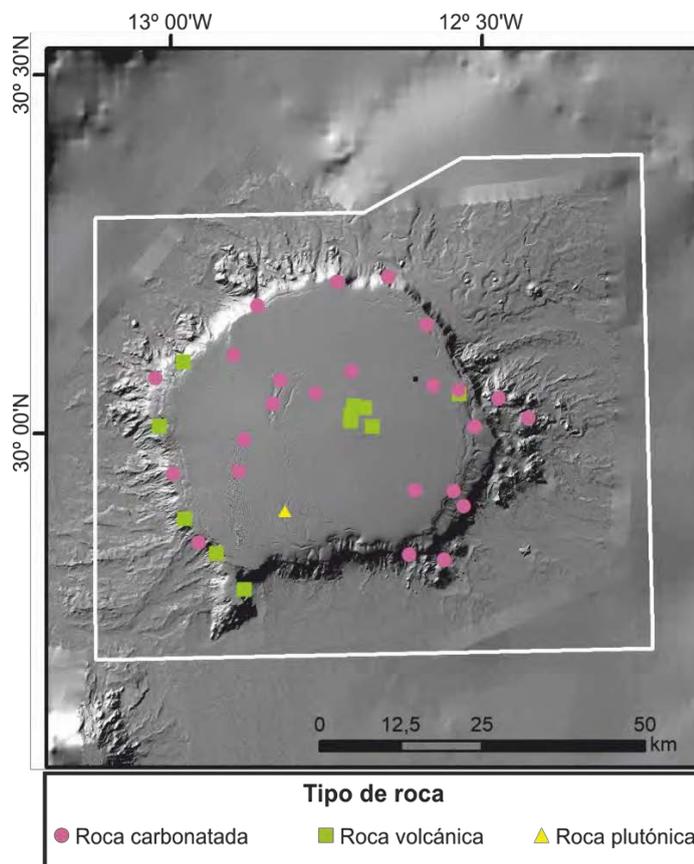


Figura 20: Mapa de distribución de los tipos de roca que se han recuperado en el LIC del Banco de la Concepción.

Hacia el límite NO del techo del banco, y coincidiendo con un escarpe de tipo estructural (Figura 7), se han recuperado fragmentos de roca de gran tamaño de tipo carbonatado

(Figura 20) con un alto contenido en hierro y fosfato, con costras de Fe-Mn, similares a las muestreadas en otras zonas del techo del banco. La inspección visual de las muestras de roca, indica la presencia de corales y esponjas sobre su superficie. Rocas carbonatadas-ferruginosas de gran tamaño, con costras de Fe-Mn, aparecen también en el margen NNO del banco, justo en el límite entre el techo y el talud.

De las muestras de roca recogidas en los flancos del Banco de la Concepción, únicamente cuatro, situadas en los cuadrantes SO y NO, corresponden a material de origen volcánico (Figura 20). Concretamente, en el cuadrante SO se distinguen rocas volcánicas de gran tamaño (basalto olivínico) y rocas subvolcánicas (diabasa) de varios centímetros. Sin embargo, el material muestreado a lo largo de este sector es muy variable, ya que además del sustrato rocoso de tipo volcánico, también se observan zonas de tipo sedimentario con un predominio de material más fino, tal y como indican los valores más bajos de reflectividad, y donde se observan algunas rocas carbonatadas.

Esta variabilidad en el sustrato rocoso se registra también en el talud situado en el cuadrante NO del Banco de la Concepción. En este caso, se observa la presencia de rocas de gran tamaño constituidas por basaltos olivínicos, ricos en piroxenos y plagioclasas coincidiendo con la zona del talud superior, y rocas carbonatadas ricas en hierro y fosfato, en las que se observan costras de Fe-Mn (Figura 20). En el sector NNE, y coincidiendo con un depósito de abanico, aparecen rocas detríticas conglomeráticas con un importante componente carbonatado-ferruginoso.

En las zonas adyacentes al banco, coincidiendo con las de los promontorios caracterizados por la presencia de varios conos volcánicos, se han recuperado muestras de rocas carbonatadas, algunas de ellas ferruginosas, de grandes dimensiones. Dichas rocas se caracterizan por tener costras polimetálicas de Fe-Mn.

5.6 Tipo de fondo

A la hora de analizar el tipo de fondo del LIC del Banco de la Concepción se ha utilizado las características de reflectividad del fondo marino. Cabe señalar que se ha mejorado ligeramente la resolución obtenida durante el proyecto LIFE+ INDEMARES, que fue de 20 m, pasando ahora a obtenerse mapas con una resolución espacial de 15 m (Figura 21A).

La escasez de muestras, así como la distribución de las mismas (Figura 5), hace inviable poder establecer una correlación entre la reflectividad y el tamaño de grano medio del sedimento. Sin embargo, sí se ha podido realizar una clasificación general del tipo de fondo atendiendo a los valores de reflectividad, identificando tres clases: fondos caracterizados por valores elevados de reflectividad, fondos de reflectividad media y fondos con reflectividad baja (Figura 21B).

Los fondos muy reflectivos corresponden con fondos duros o rocas que se localizan fundamentalmente en el talud del banco, aunque también se han observado en algunas zonas de su techo (Figura 21B). Por ejemplo, se clasifica como fondo duro un afloramiento de rocas volcánicas (Figuras 7 y 20) situado en la zona central del techo del banco y un pequeño saliente situado en el extremo SSO del banco, además también tienen elevada reflectividad, característica de fondos endurecidos, algunas de las crestas del campo de ondas de arena (Figura 21B). Muchos de los edificios volcánicos también se caracterizan por presentar una reflectividad elevada, lo que sugiere que carecen de una cobertera de sedimentos, o bien que dicha cobertera es de poco espesor.

Los fondos con reflectividad media aparecen en los bordes, o en las proximidades, de los fondos clasificados como endurecidos o rocas (Figura 21B). Esta diferencia en la respuesta de la reflectividad con respecto a las de alta reflectividad adyacentes, podría deberse a que el material es de tipo sedimentario grueso (arena gruesa) o a la presencia de una fina capa de sedimento reciente sobre el sustrato duro o rocoso. Sobre el techo del banco, este tipo de fondos se localiza fundamentalmente ligado al campo de ondas de arena. También se dan este tipo de fondos con reflectividad media en la zona del talud y en la zona profunda situada al NE del banco, próximo a los conos volcánicos V35 y V36 (Figura 21B).

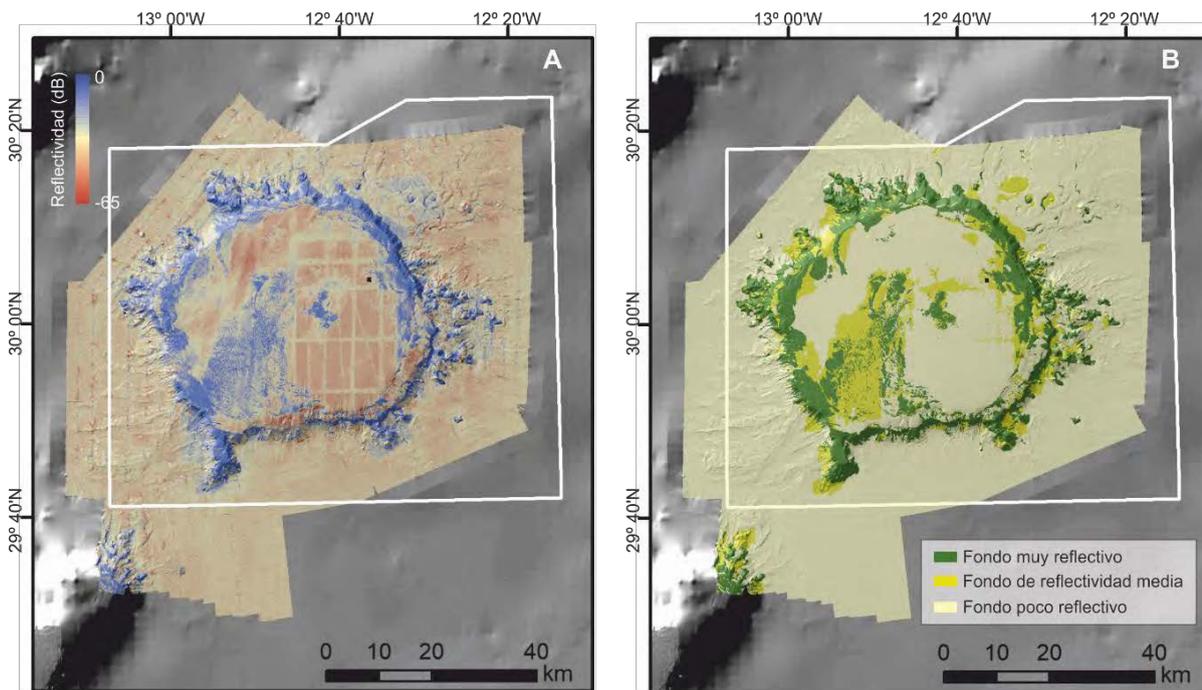


Figura 21: A) Mosaico de reflectividad con una resolución espacial de 15 m del LIC Banco de la Concepción. B) Mapa de clasificación del fondo en función de la reflectividad.

Los fondos con baja reflectividad cubren la mayor parte del área de estudio. Las muestras de sedimento recuperadas en estas zonas indican que se trata de arena que varía de media a muy fina (Figura 19A).

6. Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se incluye un listado de las principales conclusiones y recomendaciones para seguir mejorando el conocimiento de este espacio marino protegido designado como LIC ESZZ15001 – Banco de la Concepción.

Conclusiones:

- Se ha realizado un reprocesado de los datos adquiridos durante el proyecto LIFE+ INDEMARES, lo que ha permitido mejorar la calidad y la resolución de las capas de batimetría y reflectividad del fondo marino. Por ello, sería esperable que el procesado y análisis para la caracterización de hábitats en base a estos resultados también aumentase su resolución.
- El procesado en dos tramos de profundidad ha permitido obtener la máxima resolución posible para cada rango batimétrico.
- Se han realizado nuevos análisis de tipo morfométrico de la superficie del fondo marino como rugosidad, curvatura o índice de posición batimétrico (BPI) sobre los nuevos datos, aumentando por tanto la utilidad de los mismos.
- El bajo número de muestras del fondo marino y el hecho que no se distribuyan de forma homogénea en la zona de estudio, suponen una limitación importante a la hora de estudiar la variabilidad de los tipos de fondo sedimentarios y rocosos en el Banco de la Concepción. También impide que se pueda establecer una correlación entre la reflectividad y el tamaño de grano medio de los sedimentos.
- Se ha realizado una nueva caracterización morfosedimentaria del Banco de la Concepción, en la cual se han definido nuevos tipos morfológicos no considerados en el informe final LIFE+ INDEMARES (IEO, 2013).

Recomendaciones:

- Se recomienda realizar nuevas campañas de geología marina para completar el muestreo de los materiales de la superficie del fondo que permita mejorar su caracterización, tanto de los fondos sedimentarios como de los rocosos y/o endurecidos, así como de los procesos morfosedimentarios implicados.
- De la misma forma, disponer de una buena red de perfiles con sonda paramétrica de muy alta resolución permitiría una mejor caracterización e interpretación de la distribución de los diferentes elementos geomorfológicos observados en el mosaico batimétrico, particularmente los de mayor interés para este estudio como son los campos de bioconstrucciones.

7. Bibliografía

Almón, B., Arcos, J.M., Martín, V., Pantoja, J., Consuegra, E., Martín Sosa, P., González-Porto, M., 2014. Banco de La Concepción, Proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Barton, E.D., Arístegui, J., Tett, P., Cantón, M., García-Braun, J., Hernández-León, S., Nykjaer, L., Almeida, C., Almunia, J., Ballesteros, S., Basterretxea, G., Escánez, J., García-Will, L., Hernández-Guerra, A., López-Laatzén, F., Molina, R., Montero, M.F., Navarro-Pérez, E., Rodríguez, J.M., van Lenning, K., Vélez, H., Wild, K., 1998. The transition zone of the Canary Current upwelling región. *Progress in Oceanography* 41, 455-504.

Chaytor, J.D., Keller, R.A., Duncan, R.A., Dziak, R.P., 2007. Seamount morphology in the Bowie and Cobb hot spot trails, Gulf of Alaska. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 8 (9).

Clague, D. A., Moore, J. G., and Reynolds, J. R., 2000. Formation of submarine flat-topped volcanic cones in Hawaii. *Bulletin of Volcanology* 62, 214-233.

Fernández-Palacios, J.M., de Nascimento, L., Otto, R., Delgado, J.D., García del Rey, E., Arévalo, J.R., Whittaker, R.J., 2011. A reconstruction of Palaeo-Macaronesia, with particular reference to the long-term biogeography of the Atlantic island laurel forests. *Journal of Biogeography* 38, 226-246.

Fornari, D., J., Perfit, M.R., Allan, J.F., Batiza, R., Haymon, R., Barone, A., Ryan, W.B.F., Smith, T., Simkin, T., Luckman, M.A., 1988. Geochemical and structural studies of the Lamont seamounts: seamount as indicators of mantle processes. *Earth and Planetary Science Letters* 89 (1), 63-67, 70-83.

Geldmacher, J., Hoernle, K., Van den Bogaard, P., Zankl, G., Garbe-Schönberg, D., 2001. Earlier history of the ≥ 70 -Ma-old Canary hotspot based on the temporal and geochemical evolution of the Selvagen Archipelago and neighboring seamounts in the eastern North Atlantic. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 111, 55-87.

Geldmacher, J., Hoernle, K., van der Bogaard, P., Duggens, S., Werner, R., 2005. New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age and geochemical data from seamounts in the Canary and Madeira volcanic provinces: Support for the mantle plume hypothesis. *Earth and Planetary Science Letters* 237 (1-2) 85-101.

Grosse, P., van Wyk de Vries, B., Euillades, P.A., Kervyn, M., Petrinovic, I.A., 2012 Systematic morphometric characterization of volcanic edifices using digital elevation models. *Geomorphology* 136, 114-131.

Guillou, H., Carracedo, J.C., Torrado, F.P., Badiola, E.R., 1996. K-Ar ages and magnetic stratigraphy of a hotspot-induced, fast grown oceanic island: El Hierro, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 73 (1-2), 141-155.

IEO.2013. Caracterización del Banco de La Concepción. Informe del Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Canarias. Proyecto LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Coordinación: Fundación Biodiversidad, Madrid, 278 pp.

Knoll, M., Hernández-Guerra, A., Lenz, B., López Laatzen, F., Machín, F., Müller, T.J., Siedler, G., 2002. The Eastern Boundary Current system between the Canary Islands and the Africa Coast. *49 (17)*, 3427-3440.

Long, D., 2006. BGS detailed explanation of seabed sediment modified Folk classification. (<http://www.emodnet-seabedhabitats.eu/PDF/BGS%20detailed%20explanation%20of%20seabed%20sediment%20modified%20folk%20classification.pdf>)

Quevedo-González, L.A., 2012. Sedimentological characteristics of the Canarian Seamounts: Amanay, El Banquete and Conception Bank. Tesina de máster, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 25 pp.

Rivera, J., Canals, M., Lastras, G., Hermida, N., Amblas, D., Arrese, B., Martín-Sosa, P., Acosta, J., 2016. Morphometry of Concepcion Bank: Evidence of geological and biological processes on a large volcanic seamount of the Canary Islands Seamount Province. *PLOS One* doi: 10.1371/journal.pone.0156337.

Turner, D. L., Jarrard, R. D. and Forbes, R. B., 1980. Geochronology and origin of the Pratt Welker seamount chain, Gulf of Alaska: A new pole of rotation for the Pacific plate. *Journal of Geophysical Research* 85, 6547-6556.

Van den Bogaard, P., 2013. The origin of the Canary Island Seamount Province – New ages of old seamounts. *Scientific Reports*, 3: 2107 | DOI: 10.1038/srep02107. Available in: <http://www.nature.com/srep/2013/130701/srep022107/full/srep02107.html>.

Walker, 1990. Geology and volcanology of the Hawaiian Islands. *Pacific Science* 44 (4), 315-347.

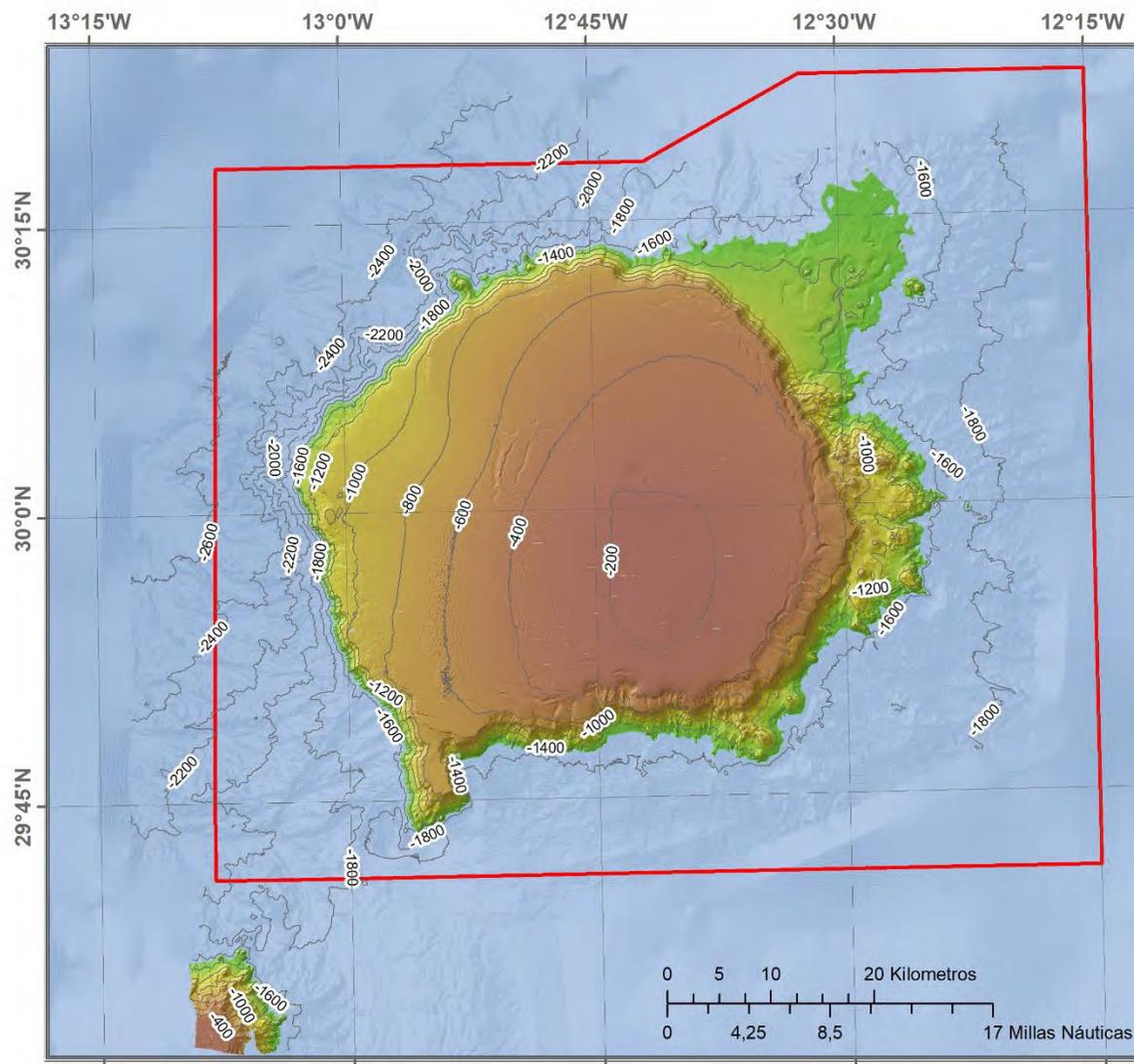


Weigel, W., Goldflam, P., Hinz, K., 1978. The crustal structure of Conception Bank. *Marine Geophysical Research* 3(4), 381-392.

ANEXOS

Información cartográfica

- 1.- Batimetría 10 m de resolución espacial
- 2.- Batimetría 15 m de resolución espacial
- 3.- Isóbatas a equidistancia de 200 m
- 4.- Sombreado 15m de resolución espacial
- 5.- Pendientes 15 m de resolución espacial
- 6.- Orientación del fondo 15 m de resolución espacial
- 7.- Curvatura total 15 m resolución espacial
- 8.- Curvatura planar 15 m resolución espacial
- 9.- Curvatura perfil 15 m resolución espacial
- 10.- Rugosidad 15 m resolución espacial
- 11.- Índice de posición batimétrica escala gruesa
- 12.- Índice de posición batimétrica escala fina
- 13.- Clases BTM
- 14.- Geomorfología: tipos morfológicos lineales
- 15.- Geomorfología: tipos morfológicos poligonales
- 16.- Geomorfología: tipos morfológicos lineales y poligonales
- 17.- Reflectividad 15 m de resolución espacial



Océano Atlántico

Banco de la Concepción

Lanzarote Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
 WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
 BATIMETRÍA
 10 METROS DE RESOLUCIÓN
 Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA

— Isóbatas 200m

LIC

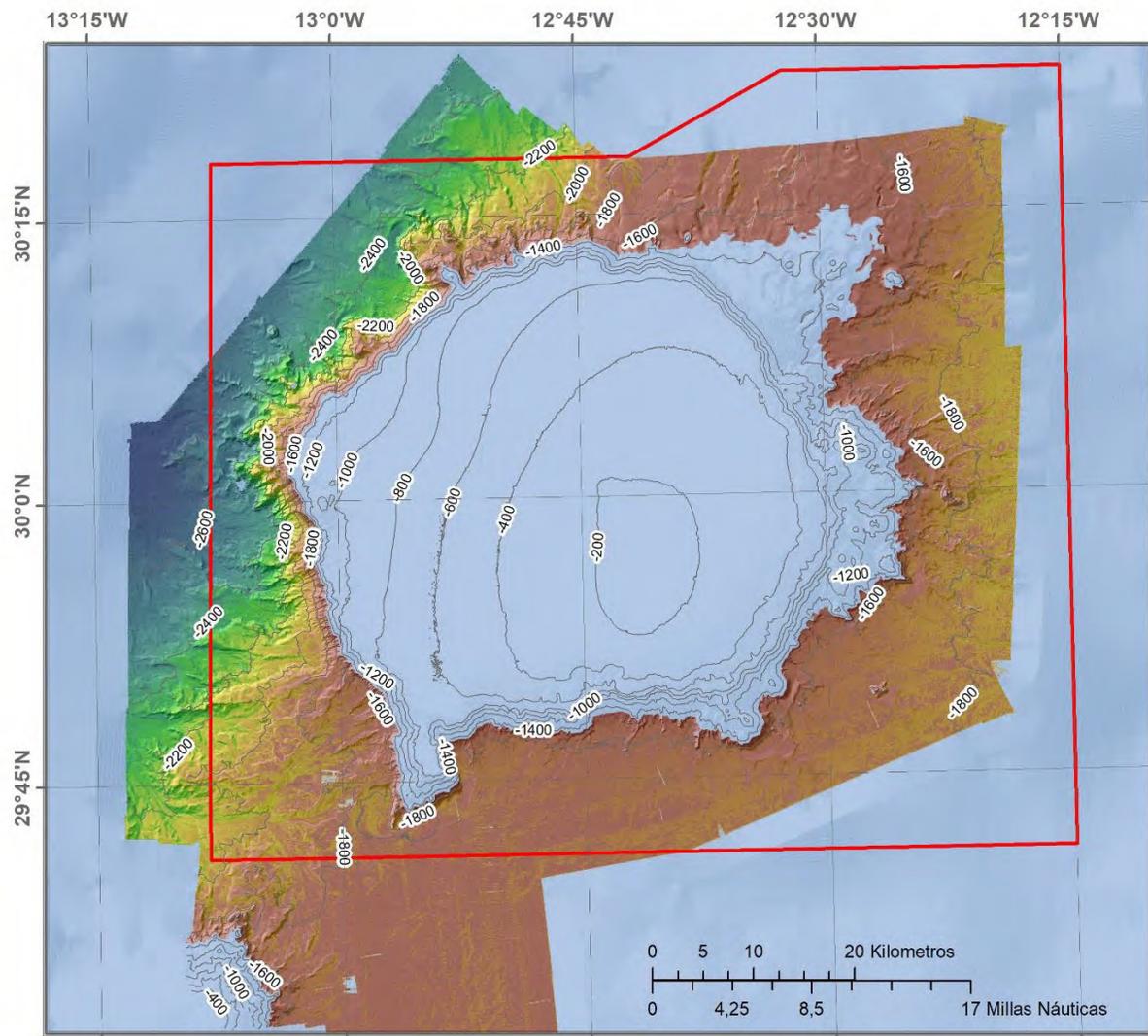
-157m

-1510m

MARES logo" data-bbox="725 685 795 705"/>







OCEANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote

Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS

Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
BATIMETRÍA
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA

— Isóbatas 200m

LIC

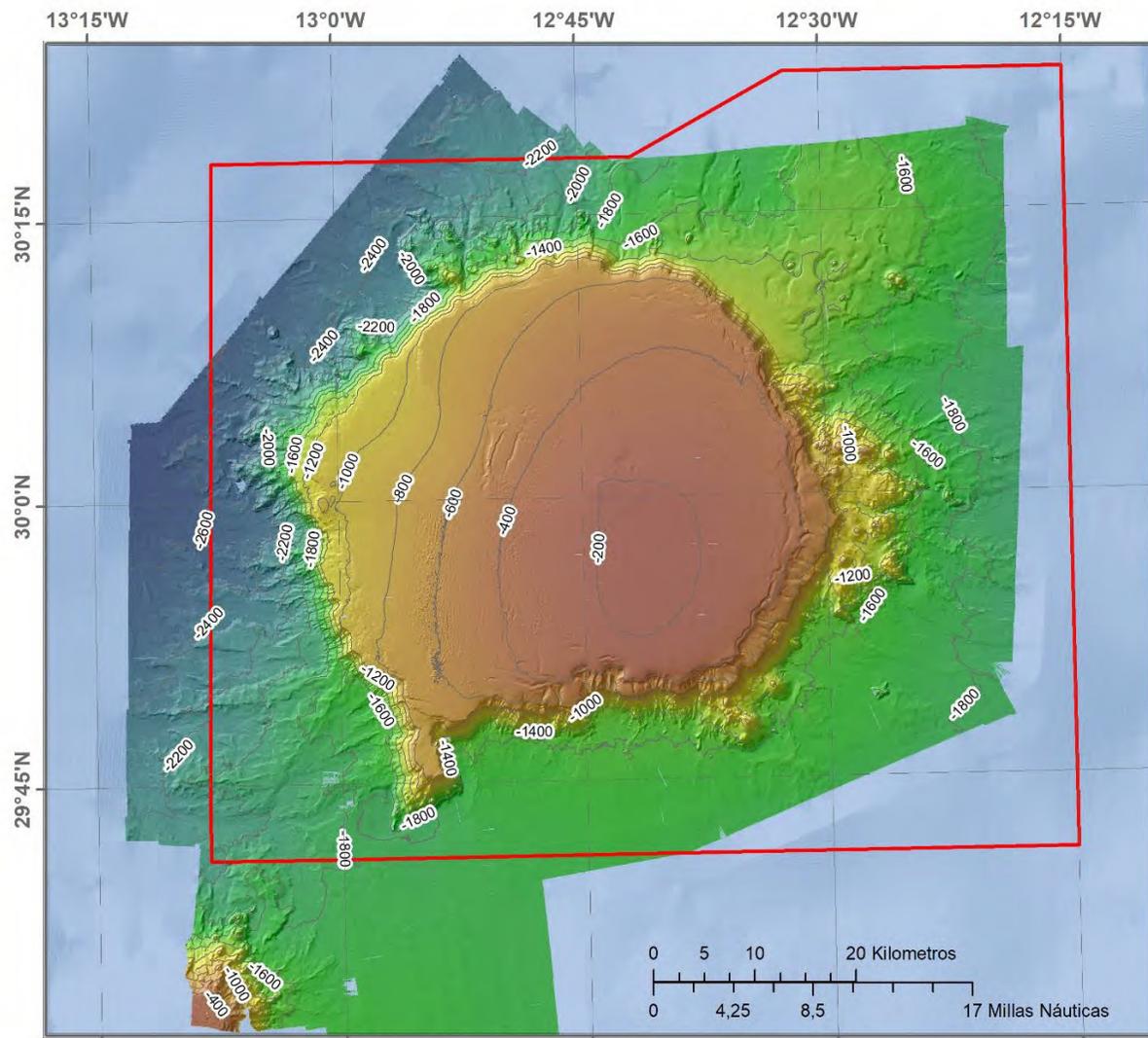
-1490m

-2687m

INTEMARES  

Fundación Biodiversidad



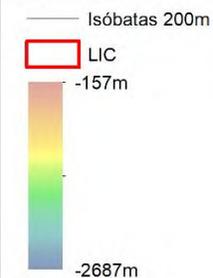
INTEWARES
LIFE15 IPE/ES/000012

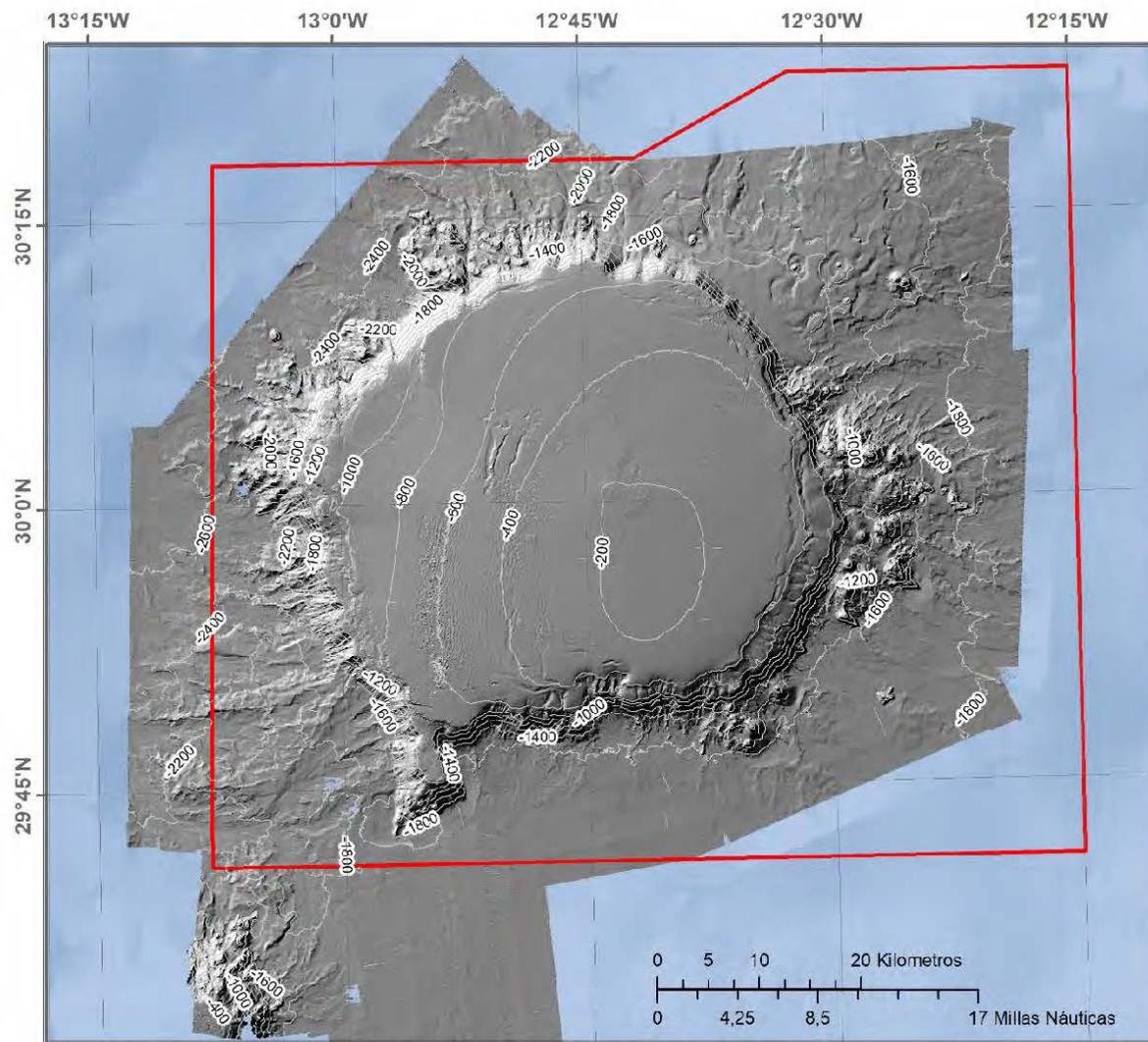
Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
BATIMETRÍA 15m DE RESOLUCIÓN
ISÓBATAS 200m

Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA







OCEANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote

ISLAS CANARIAS: Pasaje de Lanzarote, Fuerteventura, Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
SOMBREADO
15m DE RESOLUCIÓN
ISÓBATAS 200M

LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC



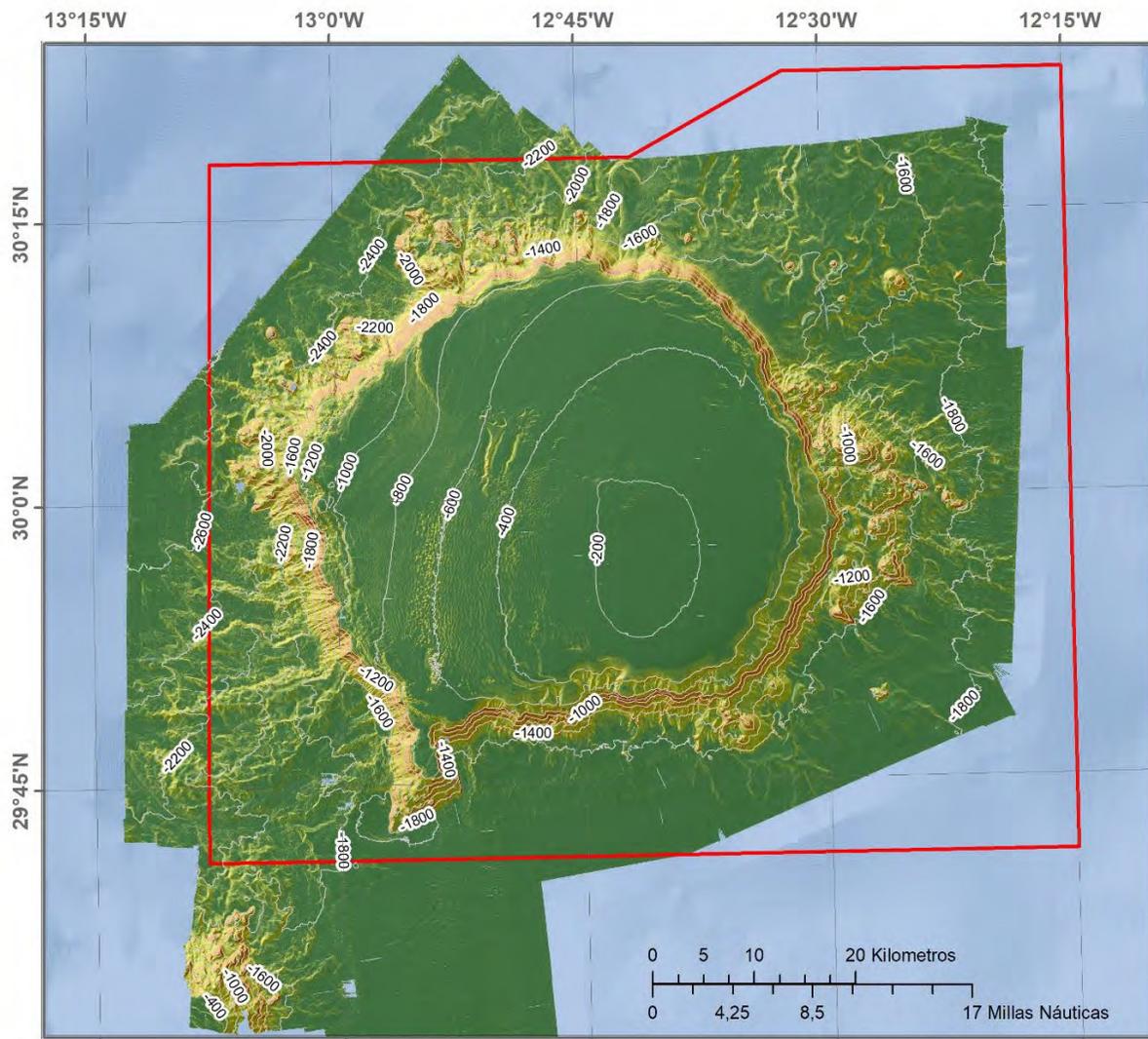
254

0







INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

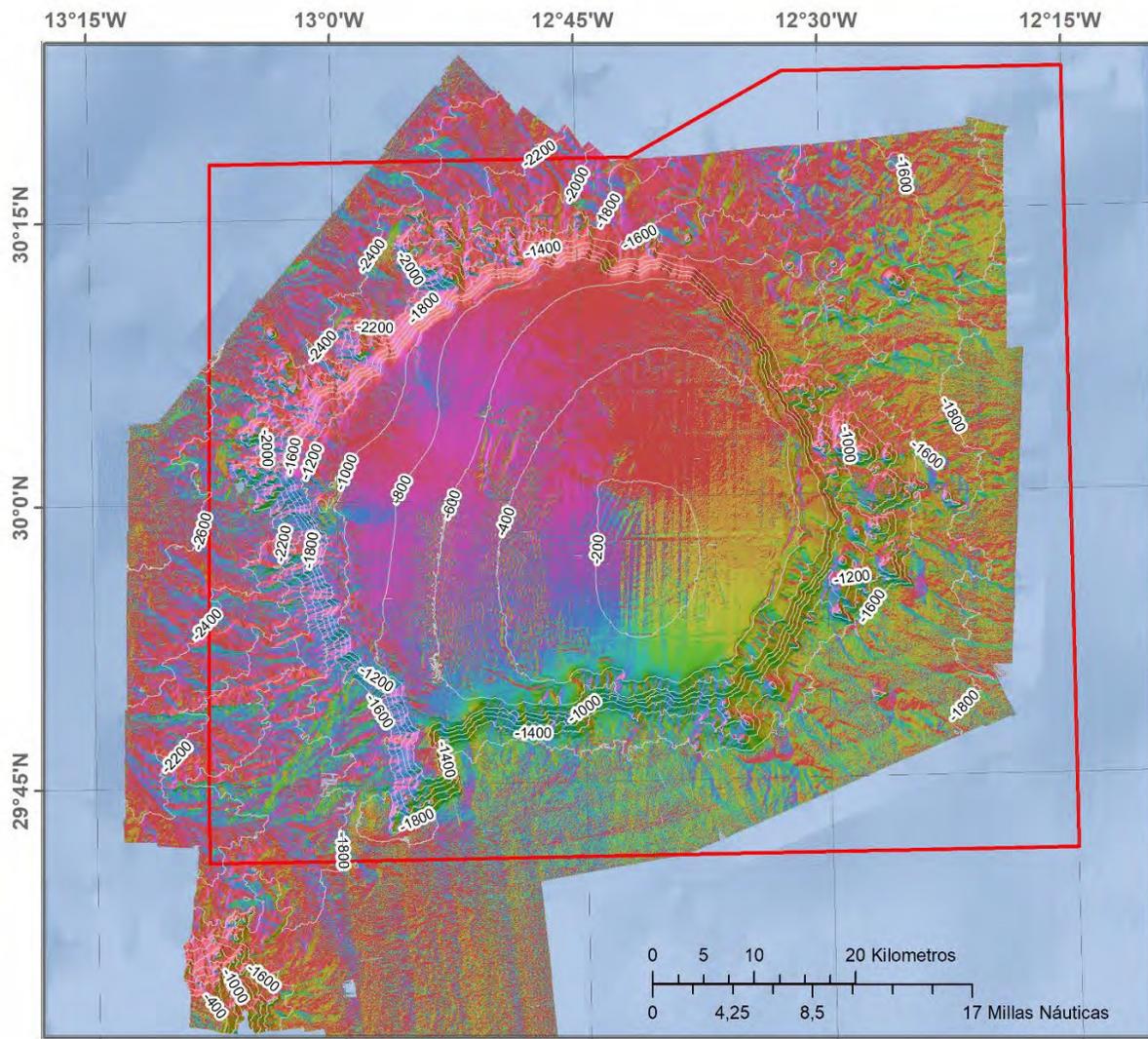
Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
PENDIENTE
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA

Isóbatas 200m

-  LIC
-  0° - 3°
-  3° - 6°
-  6° - 10°
-  10° - 16°
-  16° - 23°
-  23° - 30°
-  30° - 40°
-  40° - 82°





OCÉANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
ORIENTACIÓN DEL FONDO
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

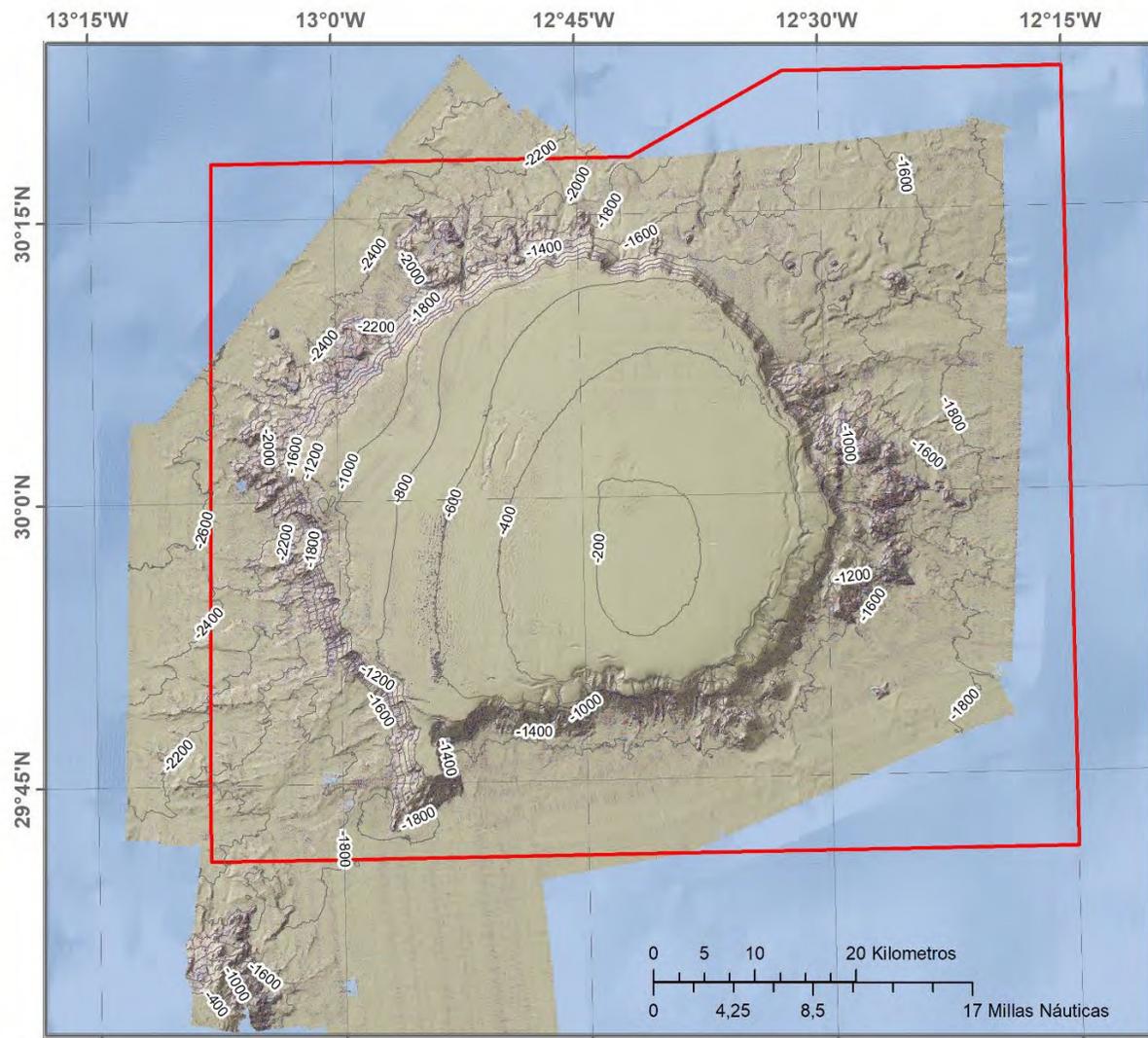
LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC
- Norte (0° - 50,8°)
- Noreste (50,8° - 97,4°)
- Este (97,4° - 135,5°)
- Sureste (135,5° - 169,4°)
- Sur (169,4° - 199°)
- Suroeste (199° - 228,7°)
- Oeste (228,7° - 265,4°)
- Noroeste (265,4° - 309,2°)
- Norte (309,2° - 360°)









OCEANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
CURVATURA TOTAL
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

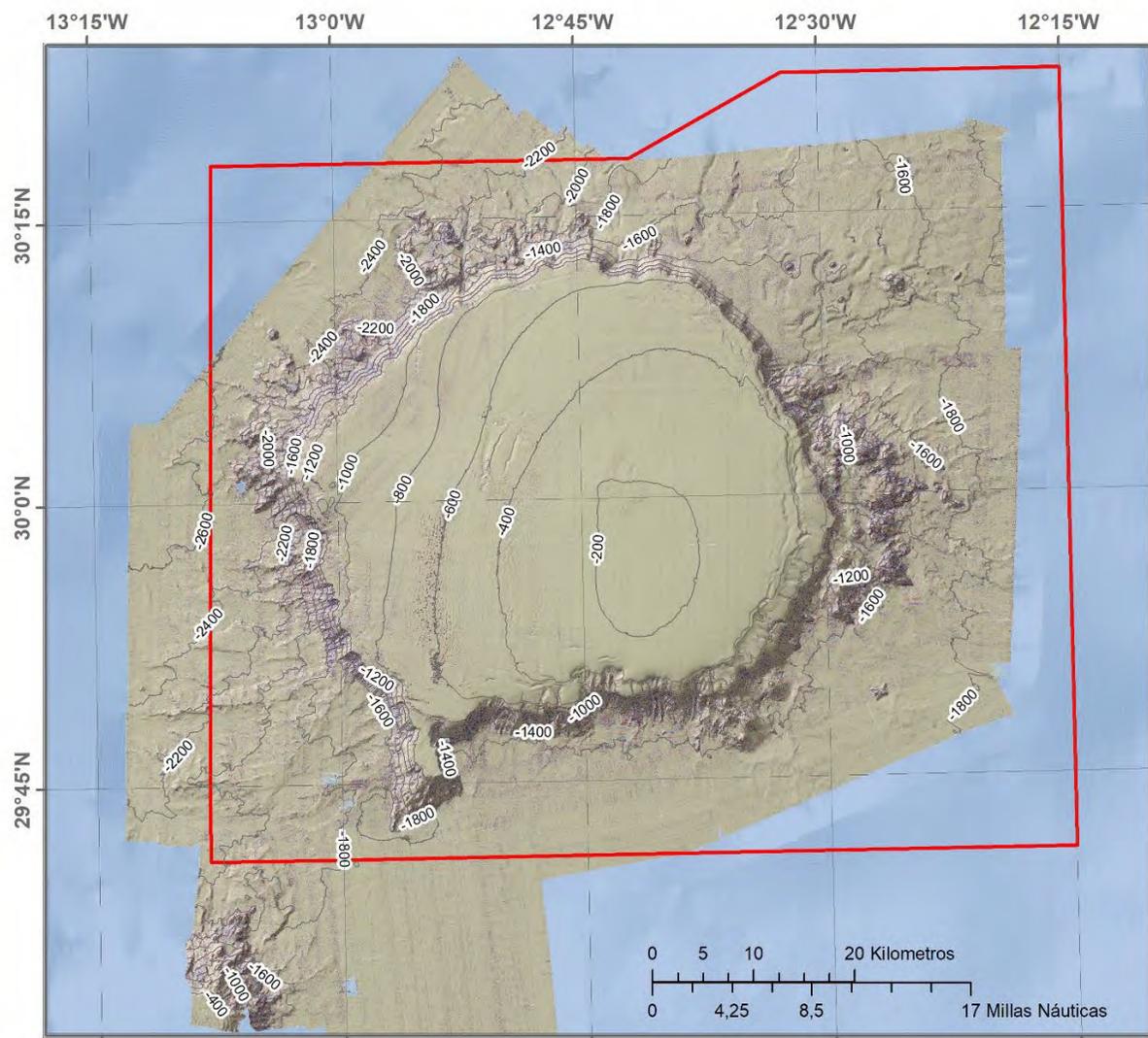
LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC
- Alta
- Baja

MARES logo" data-bbox="715 690 780 710"/>





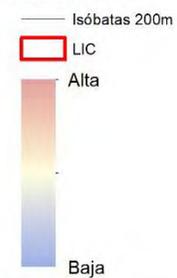



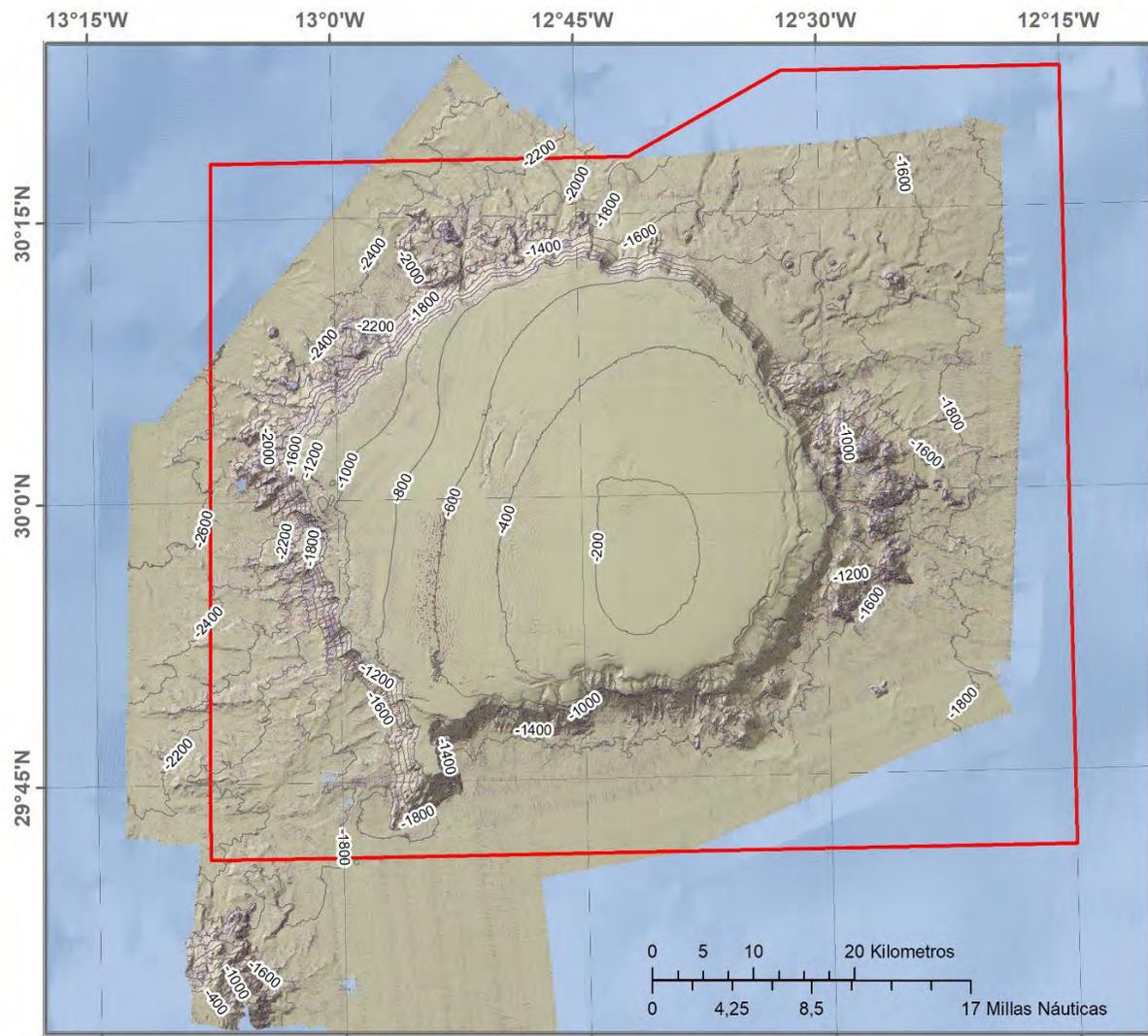
INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
CURVATURA PLANAR
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA





INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
CURVATURA PERFIL
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA

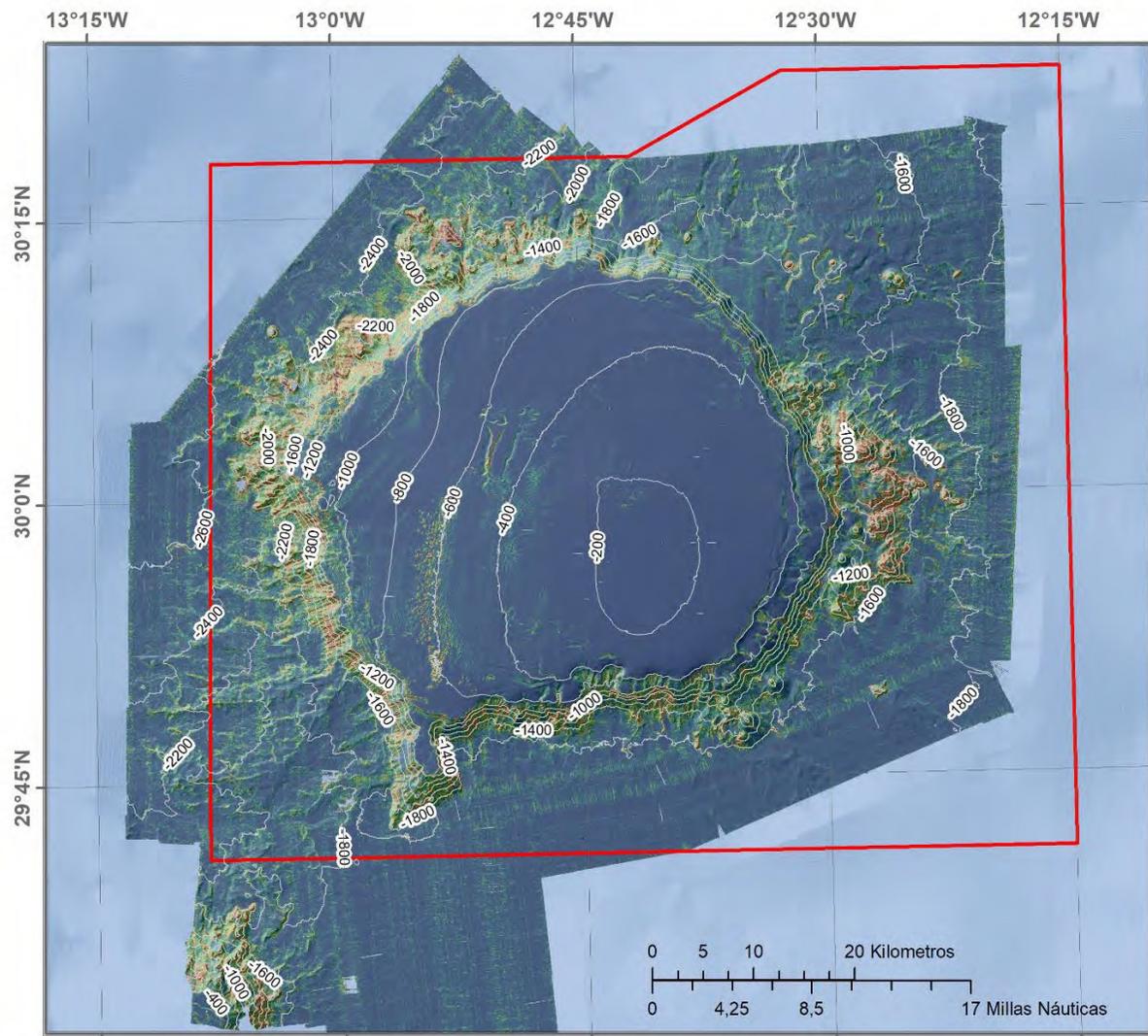
— Isóbatas 200m

LIC

Alta



Baja



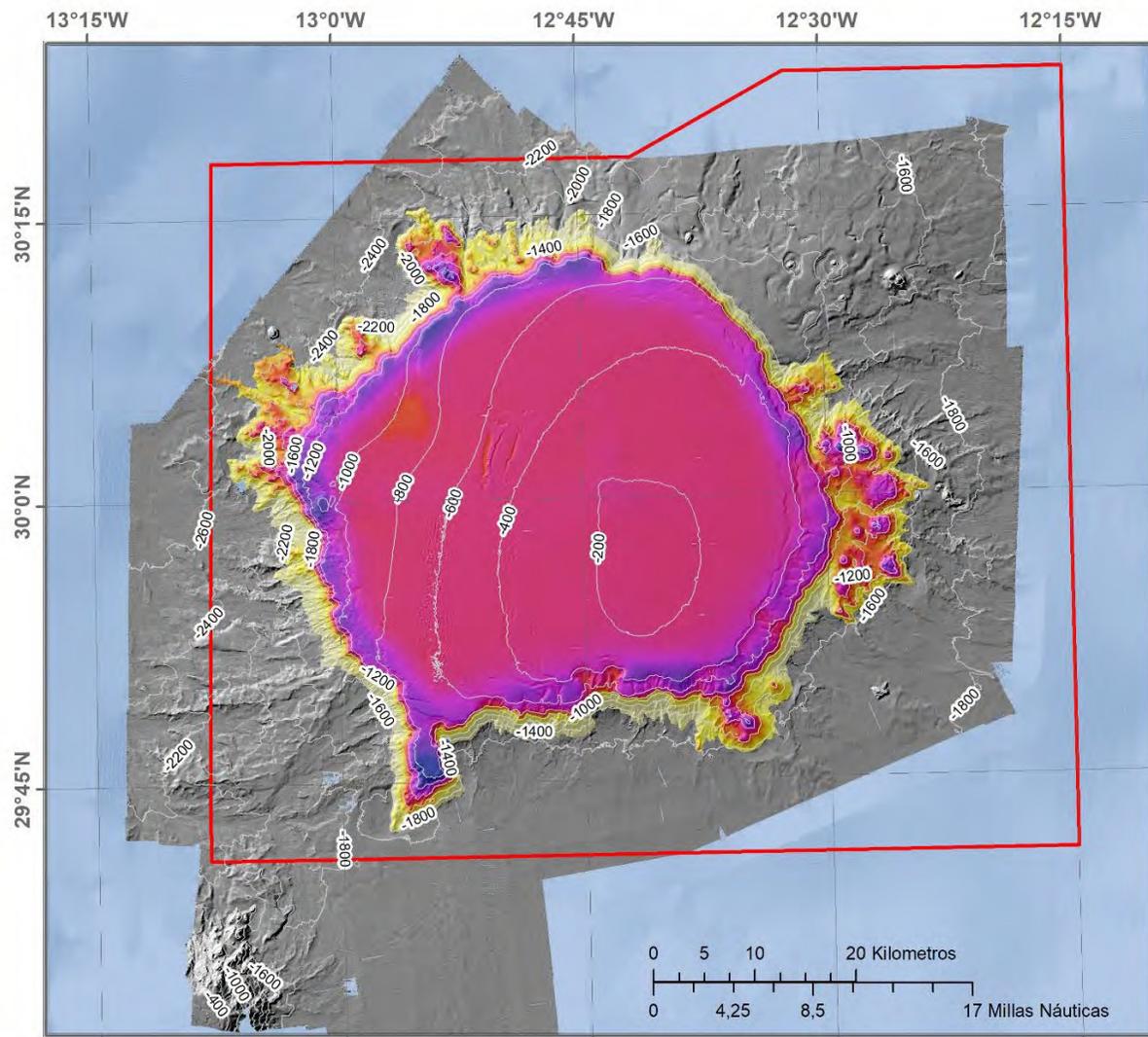
INTEWARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
RUGOSIDAD
15 METROS DE RESOLUCIÓN
Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC
- Alta
- Baja





OCEANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA
ESCALA GROSERA

Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 40%

LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC
-  322
- 413



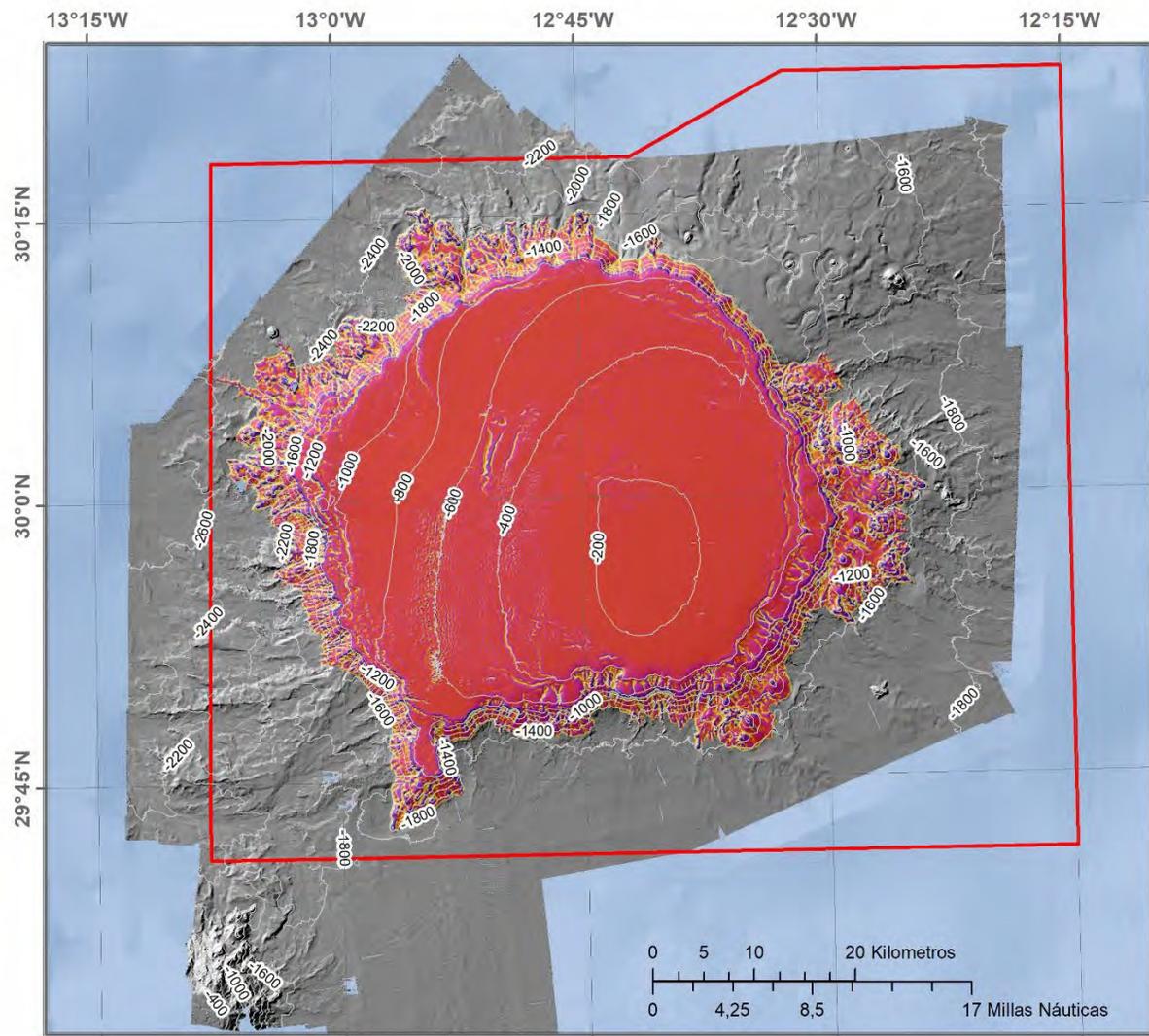








Fundación Biodiversidad





OCÉANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote

Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria ÁFRICA

INTEMARES

LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN

ÍNDICE DE POSICIÓN BATIMÉTRICA
ESCALA DE DETALLE

Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 40%

LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC
-  1368
- 4099





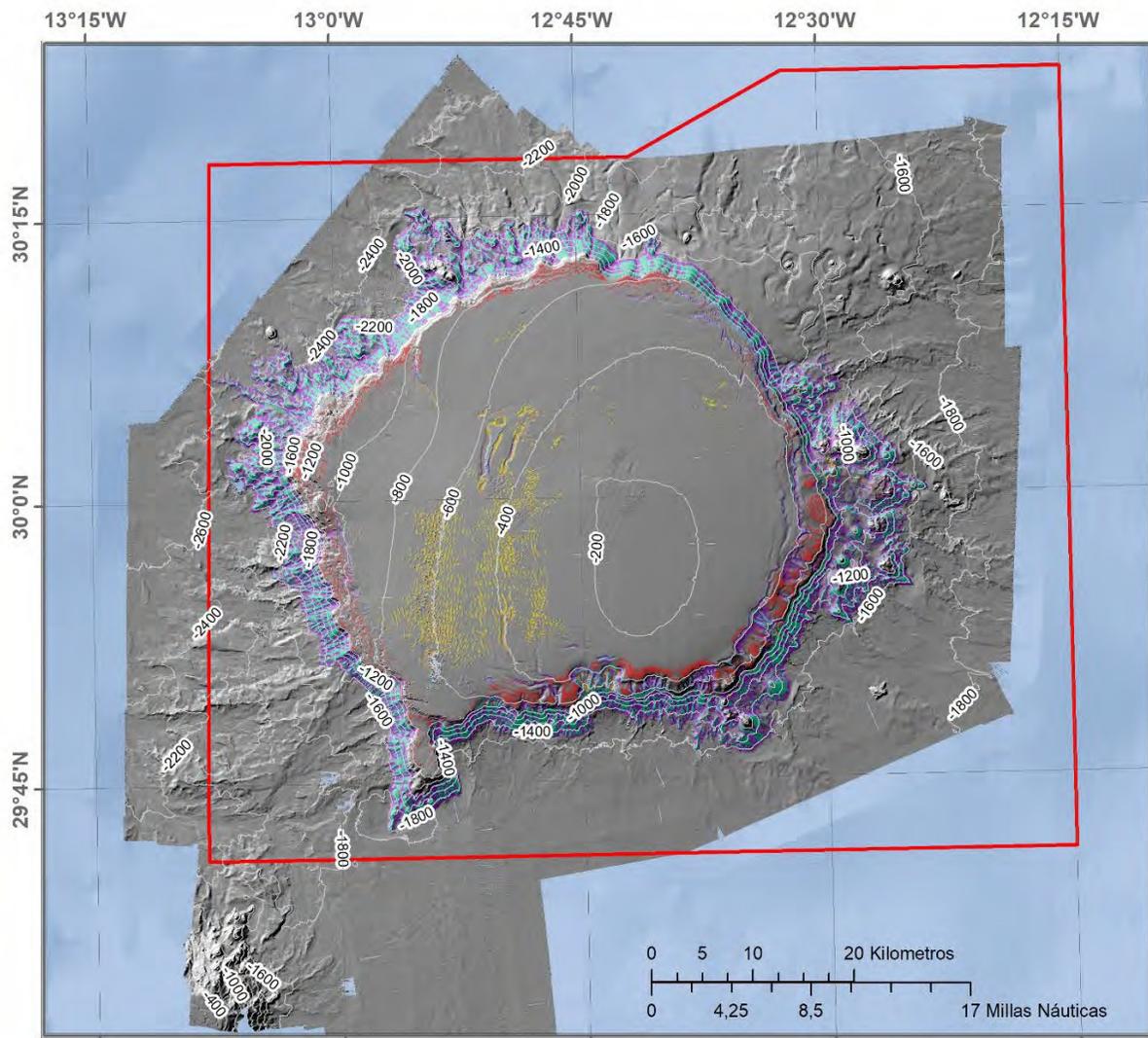




FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD



Fundación Biodiversidad




 OCEANO ATLÁNTICO
 Banco de la Concepción
 Lanzarote
 Pasaje de Lanzarote
 ISLAS CANARIAS
 Fuerteventura
 Las Palmas de Gran Canaria
 África

INTEWARES
LIFE15 IPE/ES/000012
 Sistema de coordenadas:
 WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
 CLASES BTM
 15 METROS DE RESOLUCIÓN
 Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 40%

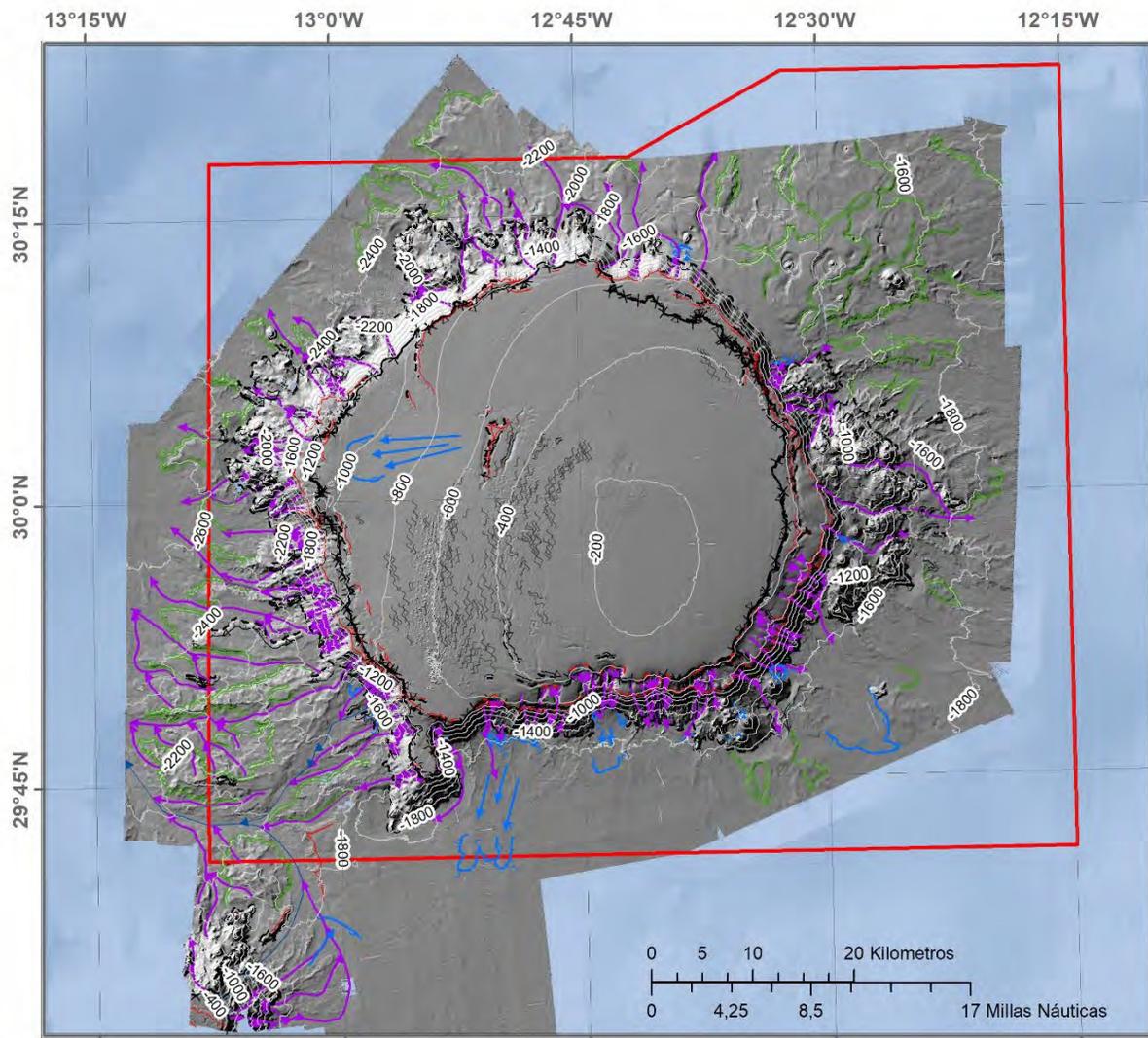
LEYENDA
 — Isóbatas 200m
 LIC
 Pendiente suave
 Depresion
 Crestas ondas
 Crestas
 Cresta mound
 Barrancos







 Fundación Biodiversidad





INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
GEOMORFOLOGÍA LINEAL

Mostrada sobre sombreado, con una resolución de 15 metros

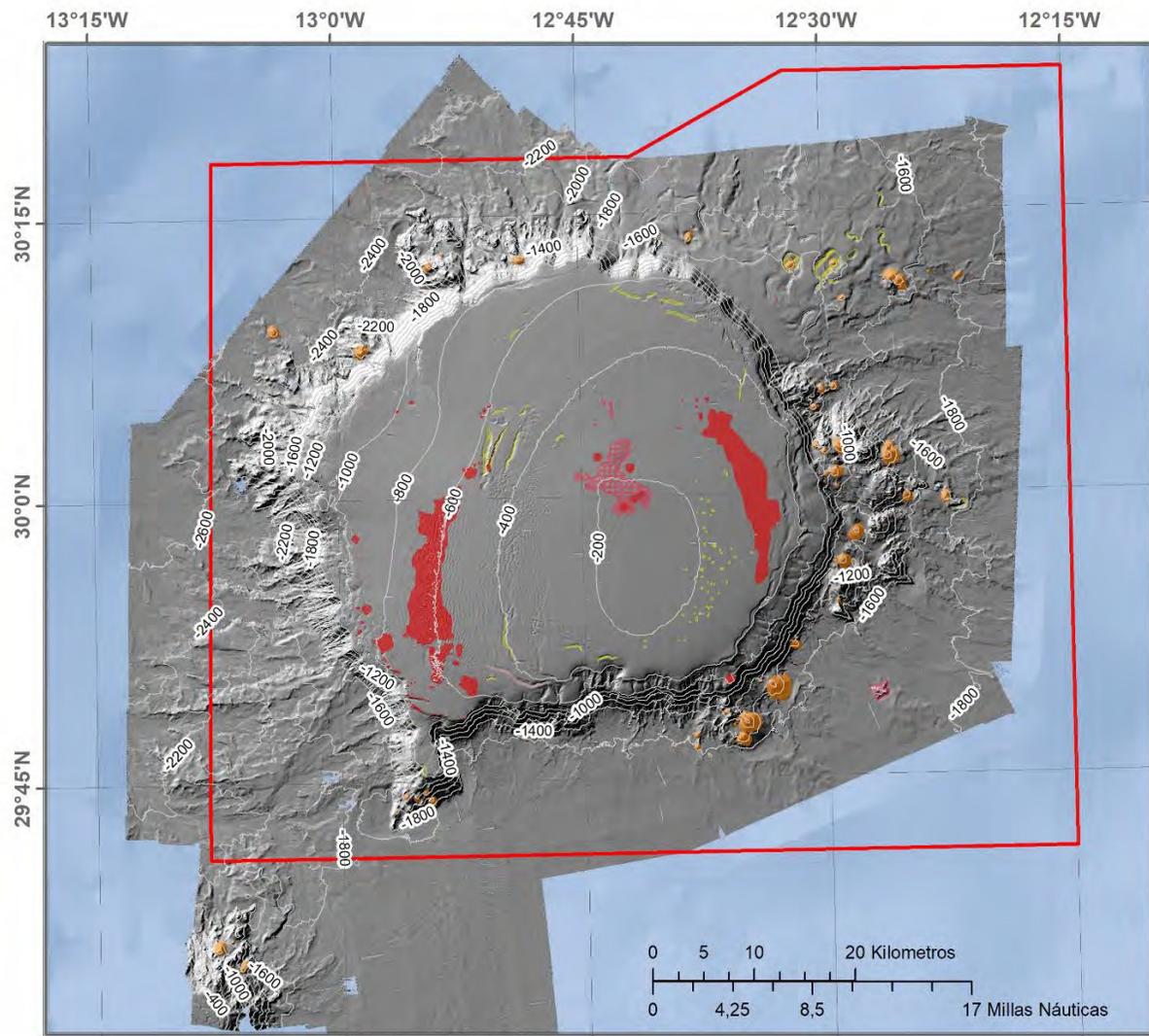
LEYENDA

Base flanco	Frente transporte en masa
Cabecera cárcavas	Gully
Cañón	Límite bordes canal
Cresta escarpe	Pie de escarpe
Crestas ondas arena	Surcos
Dirección de transporte	Techo banco
Escarpe erosivo	depósitos residuales
Escarpe estructural	LIC
	Isobatas 200m









OCÉANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
GEOMORFOLOGÍA POLIGONAL

Mostrada sobre sombreado, con una resolución de 15 metros

LEYENDA

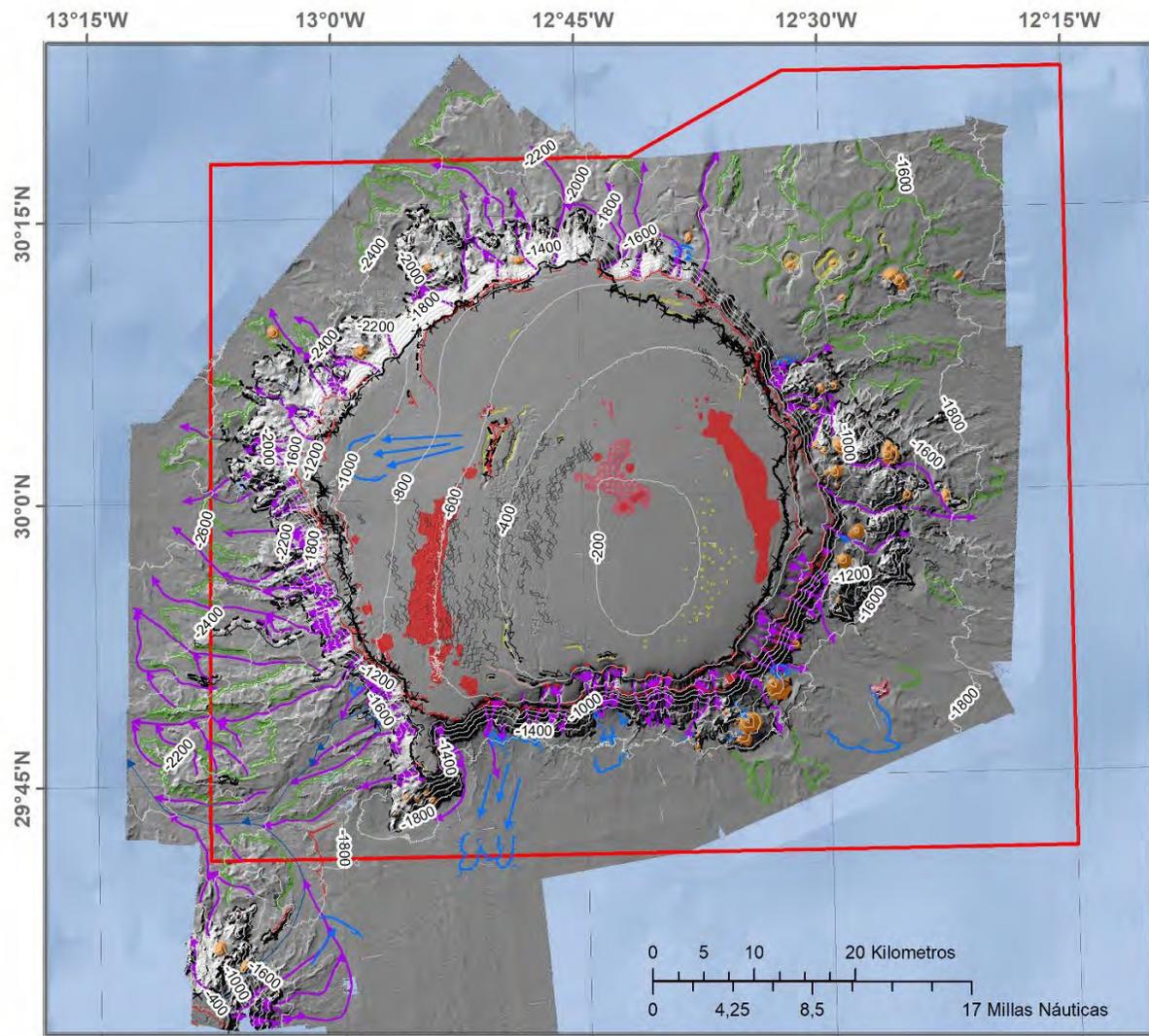
- Isóbatas 200m
- LIC
- Afloramientos rocosos
- Canales
- Cono volcánico
- Depresión
- Mounds







Fundación Biodiversidad



OCÉANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote

Pesaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
TIPOS MORFOLÓGICOS

Mostrada sobre sombreado, con una resolución de 15 metros

LEYENDA

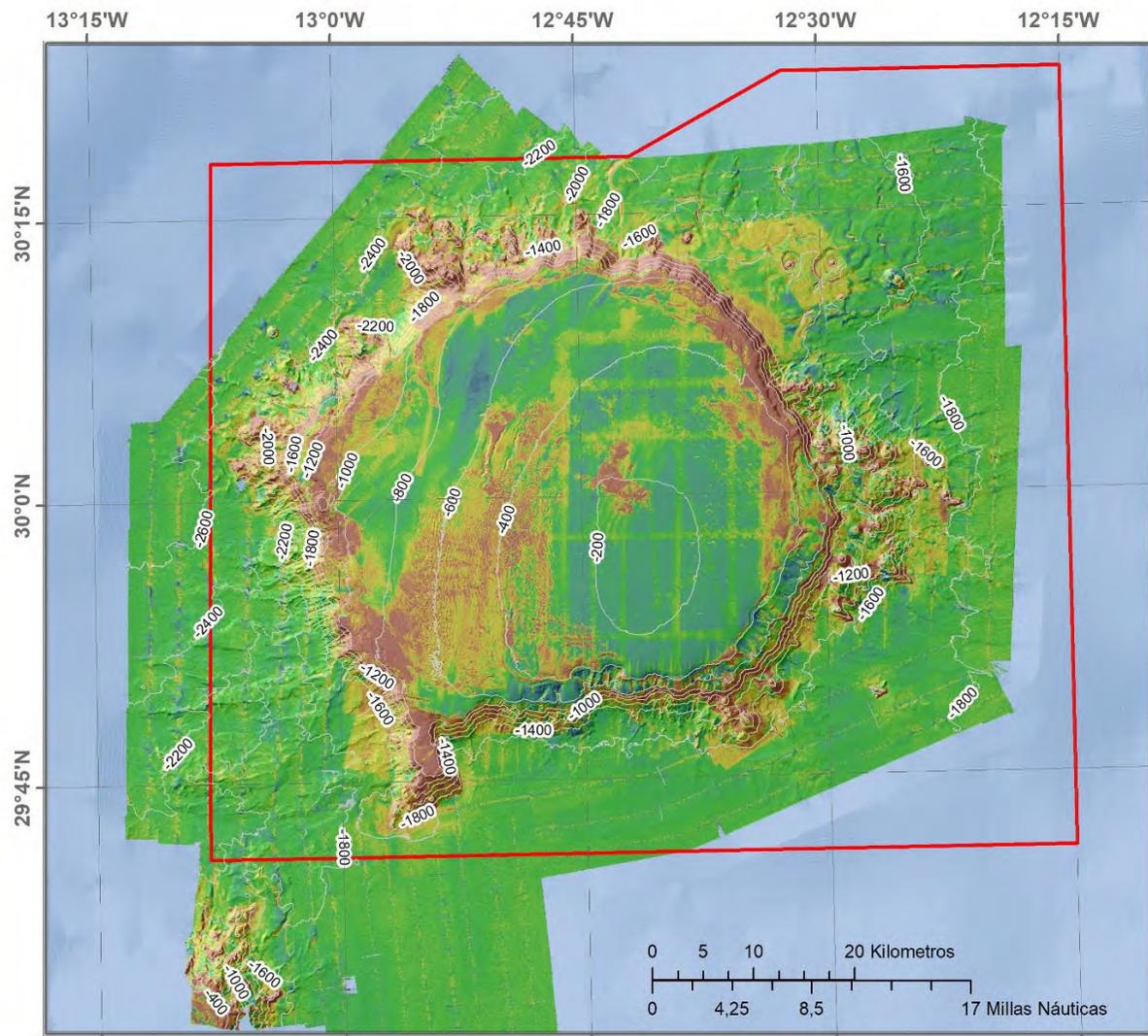
— Base flanco	— Pie de escarpe
- - - Cabecera cárcavas	— Surcos
— Cañón	— Techo banco
— Cresta escarpe	— depósitos residuales
— Crestas ondas arena	— Afloramientos rocosos
— Dirección de transporte	— Canales
— Escarpe erosivo	— Cono volcánico
— Escarpe estructural	— Depresión
— Frente transporte en masa	— Mounds
— Gully	— Isobatas 200m
— Limite bordes canal	— LIC

INTEMARES






Fundación Biodiversidad





OCÉANO ATLÁNTICO

Banco de la Concepción

Lanzarote Pasaje de Lanzarote

ISLAS CANARIAS Fuerteventura

Las Palmas de Gran Canaria

ÁFRICA

INTEMARES
LIFE15 IPE/ES/000012

Sistema de coordenadas:
WGS 1984 UTM Zone 28N

BANCO DE LA CONCEPCIÓN
REFLECTIVIDAD
15 METROS DE RESOLUCIÓN

Mostrado sobre sombreado, con un nivel de transparencia del 50%

LEYENDA

- Isóbatas 200m
- LIC
- 0,3 dB
- 52,8 dB



