

ÍNDICE

1. CARTOGRAFÍA MARINA.....	3
1.1. Antecedentes y objetivos	3
1.2. Resumen del trabajo ejecutado.....	4
1.3. Enmarque regional	6
1.3.1. Relieve de las Islas Canarias	9
1.3.2. Geología general de La Palma	11
1.3.2.1. Estructura estratigráfica de los fondos en el entorno de La Palma	12
1.3.3. Geomorfología general de los fondos de la Isla	13
1.3.3.1. La plataforma insular de la Isla.....	14
1.3.4. Comentario a las hojas.....	16
1.3.4.1. Introducción	16
1.3.4.2. Sector occidental	20
1.3.4.3. Sector norte	26
1.3.4.4. Sector oriental.....	34
1.3.4.5. Sector sur	39
1.4. Estudio batimétrico	49
1.4.1. Planificación de la campaña	49
1.4.1.1. Fases y calendario de los trabajos	50
1.4.1.2. Trabajos previos	50
1.4.1.3. Definición de Zonas.....	51
1.4.1.4. Definición de líneas planificadas	51
1.4.1.5. Datum Planimétrico - Parámetros geodésicos	52
1.4.1.6. Datum Altimétrico-Nivel de referencia	53
1.4.1.7. Planificación toma de datos, y metodología	54
1.4.2. Toma de datos.....	54
1.4.2.1. Trabajos realizados	54
1.4.2.2. Recursos Humanos	56
1.4.2.3. Recursos Técnicos	56
1.4.2.4. Ejecución de la campaña.....	63
1.4.3. Tratamiento de datos batimétricos	76
1.4.3.1. Corrección de mareas	76
1.4.3.2. Edición de datos y filtrado de datos.....	77
1.4.3.3. Curvado	77
1.4.3.4. Integración de datos con los topográficos	78
1.4.3.5. Edición de planos	79
1.5. Estudio morfológico.....	79
1.5.1. Toma de datos.....	80
1.5.2. Trabajo de campo.....	81
1.5.2.1. Recursos humanos.....	84
1.5.2.2. Recursos Técnicos	84
1.5.2.3. Metodología	93
1.5.3. Interpretación de los sonogramas.	95
1.5.3.1. Metodología.....	95
1.5.3.2. Identificación de reflectividades.....	95
1.5.4. Trabajo de gabinete.....	97
1.5.5. Resultados preliminares	97
1.5.6. Comentario a las hojas.....	98
1.5.6.1. Introducción	98

1.5.6.2. Elementos morfológicos	99
1.5.6.3. Descripción de la morfología de los fondos por zonas	101
1.6. Plano de itinerarios	128
1.7. Resultados finales del estudio morfológico	128
<u>ANEJO Nº1. ÁLBUM ANTRÓPICO</u>	<u>130</u>

1. CARTOGRAFÍA MARINA

1.1. Antecedentes y objetivos

Con anterioridad a la fecha de la realización del presente estudio, la Dirección General de Costas inició un Plan para el Estudio Ecocartográfico del Archipiélago Canario, de tal forma que cada una de las islas canarias fuera estudiada de acuerdo a unos criterios técnicos homogéneos.

Actualmente la información de detalle editada sobre el espacio que comprende la plataforma insular de las islas Canarias es muy escasa y dispersa. Esta información se limita prácticamente a las batimetrías contenidas en las Cartas Náuticas que publica el Instituto Hidrográfico de la Marina y a los mapas de tipología de fondos que contienen las Cartas de Pesca del Instituto Español de Oceanografía. Asimismo los estudios geofísicos, realizados por la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente, incluyen datos batimetría obtenida con perfiles perpendiculares a la costa cada 250 metros que abarcan, aproximadamente, desde la cota -10 a la cota - 40 metros.

Salvo las zonas de dominio portuario (portulanos), que han recibido una atención más detallada, las batimetrías de las Cartas Náuticas no presentan datos precisos de la zona intermareal, ni de la franja adyacente con pequeños calados. Es una carencia trascendente, ya que se trata de las zonas mas críticas desde el punto de vista ecológico. En muchas zonas costeras la información batimétrica de las Cartas Náuticas solo es utilizable a partir de los 10 ó 15 metros de profundidad. La información de las Cartas de Pesca se refieren únicamente a profundidades relativamente grandes y la información fiable que suministran sobre los tipos de fondo resulta muy escasa, tanto cuantitativamente como cualitativamente, a efectos de realizar una cartografía de utilidad ecológica.

Tomando en consideración lo anterior, la necesidad de obtener una cartografía batimétrica de gran detalle de la Isla de La Palma, que pueda cubrir las necesidades propias de una información fiable de las zonas de aguas costeras y de aguas muy someras, incluyendo detalles de la franja intermareal, es uno de los objetivos de este proyecto.

De acuerdo a los objetivos del Proyecto, se ha tomando en consideración los requisitos necesarios para que la información batimétrica obtenida permita construir una imagen tridimensional del litoral sumergido, con una precisión adecuada, de tal forma que sirva de

soporte para recibir el volcado de toda la información de otras cartografías temáticas que forman parte del proyecto (p.e., de tipo biológico y geomorfológico).

Para alcanzar los objetivos propuestos, se han seleccionado aquellas técnicas, cuyas prestaciones han permitido obtener resultados con la resolución y detalle requeridos. Por ese motivo se han utilizado técnicas de sondeo por medio de ecosondas de alta resolución tipo Multihaz, Monohaz, Sonar de Barrido Lateral y discriminador de señales acústicas tipo RoxAnn.

1.2. Resumen del trabajo ejecutado

Como base de todo el conjunto y requisito imprescindible para alcanzar los objetivos del estudio, se ha realizado una cartografía de detalle que cubre todo el territorio litoral y la plataforma insular sumergida de la Isla de La Palma. La campaña marina incluyó un levantamiento batimétrico de precisión en todo el contorno de la isla durante el que se registraron profundidades máximas próximas a los 500 m.

El objetivo de la campaña marina fue la determinación de la naturaleza y la constitución de los fondos marinos del área propuesta con especial referencia a los siguientes aspectos:

- Cartografía del espesor de la lámina de agua
- Cartografía y análisis morfológico de la superficie batimétrica
- Caracterización ecológica de los fondos y las distribución sedimentaria

A tal fin se dispuso de los equipos y las herramientas necesarias para recoger una buena información del fondo que permitiera alcanzar los objetivos propuestos. El equipamiento utilizado incluyó los siguientes equipos:

- Un sistema de posicionamiento GPS Diferencial
- Una sonda Multihaz
- Una sonda de precisión Monohaz
- Un clasificador de fondos tipo RoxAnn
- Un sonar de barrido lateral
- Un mareógrafo

- Un sensor de movimiento
- Una sonda de velocidad del sonido
- Un sistema de navegación y adquisición de datos

Los levantamientos hidrográficos durante la campaña de mar fueron realizados en dos fases; una con equipos de sonda Multihaz y Sonar de Barrido lateral, y otra posterior, con sonda Monohaz en las zonas de poco calado y zonas de aguas profundas superiores a los 350 metros. Las operaciones en el mar fueron desarrolladas en dos etapas: una del 25 de Agosto al 28 de Noviembre del año 2003. Durante este período fueron registrados aproximadamente 1300 km de perfiles con sonda Multihaz y Sonar de Barrido Lateral.

En función de los datos obtenidos en la primera fase, se planificó otra segunda fase del 15 de Diciembre al 9 del Marzo durante del año 2004, en cuyo transcurso fueron registrados aproximadamente 2500 km de sonda Monohaz y RoxAnn para completar las zonas de poco calado y las zonas con profundidades superiores a los 350 metros.

La zona para la realización del estudio batimétrico comprendió todo el ámbito del contorno de la plataforma insular de la Isla de La Palma hasta la isobata de -50 m. El área de trabajo se estableció de acuerdo a las condiciones expresadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas, como la franja que comprende el espacio comprendido desde la cota 0 hasta 1 kilómetro de distancia desde la costa aguas afuera. Este área se incrementa hasta la isóbata de -50 metros en los lugares donde en el límite del kilómetro no se alcanza esta profundidad.

Para la realización de los trabajos de batimetría y de morfología, se dividió toda el área de trabajo en 22 zonas. Las zonas establecidas se han diseñado tomando en consideración el desarrollo de las líneas de aire y la geometría de la costa, optimizando la longitud de las líneas planificadas de prospección y observando el criterio de minimizar las partes sin cobertura. Sobre cada una de estas zonas se realizó un diseño de líneas planificadas específico de acuerdo a su situación, extensión, orientación y calado, al objeto de rentabilizar al máximo la toma de datos.

Las investigaciones realizadas en las zonas mencionadas anteriormente han sido las siguientes:

- Implantación geodésica para la referenciación de los datos
- Realización de los perfiles y transectos batimétricos
- Realización de los perfiles y transectos de sónar de barrido lateral y RoxAnn
- Análisis y tratamiento de los datos en gabinete
- Volcado de los datos en un SIG.

A partir de la toma de datos “in situ” se ha elaborado el presente estudio batimétrico, en el cual se recoge la descripción de tallada de todos los trabajos realizados, así como su posterior análisis y elaboración en gabinete de los datos recogidos.

En los apéndices correspondientes de esta parte del estudio, se muestra los datos obtenidos, así como las cartografías batimétricas resultado de la investigación realizada.

1.3. Enmarque regional

El archipiélago Canario se encuentra enclavado en medio del Atlántico al noroeste del continente Africano, entre las latitudes 27° 37' y 29° 25' Norte y las longitudes 13° 20' y 18° 10' Oeste, a unos 1000 km de distancia de la Península Ibérica y 100 km del continente africano. Está constituido por un conjunto de siete islas mayores (Tenerife, La Palma, La Gomera, Hierro, Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura) y seis menores (Alegranza, Graciosa, Montaña Clara, Lobos, Roque del Este y Roque del Oeste). Está formado en su totalidad por acumulaciones volcánicas; la teoría más aceptada es que las islas Canarias tienen una antigüedad de 40 millones de años y fueron generadas en tres periodos de erupciones volcánicas, cuyos materiales se depositaron sobre un zócalo oceánico de edad mesozoica.

El clima canario es de tipo oceánico subtropical. Las temperaturas son suaves en todas las estaciones y las precipitaciones escasas, sobre todo en las vertientes meridionales de las montañas. Fuerteventura y Lanzarote son las islas más áridas: entre 150 y 200 mm de precipitaciones anuales. Los vientos alisios son frecuentes (vientos del noreste), lo que produce un efecto suavizador del clima. Los vientos procedentes del Sahara provocan subidas destacadas de la temperatura y suelen transportar polvo en suspensión. En la Isla de Tenerife, por su especial configuración, se dan zonas de clima templado: La Laguna tiene una temperatura anual cuyo promedio es de 16° C cuando la más frecuente en las zonas

costeras de todas las islas supera los 19º C. Sobre el Teide suele haber nieve casi todo el año.

El conjunto de las islas se corresponde con un alineamiento volcánico activo de 400 km de longitud. Desde el punto de vista de la geología, las Islas Canarias están edificadas en el océano Atlántico sobre la parte externa del borde continental y del talud del noroeste de África. El archipiélago está formado por 7 islas mayores, constituyendo una de las mayores cadenas de islas volcánicas del planeta, con un volcanismo subaéreo que se sucede desde el Mioceno (~ 20 Ma) hasta la actualidad (Figura 1).

El origen de las Islas Canarias ha estado en controversia desde siempre, pero su creación a partir de puntos calientes oceánicos es actualmente la teoría más aceptada. No obstante, tomando en consideración datos geomagnéticos, la estructura cortical de las Islas está influenciada por dos familias de fracturas principales, que se asocian con la apertura del océano Atlántico (NNE-SSW), o con la tectónica de la cadena del Atlas africano (ENE-WSW y NNE-SSW).

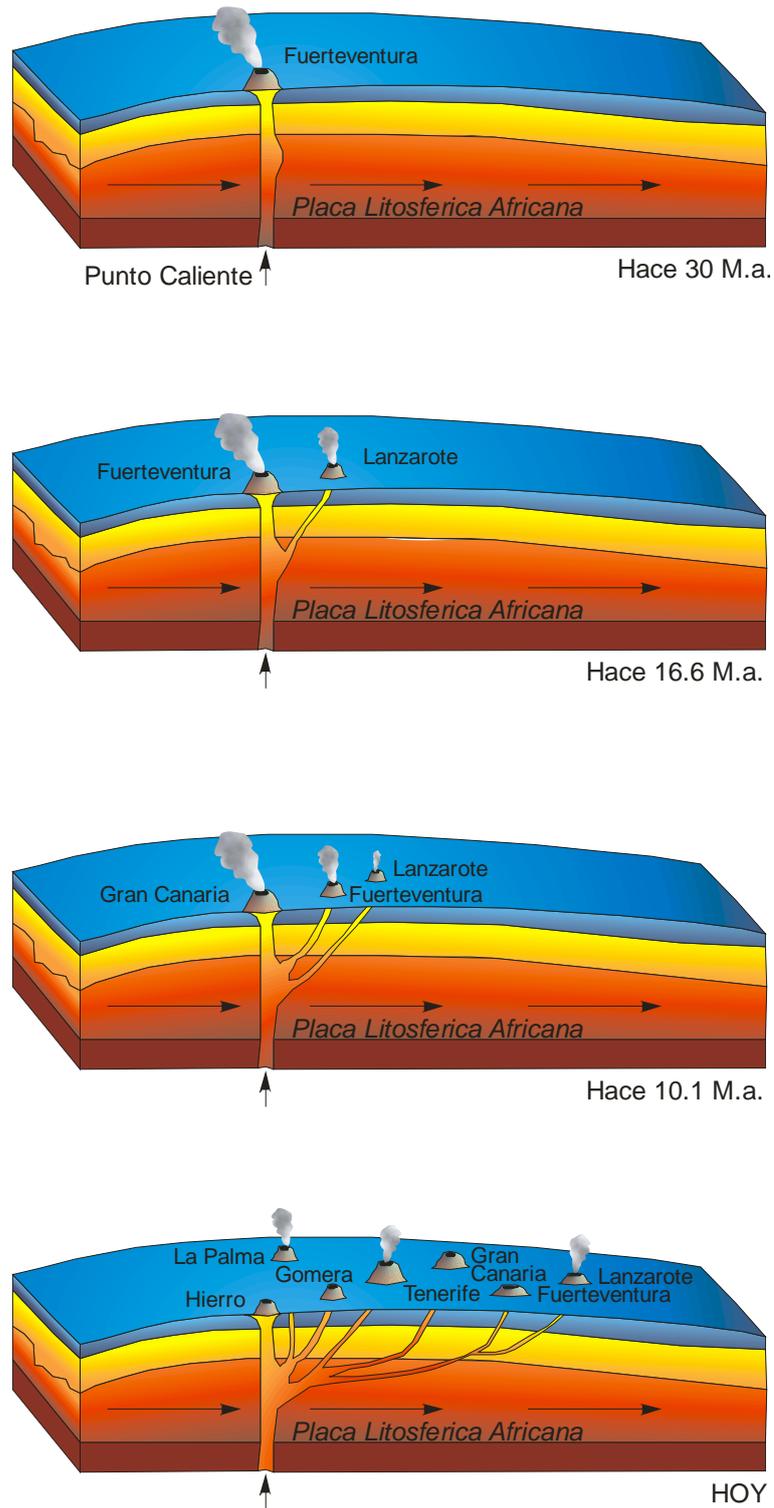


Figura 1 . Etapas de la formación de las Islas Canarias

La mayoría de los volcanes del mundo se encuentran en los bordes de las placas litosféricas. En las zonas de subducción son especialmente numerosos los grandes volcanes como los que forman los Andes o las islas del Japón, o bien en las zonas de expansión de las placas que son las dorsales oceánicas, algunos autores consideran que todas ellas son como un larguísima fisura volcánica de más de 60 000 km.

Pero hay un tercer tipo de volcanes que se encuentran en el interior de las placas oceánicas, en lugares que se suelen denominar "puntos calientes". Todavía no se entiende bien la explicación exacta de este fenómeno, pero nos indica que en esas zonas hay como unas columnas de magma que ascienden, originando esos volcanes. Como la placa litosférica sigue desplazándose, mientras que la posición del punto caliente no varía, en unos millones de años acaba formándose una cadena de islas volcánicas.

El vulcanismo de las Canarias, es calificado por algunos como de "punto caliente", aunque otras personas discuten esta adscripción. Es probable que tenga relación estrecha con la zona de transición entre el continente Africano y la litosfera oceánica del Atlántico y que se encuentre también afectada por los movimientos tectónicos que levantaron la cordillera del Atlas en el Norte de África y, por supuesto, por el lento movimiento (alrededor de 1 cm por año) de la placa Africana. El resultado de todos estos fenómenos habría sido la aparición del conjunto volcánico de las Canarias.

Según esta teoría, las islas fueron formadas en la fosa transoceánica que se encuentra entre África y América. Explica perfectamente cadenas lineales de islas, donde existe un foco magmático fijo en el manto donde se desplaza la placa litosférica. Las islas que se van formando sucesivamente en la vertical de este foco se van desplazando de él por efecto de desplazamiento de la placa, generándose un rosario de islas, tanto más antiguas cuanto más alejadas estén de su punto de origen.

1.3.1. Relieve de las Islas Canarias

El carácter volcánico de las islas y su localización sobre los fondos oceánicos determina que los edificios volcánicos de cada una de las islas se resuelvan de forma independiente pero con pautas muy semejantes. Cada isla representa un cono volcánico aislado sobre el fondo oceánico cuya superficie emergida depende del tamaño del edificio volcánico que lo formó. Mas tarde a lo largo de sus historias evolutivas, el desarrollo de la inestabilidad provocado por el apilamiento de capas y coladas volcánicas y la posibilidad de que se formen fracturas

e inyecciones por actividad endógena, hace que con mucha frecuencia se produzcan continuos cambios en su morfología derivados de los movimientos de tierra, desplomes, avalanchas, despegues gravitacionales, formación de fallas, etc., produciéndose una desestabilización del edificio volcánico que puede llegar a ser progresiva.

Los cambios estructurales de los terrenos volcánicos, son más acusados en los espacios sumergidos, ya que el agua juega un papel importante en la desestabilización mecánica de los edificios volcánicos (entrada de agua y mantos freáticos). Todo ello hace que la morfología y el relieve general de los fondos de las Islas está dominada por la presencia de laderas con elevada pendiente y muy accidentadas con fuertes escarpes y taludes escalonados, que se van suavizando a medida que nos alejamos del edificio volcánico hacia el mar.

La isla de Tenerife es la más extensa (1928 km²) y está presidida por el pico del Teide que, con sus 3718 m, es el más alto del territorio español. El Teide está ubicado en el interior de una gran caldera volcánica de reciente formación, Las Cañadas, que está cerrada en su flanco meridional por una cordillera dorsal. Al norte del Teide, en pronunciada pendiente, se encuentra el valle de La Orotava. Completan los accidentes montañosos de la isla dos cordilleras: la del Teno, al oeste, y la de Anaga, al norte.

La isla de La Palma (662 km²) ha tenido una actividad volcánica reciente, lo que puede verse en las calderas volcánicas, entre las que destaca la de Taburiente, cuyos escarpes alcanzan los 2000 m de altura; el pico más elevado de la isla es el Roque de los Muchachos (2426 m), la segunda altura del archipiélago.

La isla de La Gomera (353 km²) es la más montañosa y posee numerosos y abruptos barrancos, entre los que destaca el del Cedro; el pico Garajonay (1487 m) es la máxima altura insular.

La isla de Hierro (227 km²) es la menor de las llamadas mayores y la más occidental; está presidida por el pico Malpaso (1500 m); hacia el norte se sitúa una amplia y fértil llanura litoral que se abre en un golfo conocido como bahía de los Pozos.

La isla de Gran Canaria (531 km²) tiene un perímetro circular y su centro lo forma un macizo montañoso que contiene la principal altura, el pico de las Nieves (1950 m); las zonas meridional y oriental están constituidas por llanuras litorales que, en la zona de Maspalomas,

forman una faja arenosa con sectores de dunas; la zona septentrional es muy escarpada: algunos acantilados, como el de Fanoque o el de Andén Verde, alcanzan los 1 000 m de altura.

La isla de Fuerteventura es la segunda del archipiélago en superficie (1658 km²) y la de formación más antigua, por lo que está muy erosionada; presenta pocos accidentes montañosos y zonas arenosas en sus costas; su extremo sudoeste está formado por la península de Jandía, en la que está la principal altura: el pico de Jandía.

Lanzarote (806 km²) es la isla más oriental del archipiélago; está formada por materiales volcánicos recientes y muy visibles; el volcán Timanfaya estuvo despidiendo lava y cenizas entre 1730 y 1736, cubriendo más de 200 km²; los materiales volcánicos constituyen el paisaje más común de la isla, cuyas mayores elevaciones no superan los 500 m, tan sólo las peñas del Chache, junto a los riscos de Famara, destacan por sus 670 m de altitud.

En la forma de las islas ha influido la geometría de los “rifts” asociados a cada una de las islas. En términos de la geometría se pueden definir dos tipos principales: solo un rift como en el caso de La Palma, o triple como en Tenerife y el Hierro.

En la isla de la Palma, los volcanes de Taburiente, Cumbre Nueva y Cumbre vieja están alineados a lo largo de un rift, lo que determina que exista una dorsal que recorre la isla de norte a sur activa en su parte meridional. La simetría de la dorsal central, ha provocado colapsos en las laderas del oeste de la isla generando grandes depresiones hacia ese flanco, provocadas por el desplazamiento de grandes masas de terreno en forma de derrumbes y avalanchas gigantes de material volcánico hacia el mar.

1.3.2. Geología general de La Palma

Los estudios geofísicos realizados en los fondos oceánicos, muestran que las Islas Canarias se formaron a través de episodios volcánicos múltiples con historias evolutivas diferentes para cada isla, de tal forma, que el volumen actual y la forma de cada una es el resultado de la acreción de varios volcanes, cuya actividad es independiente y generalmente de corta duración.

Las islas pueden ser separadas en tres grupos: un grupo formado por Tenerife, La Palma, Lanzarote y posiblemente El Hierro, que han tenido erupciones en tiempos históricos (< 500 años); un segundo grupo constituido por Fuerteventura y Gran Canaria con un volcanismo

prehistórico (>500 años); un tercer grupo en el que se encuentra La Gomera sin erupciones cuaternarias y probablemente extinta.

Los estudios de datación (K/Ar) realizados sobre los depósitos volcánicos submarinos y sobre los materiales de las porciones de los complejos basales expuestos, avalan que la isla más antigua de todo el archipiélago es Fuerteventura, con una edad próxima a 48 Ma, mientras que El Hierro y La Palma son las más jóvenes de todas las Islas Canarias. Ambas islas tienen una historia geológica similar de crecimiento y destrucción por deslizamientos gigantes de tierra.

La historia geológica de la Isla de La Palma puede ser dividida en tres períodos eruptivos separados por grandes colapsos laterales: un primer período entre 2.0 y 1.3 Ma, en el cuál se formó un edificio principal, el antiguo volcán de Taburiente, que es ahora la parte norte de la isla; un segundo período, entre 1.05 y 0.7 Ma, con una actividad volcánica renovada en la que se forma el edificio que se extiende hacia la parte sur a lo largo de un eje N-S, conocido como Cumbre Nueva; y un tercer período entre 0.7 Ma hasta la actualidad, en el cuál la actividad está restringida a la extensión meridional de la misma cadena conocida como Cumbre Vieja. Parece ser que esta última etapa sea la que se corresponda con la iniciación de los corrimientos de tierra hacia el mar. Una evidencia de ello es la apertura de fallas normales sobre el flanco oeste de la Isla durante la erupción de 1949.

A lo largo de la historia de La Palma se han podido evidenciar, que en el último período de 1 Ma se han producido al menos tres grandes corrimientos de tierra. Las erupciones volcánicas en la Isla de La Palma parecen haber sido ligeramente constantes durante las últimas fases eruptivas, habiéndose estimado que los movimientos en masa de los corrimientos de tierra producidos en el edificio insular y los procesos asociados a ellos han supuesto tasas de depósitos estimadas entre 0.00015 a 0.000370 km³/año.

1.3.2.1. Estructura estratigráfica de los fondos en el entorno de La Palma

La Palma es la expresión subaérea de un volcán oceánico de unos 6400 m de altura emplazado en la corteza oceánica de edad jurásica. La Isla está estructurada por tres unidades geológicas bien definidas: la más antigua conocida como Complejo Basal formada por sedimentos volcánicos y marinos; una segunda unidad de 2 a 0.5 Ma de edad formada por los depósitos volcánicos subaéreos de los volcanes de Taburiente y Cumbre Nueva en el norte, y la unidad más joven formada por los depósitos volcánicos de Cumbre Vieja en el

sur, con episodios volcánicos que se mantienen hasta la actualidad (erupción del volcán de Teneguía en 1971).

La secuencia sismoestratigráfica descrita al oeste de la Isla está constituida por tres unidades principales. Ellas han sido interpretadas en términos de su relación con el vulcanismo de Canarias superpuesto a subsuelo de los fondos hemipelágicos ya existentes. La primera unidad es transparente con reflexiones de muy baja amplitud y está interpretada como una formación anterior al inicio del vulcanismo y de naturaleza totalmente pelágica. La segunda unidad, con reflexiones de muy alta amplitud, está considerada como el producto distal de la erosión de las Islas Canarias. La tercera unidad, compuesta principalmente de formas lobulares de gran amplitud englobados en facies transparentes, interpretada como el producto de la erosión directa de depósitos masivos procedentes de la erosión de las islas de La Palma y del Hierro.

Los espesores de la unidades cartografiadas reflejan la formación de la Isla de La Palma como el depocentro de una porción migrada desde una posición paralela al margen Noroeste Africano a la posición que actualmente ocupada por la Isla de La Palma. De esa forma, relacionando los episodios volcánicos de Canarias con el registro marino, se ha podido estimar la edad relativa de reflectores clave, correspondiéndose su posición cronológica a una inconformidad que separa dos subunidades de la unidad III al Pleistoceno Terminal y al Pleistoceno Antiguo.

1.3.3. Geomorfología general de los fondos de la Isla

La morfología general de los fondos de la Isla de La Palma está dominada por la presencia de fuertes escarpes y taludes escalonados, que se van suavizando a medida que nos alejamos hacia el mar. No obstante las variaciones de los gradientes y de los relieves de los perfiles batimétricos es muy grande, lo que permite diferenciar en el contorno de la Isla tres grandes sectores morfológicos: el noroeste-norte-noreste, oeste y suroeste-sur-sureste.

El noroeste-norte-noreste, se caracteriza por presentar una costa acantilada a cuyo pie se desarrolla la plataforma insular mas extensa y aplacerada de la Isla; la fachada oeste donde se desarrollan plataformas y terrazas escalonadas, coladas y derrubios surcadas por canales, amplios valles y taludes, flanqueados por dorsales; y por último la zona suroeste-sur-sureste, muy abrupta con una plataforma insular muy reducida que se resuelve con fuertes pendientes y taludes muy profundos cerca de la costa.

En términos generales el relieve submarino al oeste de la Isla de La Palma está caracterizado por presentar taludes escalonados con pendientes de 30 a 5° sobre sus flancos, que se van suavizando progresivamente hacia mayores profundidades (sobre 1°) al pie de la Isla a unos 40Km de distancia de la costa. La cartografía sedimentaria general alrededor de la Isla muestra, que aproximadamente el 60% de los fondos, está actualmente cubierto por depósitos de laderas procedentes de los derrubios de los flancos de la Isla.

1.3.3.1. La plataforma insular de la Isla

De una forma mas detallada se observa en los planos batimétricos, que la Isla de La Palma está rodeada por una plataforma costera litoral continua de escasa pendiente y relieve accidentado y abrupto, que se desarrolla hasta los 20 - 30 metros de profundidad, con una extensión muy variable comprendida ente los 50 y 300 m de anchura, de tal forma que es muy estrecha en la mitad meridional de la Isla y de mayor anchura en la mitad septentrional, exceptuando las zonas acantiladas verticales, donde la plataforma es prácticamente inexistente.

Al pie de la plataforma litoral se desarrolla una plataforma insular mas profunda y de mayor pendiente (talud insular), que de la misma forma que la plataforma litoral, se desarrolla muy forma muy desigual, tanto en anchura como en la profundidad que alcanza su límite externo. A partir del borde de la plataforma insular los fondos se desarrollan con un gradiente de pendiente elevado a través de un talud muy pronunciado, dando paso a los fondos oceánicos profundos. La anchura de esta plataforma es muy estrecha <1km en la zona sur y sureste de la Isla y >1 km de anchura en la mayor parte del resto de la Isla.

En las zonas profundas, el flanco oeste de la Isla está definido por dos depresiones abiertas hacia el poniente frente a la Caldera de Taburiente y el Valle de los Llanos, limitadas las dos al este por la cadena de Cumbre Nueva. Ambas depresiones están interpretadas como el resultado de un hundimiento parcial, mas tarde relleno por el joven edificio volcánico del Macizo Bejenado. Posteriormente al crecimiento del Macizo Bejenado, la parte septentrional de la escama colapsada fue suavizada por la erosión, mientras que los sedimentos volcanoclásticos y los nuevos depósitos volcánicos procedentes de la cadena de Cumbre Vieja en la zona sur, rellenaron el valle de Los Llanos.

En este sector se pueden definir cuatro zonas morfológicas:

- Zona 1. Es la más distal y profunda mostrando un relieve suave sin altos batimétricos significantes. Los taludes no exceden de 1°. Esta zona está dominada por sedimentos hemipelágicos finos y turbiditas generalmente depositados en forma de ondas.
- Zona 2. Área inmediatamente al sur de la dorsal de Cumbre Vieja que representa su continuación bajo el mar caracterizada por fuertes escarpes escalonados y una topografía muy rugosa y accidentada sin ninguna morfología clara de drenaje. En esta zona se desarrollan varios conos en los flancos de la dorsal y especialmente en lo alto de su eje, que se elevan hasta los 300 y 400 metros sobre el fondo.
- Zona 3. Corresponde al área inmediatamente cercana al noroeste de la Isla y es también una zona relativamente accidentada y rugosa con fuertes taludes escalonados (10° de media), pero en contraste con la Zona 2, en ella se desarrollan estructuras de drenaje orientadas. En esta zona se desarrollan varios conos, que se elevan entre los 200 y 500 metros sobre el fondo. Algunos de estos conos se encuentran alineados en una dirección NW-SE situados al noroeste del sistema de rift del volcán Taburiente. Esta dorsal es de naturaleza volcánica posiblemente modificada por las últimas erupciones históricas. Su morfología sumergida está caracterizada por ocupar una extensa y amplia superficie que no se corresponde con la continuación topográfica subaérea, considerada como estrecha (<1 Km de anchura) donde los valles e incisiones tienen como mucho 600 m.
- Zona 4. La cuarta zona geomorfológica está localizada en el área central del flanco oeste de la Isla entre las zonas 2 y 3, y aguas adentro de las dos grandes depresiones flanqueadas por la dorsal de Cumbre Nueva, la caldera de Taburiente y el sistema noroeste del volcán de Taburiente. La morfología general de este área es la existencia de una rampa que se extiende a más de 60 km de la isla, incrementando su anchura más de 25 km cerca de la isla y hasta 65 km en las zonas más distales. El relieve es más suavizado que en las zonas 2 y 3 y está caracterizado por gradientes bajos entre 4° y 5°. Una morfología de cumbre-valle con amplitudes similares a las de la zona 3, caracterizan a esta zona 4. El fondo de los valles, de 2 a 2.5 km de anchura, están surcados por canales de fondo plano. En el centro de esta zona y a una escala más fina, se puede apreciar la existencia de altos batimétricos de más de 300 m con un diámetro de 1 a 1.5 km.

1.3.4. Comentario a las hojas

1.3.4.1. Introducción

Para la realización de esta descripción de la batimetría realizada, se han utilizado puntos de referencia de la Carta Náutica perteneciente a la Isla de La Palma (519) editada por el Instituto Hidrográfico de la Marina y los distintos mapas topográficos que conforman la isla.

A fin de facilitar la descripción, se ha procedido a dividir la isla en varios sectores en los que se han especificado todos aquellos topónimos que de un modo u otro permitan ser referidos de manera sencilla a sus homónimos originales expuestos en la Carta, con idea de que sirvan de guía para una mejor localización del área que interese y por supuesto, para que guarden la mayor concordancia posible con la realidad. Asimismo, cada uno de los sectores viene precedido de su ubicación en hojas 1:5000, de una numeración establecida siguiendo el esquema de división zonal de la isla (Figura 2), y de las coordenadas UTM, zona 28, WGS84, correspondientes.

1.3.4.1.1. Descripción por zonas

Siguiendo las directrices ya expuestas en la introducción, la división de la isla quedaría de la siguiente manera:

- SECTOR OCCIDENTAL

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	4-7	4-6	4-5	4-4		
	3-6	3-5	3-4	3-3	3-2	3-1
	2-3	2-2	2-1			
35-37	2-8	2-7	2-6			
	1-6					

- Coordenadas

	X	Y
SE	216337.99	3162947.75
NO	206440.58	3184054.60

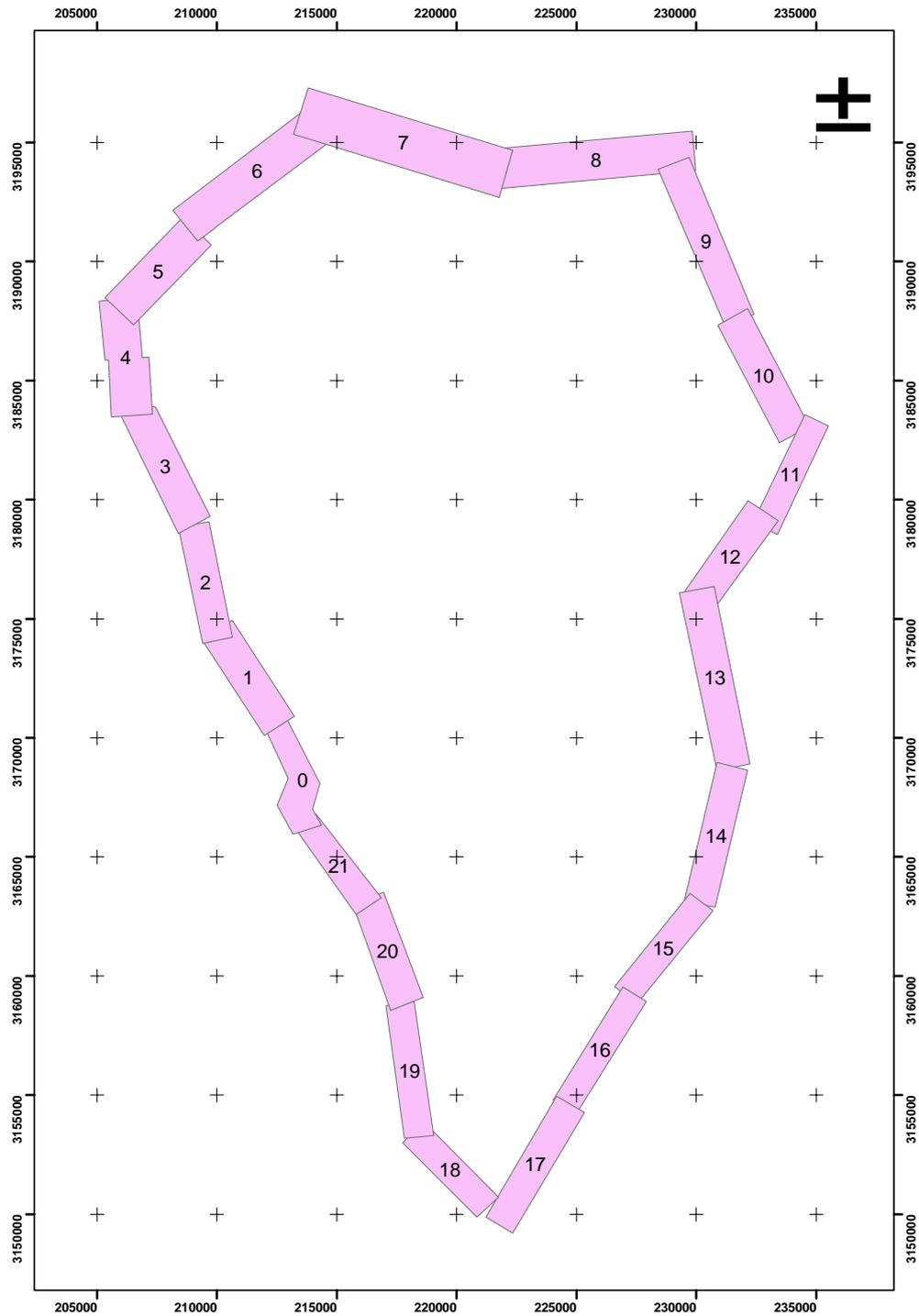


Figura 2 . Distribución zonal de la isla de La Palma

Engloba de la zona 21 a la 3 (Figura 2), o lo que es lo mismo, el tramo de costa localizado entre La Punta de los Boguyos hasta la Punta de Las Llanadas, aproximadamente.

- SECTOR NORTE.

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	8-6a	8-6	8-5	8-4	8-3	8-2	8-1
	7-4	7-3	7-2	7-1			
	6-2	6-1					
	5-2	5-1					
	4-2	4-1	4-1a				
	3-2	3-1	3-1a				
	2-6	2-5	2-4	2-3	2-2	2-1	
	1-6	1-5	1-4	1-3			

- Coordenadas

	X	Y
O	206464.52	3183515.91
E	234074.27	3182722.05

Engloba de la zona 4 a la 10, o desde la Punta de las Llanadas hasta la Punta Salinas, aproximadamente (Figura 2). Debido a su extensión, la hemos dividido en varios subsectores:

- Subsector noroccidental. Queda definido por las zonas 4, 5 y 6, es decir, desde la Punta de Las Llanadas hasta la Punta del Mudo.
- Subsector Central. Englobaría las zonas 7 y 8, desde la Punta del Mudo hasta Punta Cumplida.
- Subsector nororiental. Definido por las zonas 9 y 10, desde Punta Cumplida a la Punta Salinas.

Se incidirá más adelante en ellas, indicando su posición, coordenadas de zonas, etc.

- SECTOR ORIENTAL.

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	8-8	8-7a	8-7	8-6a	8-6		
	7-8						
35-38	8-7	8-6	8-5	8-4	8-3	8-2	8-1
	7-7	7-6	7-3	7-2	7-1		

- Coordenadas

	X	Y
NE	230206.57	3163116.91
NO	216302.07	3163318.85

Se extendería de las zonas 11 a la 14, desde la Punta Salinas a la Punta Arenas Blancas, aproximadamente (Figura 2).

- SECTOR SUR.

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	8-7				
	7-8	7-7			
	5-8	5-1			
	4-8	4-7			
35-39	7-1	7-2			
	6-5	6-4	6-3	6-2	6-1
	5-5	5-4	5-3	5-2	5-1
	4-2	4-1			

- Coordenadas

	X	Y
NE	230206.57	3163116.91
NO	216302.07	3163318.85

Conforma el cono inferior de la isla, extendiéndose desde la zona 15 a la 20, desde la Pta. Arenas Blancas hasta la Punta de los Boguyos aproximadamente (Figura 2).

1.3.4.2. Sector occidental

1.3.4.2.1. Zona 21.

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	4-7	4-6	4-5
	3-6	3-5	

- Coordenadas

	X	Y
SE	216337.99	3162947.75
NO	213763.78	3166419.33

Las curvas se distribuyen con una dirección SE-NO. En ella se pueden distinguir dos conjuntos bien diferenciados: el conjunto relativo a la plataforma insular, y el talud insular. En el primer conjunto se puede observar un cierto estrechamiento al norte de la Zona (Punta del Pozo, proximidades de Puerto Naos) como consecuencia de la cercanía del talud insular, pero que conforme se va desplazando al sur, éste va paulatinamente expandiéndose hasta dejar al final el talud en una mínima expresión.

Serán las curvas más próximas a la costa, en el intervalo de curvas 0-25 m, donde se encuentren más lobuladas y con las pendientes más pronunciadas del conjunto, debido al relieve costero tan marcado e irregular que existe y a la influencia de numerosos escarpes y edificios volcánicos. Sin embargo, será a partir del intervalo 0-15 m donde más destaquen, sobre todo en los tramos de costa comprendidos entre la Punta de los Boguyos-Caleta de los Pájaros-Punta del Chobito al sur, Punta del Pozo en la parte central y al norte desde el asentamiento urbano conocido como Puerto Naos hasta Roques del Becerro, junto al asentamiento denominado La Bombilla.

Sin embargo, en el intervalo de curvas de 15-25 m se observa una mayor separación entre curvas, que bien puede ser debido a la acción de las coladas existentes.

Ya hemos dicho antes que el conjunto presenta un destacado estrechamiento en la mayor parte de la zona para extenderse al sur. En este trayecto se observa un cambio bastante significativo de la pendiente en su parte medular entre las curvas de 25-40 m, y que ocupa

aproximadamente 2/3 del total, desde el norte hasta la playa del Pozo, generándose un nivel de terraza. Tras esto, desde dicho punto hasta la Punta del Pozo se contempla un cambio de pendiente comprendido entre la curva de 25 m hasta la de 100 m. aproximadamente.

Por último, al sur es donde se aprecia un mayor avance de la plataforma pese a que al final vuelve a manifestarse de nuevo el talud. Dicho desarrollo queda conformado por la existencia de coladas, barrancos y dorsales (Punta del Pozo, Punta de los Boguyos). El desnivel en este conjunto se encuentra en torno a 25 m desde el N hasta la Playa de Puerto Naos. Tras esto, el límite de ruptura de plataforma reflejado en los 100 m. se va reduciendo hasta que el talud desaparezca. Posteriormente vuelve a aparecer en puntos aislados, alcanzándose los 145 m.

Respecto al conjunto del talud, las curvas se encuentran más cerradas y la pendiente se acentúa. El talud alcanza una mayor expansión al N, en torno a los 25 m, pero irá retrocediendo hasta el centro donde quedará el límite en los 35 m (Playa del Puerto Naos, Punta del Pozo), tras lo cual va reduciendo su presencia en los 100 m (Pesquero Alto) para posteriormente desaparecer frente a la Playa de Charco Verde. Por último, en el caso del apéndice de talud anteriormente descrito, su presencia queda marcada en los 150 m. aproximadamente.

En este caso, el desnivel queda expresado en torno a los 350 m al norte de la zona hasta la Punta del Pozo, tras lo cual se va replegando conforme se va desplazando al sur, hasta la progresiva desaparición del mismo (Playa Charco Verde). Luego volverá a aparecer al sur en una mínima expresión, alcanzándose cerca de 55 m.

1.3.4.2.2. Zona 0

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	4-5	4-4	
	3-6	3-5	3-4

- Coordenadas

	X	Y
SE	213773.94	3166148.87
NO	212492.83	3170554.19

Es una zona con distribución de curvas en dirección SE-NO, con pendientes más suaves al norte que al sur en la plataforma insular. Por el contrario, el talud presenta pendientes aún más pronunciadas.

La batimetría muestra varias zonas bien definidas, atendiendo al nivel de sinuosidad –por sus características morfológicas- como de pendiente. Así pues, podríamos distinguir dos franjas principales: la primera, con origen en la costa y que se extiende hasta el límite de ruptura de plataforma insular, y la segunda, conjunto perteneciente al talud continental.

Respecto al primer conjunto, es significativo contemplar el contraste existente en cuanto a la forma que adoptan las isobatas en la parte norte con respecto a la parte sur. Así pues, en la zona norte-centro vislumbramos una mayor suavidad en las isobatas, destacando sobre todo entre los 5-10 m. (Playa de la Viña, Los Celemines Viejos, Playa del Perdido, Playa Nueva). En el último tramo, entre Playa Nueva y Roques del Becerro, se mantiene la suavidad aunque sin alcanzar los extremos del tramo anterior, en parte debido a la existencia de una costa más abrupta –anteriormente apenas había por la predominancia de playas- y los procesos de coladas volcánicas.

A partir de la curva de 50 m. el paisaje batimétrico del conjunto tornará a uno mucho más complejo que el anteriormente descrito, puesto que la influencia de varios de los procesos de coladas motivará la formación de diversas formaciones de barrancos y dorsales, más abundantes al norte que al sur.

El desnivel alcanzado en este conjunto variará dependiendo del lugar y del límite de ruptura de plataforma, por lo que al norte quedará en torno a 90-75 m (frente a la Playa de la Viña), mientras que en puntos medios de la zona alcanzará los 50 m (Playa del Perdido), después a los 80-120 m (Playa Nueva, Saliente de las Hoyas), y terminará cerca de los 25 m al sur.

En cuanto al conjunto del talud, es evidente que la pendiente se acentúa de modo significativo al contacto con el talud continental, como así lo muestra la notable cercanía en las isobatas. Asimismo, cabe mencionar que la distribución del talud no es igual en todos su conjunto, es decir, no se manifiesta en toda la zona por el mismo lugar, tal y como ha quedado reflejado antes en la descripción del desnivel existente en el conjunto de la plataforma insular.

Por otro lado, pese a que ya se ha manifestado que en líneas generales las curvas son más lobuladas y las pendientes más pronunciadas en el talud, observamos como dichas premisas se contemplan en mayor medida en aquellos puntos afectados por barrancos, dorsales y escarpes, y que quedan salpicados por todo el espacio.

Del mismo modo, se puede observar que al sur de esta extensión se observa una prolongación de la plataforma frente a la Punta de la Lava, puesto que a simple vista conserva la mismas características fisonómicas en las curvas y en las pendientes, además de diferenciarse enormemente del resto del conjunto del talud en dichos aspectos.

El desnivel presenta también variaciones, puesto que si al norte se alcanzan los 100 m aproximadamente frente a la Punta del Perdido, en tramos centrales se llega a los mayores índices (300 m en el Roque de las Hermanas), volviéndose a reducir en las cercanías a la Playa Nueva (165 m), para después aumentar de nuevo al final de la zona a los 100 m aproximadamente en la Punta de la Lava.

1.3.4.2.3. Zona 1

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	3-4	3-3	3-2
	2-3	2-2	

- Coordenadas

	X	Y
SE	212611.24	3170499.11
NO	210013.09	3174533.33

La orientación de las curvas batimétricas es SE-NO, al igual que la anterior zona, si bien en este caso presenta una distribución batimétrica global bastante menos compleja que la anterior. Así pues, podemos decir que esta posee una batimetría menos accidentada y con pendiente más suave que la anterior. En este caso, se observa que la transición entre la plataforma insular y el talud no está tan acentuada como debería a tenor de lo ya visto en zonas anteriores, puesto que este caso la zona de ruptura de plataforma insular y la

aparición del talud sólo queda más presente por el cambio de pendiente, sobre todo al sur que es donde más se acentúa (frente a Roques de Don Pedro).

El trazado de las curvas es bastante menos sinuoso, lo que permite que la pendiente sea más suave. En la costa, el intervalo de curvas de entre 0-25 m no destaca sobremanera, puesto que la costa no presenta muchos accidentes destacables. Únicamente se puede incidir en algunos focos, que se corresponderían con algún afloramiento rocoso aislado (La Flamenca), espigones (Punta de Juan Graje) o el puerto de Tzacorte. Entre 0-15 sí se aprecia un mayor nivel de curvas lobuladas, sobre todo en el puerto y en el espigón.

Asimismo, en un tramo cercano a la zona centro –frente a la Punta de Juan Graje-, a partir de la curva de 40 m se advierte una disposición de las curvas formando varios barrancos, correspondiéndose casi con el inicio del talud en dicho tramo.

El desnivel presente en el conjunto de la plataforma insular se encuentra en torno a los 55 m, salvo en una porción de la parte central donde alcanza los 50-60 m (frente al puerto).

Respecto a la zona de talud, tanto éste como su pendiente asociada son menores que con respecto al anterior. El cambio se aprecia en la curva de 50 m principalmente, aunque posteriormente llega a los 60 m y termina en los 55 m al final.

Asimismo, el conjunto del talud posee menos pendiente al norte y centro hasta alcanzar casi el 75% del área de estudio –incluido el relieve en forma de barranco-, mientras que en la zona sur se alcanzan los mayores índices. Los desniveles se encuentran en torno a los 15-20 m, a excepción de un pequeño foco localizado al sur frente a los Roques de Don Pedro en donde se alcanzan los 45 m.

1.3.4.2.4. Zona 2

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	3-2	3-1
	2-2	2-1
35-37	2-8	

- Coordenadas

	X	Y
S	210034.80	3174097.71
N	209041.04	3178957.92

Si en la anterior zona se comentaba que la batimetría era un conjunto menos complejo que su predecesor, en el caso de éste podemos decir que es incluso más simple que el anterior. Además es la única zona del subsector occidental donde no se aprecia el talud.

En líneas generales, las curvas presentan una orientación prácticamente N-S, con fisonomía bastante lineal y con muy pocos tramos lobulados, que se agrupan más concretamente en un espacio modelado por coladas, frente a la Punta del Morro. Los desniveles se encuentran en torno a los 50-55 m y en algunos momentos a 70-75 m en puntos aislados. Las pendientes son suaves al norte, mientras que en la zona centro se aprecia un ligero cambio a partir de 50 m.

La costa se presenta bastante accidentada, con la predominancia de afloramientos rocosos, por lo que encontramos unas curvas bastante más lobuladas, sobre todo en el intervalo de 0-10 m, y por consiguiente con mayores pendientes, destacados en la Punta del Moro, Punta de los Gómeros, El Roque, Punta de la Corvina, Roque del Gaviotero, Cayado Nuevo, Punta de Candelaria y Playa de Mocán.

1.3.4.2.5. Zona 3

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	2-8	2-7	2-6
	1-6		

- Coordenadas

	X	Y
SE	209062.67	3178931.02
NO	206440.57	3184054.60

En esta zona la orientación de las curvas es SE-NO, con una batimetría que presenta dos zonas bien definidas, la correspondiente a la plataforma insular y la perteneciente al talud insular.

La plataforma insular presenta unas curvas no muy lobuladas –salvo excepciones debido a barrancos frente a la Playa de las Vinagreras- y las pendientes tampoco son muy fuertes. Este esquema se da principalmente en las correspondientes a los 20-45 m. En cuanto a la costa, comprobamos que de 0-25 m la situación es bien distinta, sobre todo en los primeros 15 m debido a la morfología de la misma (afloramientos rocosos, costa accidentada) y por alguna formación volcánica en la Baja del Hoyo, La Cofradía, Punta de Domingo Ramos, Cueva Bonita, y Punta de los Pájaros. Entre 50-75 m se aprecia un marcado cambio, puesto que las curvas comienzan a apretarse cada vez más, pero sin llegar al nivel del talud. Al norte de la zona el límite con el talud insular se encuentra en torno a los 100 m., e irá oscilando entre 95 m y 75 m, para terminar en los 70 m al final. El desnivel oscila entre 70 m en la parte central, hasta 80-85 m existentes al norte y al sur de la zona.

En el caso del talud insular, queda relegado a una franja cuyo límite viene definido en los 100 m en su extremo norte para acabar en los 70 m. al sur. El trazado de las curvas batimétricas es a grandes rasgos el mismo en toda la zona, si bien en algunos casos se dejan entrever diferentes barrancos rocosos o dorsales del mismo tipo, localizados principalmente entre La playa de las Vinagreras y El Risquito. También destacan algunos más frente a la Punta de Domingo Ramos y la Punta de los Pájaros. Los desniveles también son variados, destacando los cerca de 20 m existente en el tramo más estrecho del talud, frente a la Punta de los Pájaros, o los 120 m frente a Playa de Camariño, o los 230 m que se registran frente a La Cofradía.

1.3.4.3. Sector norte

1.3.4.3.1. Subsector Noroccidental

1.3.4.3.1.1. Zona 4

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	2-6	2-5	2-4
	1-6	1-5	1-4

- Coordenadas

	X	Y
S	206464.52	3183515.90
N	205889.81	3188388.09

Esta zona sigue la línea de las anteriores, con una distribución de las curvas en dirección N-S, con un trazado en líneas generales semejante al de zonas anteriores.

Siguiendo la línea de una costa accidentada, no muy sinuosa y con algunos afloramientos rocosos, destacaremos que hasta los 20 m las curvas tienen un trazado bastante más irregular, con variaciones de pendientes que se acentúan más al sur (Punta Gorda, Margaluvino, Punta del Aserradero), pero que hacia el norte no presenta apenas ningún obstáculo salvo en la mediación de la misma en donde la sinuosidad de las curvas se magnifica como consecuencia de la existencia de un conjunto de rocas aisladas (Baja de la Sal). A partir de la curva de 20 m hasta la curva de 55 m el trazado de las mismas es a grandes rasgos bastante homogéneo, y que sólo se ve interrumpido al comienzo por el perfil de una dorsal. Luego será al final de la zona donde dichas curvas se irán estrechando para conformar más perfiles de dorsales rocosas generadas a partir de coladas entre las curvas de 25 m y 50 m.

Finalmente, cabe destacar una serie de curvas comprendidas entre los 70 y los 95 m, donde su trazado y su pendiente nos muestran la proximidad de la zona de ruptura de plataforma insular y la aparición del talud, si bien es una zona aislada al sur, conformando casi un apéndice frente a la Punta Gorda. Su trazado es similar al de los taludes anteriores, con unas pendientes más pronunciadas y con una fisonomía que en determinados focos da lugar a dorsales y barrancos.

Los desniveles en la zona de plataforma insular quedan entre 55-90 m, mientras que los relativos al talud insular oscilan entre 150-260 m aproximadamente.

1.3.4.3.1.2. Zona 5

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	2-4	2-3	2-2
	1-4	1-3	

- Coordenadas

	X	Y
SO	205940.44	3187890.21
NE	209173.16	3191254.05

Esta zona presenta una orientación NE-SO. Al igual que otras antes citadas, en esta zona predomina únicamente la plataforma insular.

A nivel global, destacamos que las curvas se encuentran poco lobuladas y con pendiente poco pronunciada en la mayor parte de la zona, y que únicamente se invierte esta tendencia en aquellas zonas afectadas por coladas y las morfologías asociadas (dorsales, barrancos), localizadas al norte, zona centro y sur aproximadamente (Punta Gorda, Punta de Gutiérrez, Punta de Hiscaguán, Prois de Lomada Grande). Asimismo, la tendencia antes mencionada se manifiesta del mismo en la costa, en el intervalo 0-25 m con curvas más lobuladas y con mayor pendiente al estar más cercanas unas de otras. No obstante, entre 20-25 m sí se aprecia una mayor lejanía en las curvas.

Como ya hemos dicho anteriormente, la zona carece de talud insular, y los desniveles máximos llegan a los 85 m aproximadamente (frente a Punta de Gutiérrez), si bien en otras zonas se encuentran en 55 m (Punta Gorda).

1.3.4.3.1.3. Zona 6

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	4-1		
	3-2	3-1	3-1a
	2-3	2-2	2-1

- Coordenadas

	X	Y
SO	208682.27	3191481.50
NE	214656.82	3196030.48

La orientación de las curvas en esta zona es de SO-NE. Presenta muchas similitudes con la zona anterior en cuanto a que no existe presencia de talud insular.

En cuanto a las curvas, se alternan en su fisonomía los tramos poco o nada lobulados y con poca pendiente con otros mucho más lobulados y pendiente variada, localizadas sobre todo en aquellas zonas expuestas a las coladas y las morfologías resultantes –barrancos y dorsales- en las cercanías de la Punta y Prois de Santo Domingo, Punta de Aguechea, Punta Valiero y Punta del Mudo.

Respecto a la costa, las curvas entre 0-25 m se manifiestan tal y como se han explicado en otras zonas, es decir, más lobuladas y con pendiente más marcada, si bien en los tramos que no se corresponden con áreas de coladas o con afloramientos rocosos éstas son más suaves (Caleta de la Hoya, Callao de Bujarén, Callao de Portugueses). Los desniveles se encuentran en torno a los 55 m, alcanzándose en algunos puntos los 60 m (frente a la Punta de Puerto Viejo) y otros con 75-85 m (frente a Roques de La Sal).

1.3.4.3.2. Subsector Central

1.3.4.3.2.1. Zona 7

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	5-2	5-1	
	4-2	4-1	4-1a
	3-1	3-1a	

- Coordenadas

	X	Y
NO	213509.50	3196292.39
SE	222055.81	3193657.95

Las curvas se encuentran orientadas O-E. Es una zona con unas características semejantes a las zonas anteriores con la salvedad de que vuelven a aparecer determinadas áreas con ruptura de plataforma insular y el consiguiente talud, aunque no presenta continuidad al estar dividido en dos zonas de pequeña extensión cada una.

En cuanto a la plataforma insular, las curvas tienen una fisonomía semejante a las zonas anteriores, es decir, la mayor extensión se corresponde con las curvas menos lobuladas y con mayor amplitud de pendiente, como la Caleta de la Manga, Costa del Arrogante, Roques de Los Gallos y Costa de Franceses, mientras que las partes más lobuladas y las pendientes más acentuadas se localizan principalmente en las áreas próximas a la costa a lo largo de toda la zona, destacando en las proximidades de la Punta del Mudo, Punta de Rabisca, Punta de Juan Adalid, Punta Las Mantecas, Roque Magdalena y Prois de Don Pedro. Todas estas localizaciones también se encuentran afectadas por coladas y sus morfologías asociadas (escarpes, barrancos y dorsales), principalmente en la Caleta de la Manga, Costa del Arrogante y la Costa del Tablado. Los desniveles se sitúan en torno a 60 m en la parte central y 75 m en los límites de ruptura de plataforma insular.

Respecto al talud insular, destacar que queda relegado a dos zonas, frente a la Punta del Mudo y Juan Adalid, y hacia el sur la otra. Respecto a las curvas, éstas se encuentran muy juntas, acentuándose la pendiente, mientras que en líneas generales no se encuentran muy lobuladas, a excepción de aquellos lugares afectados por barrancos y dorsales, mucho más numerosos frente a la Costa del Tablado.

El límite de ruptura de plataforma insular con el talud se encuentra en torno a 80 m en la parte cercana a la Punta del Mudo, mientras que en la otra parte sucede en el tramo 70-95 m. Los desniveles oscilan entre 200 m en el primer caso, y 95 m en el otro.

1.3.4.3.2.2. Zona 8

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	7-2	7-1
	6-2	6-1
	5-2	5-1

- Coordenadas

	X	Y
O	221745.90	3193877.43
E	229906.18	3194631.21

La orientación de las curvas es de O-E. El conjunto perteneciente a la plataforma insular es el que más destaca, si bien existen pequeños reductos de talud insular en los extremos, una pequeña cadena frente al Prois de gallegos al O de la zona, y el otro más ancho, frente a la Punta del Corcho aproximadamente.

En cuanto a la plataforma insular, destacaremos a grandes rasgos que existe una alternancia de curvas más lobuladas con otras en menor medida, y con pendientes amplias en la mayor parte del territorio. Sin embargo, se incide en que las zonas donde las curvas se encuentran más lobuladas se dan en aquellos focos afectados por coladas al O, como en el Prois de Gallegos, zona centro -Punta Gaviota- y el área cercana a la Punta del Corcho, y en aquellas que se encuentran contiguas a la ruptura de plataforma, incidiendo en aquella limítrofe a la Punta del Corcho, entre 30-100 m.

En las zonas próximas a la costa, en el intervalo 0-25 m podemos contemplar una mayor proporción de curvas lobuladas en las proximidades de Prois de Gallegos, Punta Gaviota y Punta del Corcho. Sin embargo, es el tramo existente desde Punta Gaviota hasta Punta Cumplida aproximadamente, donde se concentran las curvas más lobuladas y las pendientes más pronunciadas (Los Camachos, La Lajita, Los pedregales).

Los desniveles del conjunto de la plataforma insular se encuentran en torno a 85 m, con máximas de 100 m en las zonas cercanas a la ruptura de plataforma.

En cuanto al talud insular, nos hemos referido a él en forma de pequeños reductos localizados en ambos extremos, siendo el más occidental una pequeña cadena muy estrecha, con no más de 20-25 m de desnivel, y el límite de la misma en torno a los 75 m.

Respecto al otro situado al E de la zona, frente a la Punta del Corcho-Punta Cumplida, si bien no es tan largo que el otro, sí tiene una mayor anchura y con porcentaje de curvas lobuladas. Los desniveles se sitúan entre 60-100 m y su límite queda definido en 100-105 m. aproximadamente.

1.3.4.3.3. Subsector Nororiental

1.3.4.3.3.1. Zona 9

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	8-4	8-3	8-2	
	7-4	7-3	7-2	7-1

- Coordenadas

	X	Y
NO	229044.12	3194104.49
SE	231799.39	3187510.44

Zona de orientación NO-SE, con predominancia de plataforma insular, si bien encontramos presencia de talud insular en forma de reducto al norte, frente a Punta Cumplida, y otro tramo encajado entre la zona central (sobre Punta Salvajes) y la Punta El Guincho.

Las curvas de la plataforma insular están más lobuladas (debido a coladas entre otras cosas) al norte que al sur, si bien las pendientes no son muy elevadas, sobre todo entre 20-50 m. Pese a todo, sirva destacar el estrechamiento existente en la zona centro frente a Punta Espíndola y Punta Gorda, en las proximidades de la ruptura de plataforma y el talud a partir de 50 m.

Entre 0-25 m, destacamos unas curvas muy lobuladas en general, debido en parte a lo accidentado de la costa, sobre todo en Punta Cumplida, Punta Salvajes, Punta Espíndola o Punta Gorda, incidiendo sobremanera hasta 15 m. A partir de 15-25 m, la pendiente se suaviza. El desnivel máximo en este conjunto puede estar en torno a 80-120 m en algunos puntos (Punta Cumplida, Punta Gorda).

Respecto al talud, hemos incidido anteriormente en la mayor cercanía de las curvas comprendidas en la plataforma insular en las áreas cercanas al mismo. El límite de una zona con otra difiere de un talud a otro, ya que el situado frente a Punta Cumplida se encuentra en los 125 m aproximadamente, mientras que en el otro oscila entre 60-100 m. El desnivel es variado, oscilando entre los 215 m como máximo en el primer conjunto, mientras que en el otro es de 160-260 m.

1.3.4.3.3.2. Zona 10

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	8-6	8-5	8-4
	8-6a		

- Coordenadas

	X	Y
NO	231512.04	3187654.09
SE	234074.27	3182722.05

Zona con curvas de orientación NO-SE. De nuevo es una zona con apenas presencia de talud insular, limitado únicamente a cuatro focos frente a la Punta de la Galga, Callado de Nogales, Cueva del Infierno y El Ancón.

En cuanto a la plataforma insular, observamos que las curvas no están muy lobuladas, salvo contadas excepciones como algunos tramos de costa entre la Punta del Bajo y Punta Salinas, o línea de barrancos y dorsales que se desarrolla a partir de los 50 m hasta la ruptura de plataforma frente a la Gaitera, o una pequeña zona aterrazada entre 50-100 m entre Roque de Puerto-trigo y Punta Salinas. Las pendientes son más suaves entre 15-35 m hasta Punta del Bajo, si bien desde este punto hasta el final de la zona están un poco más acentuadas pese a ser más uniformes entre 15-40 m.

En el tramo de costa entre 0-25 m, destacamos que las curvas más lobuladas y las pendientes más acentuadas se encuentran a partir de la Punta del Bajo, debido sobre todo a que la costa es más accidentada a partir de este punto con respecto al tramo de costa anterior. Los desniveles del conjunto oscilan en torno a 80-85 m, alcanzándose los 100 m en límites de ruptura de plataforma.

Respecto al talud insular, hemos dicho al principio que su presencia quedaba relegada de manera testimonial a cuatro focos, siendo el más importante el que se encuentra más al sur en extensión, frente a Punta Salinas. El foco existente frente a la Gaitera es el que presenta unas curvas más lobuladas por la presencia de barrancos y dorsales aunque en pendientes menos acentuadas que con respecto al foco más al sur, donde se invierte la tendencia. Los

desniveles varían según el foco, pero quedan más acentuados en el sur con unos 225 m aproximadamente. Los límites de ruptura de plataforma no varían apenas entre zonas, ya que se sitúan en torno a 90-100 m.

1.3.4.4. Sector oriental

1.3.4.4.1. Zona 11

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	8-6	8-6a
	8-7	8-7a
	8-8	

- Coordenadas

	X	Y
NE	235017.54	3183324.20
SO	232862.39	3178775.23

La orientación de las curvas es de NE-SO. A simple vista podemos comprobar que existe un reparto casi igualitario entre ambos conjuntos –plataforma y talud-, si bien se aprecia una mayor extensión del talud en toda la zona.

En cuanto a la plataforma insular, las curvas se encuentran más lobuladas en las áreas cercanas a la costa y al sur, como Puerto Paja, Punta Sancha y Punta Santa Lucía, debido a que en dichos tramos existe un mayor estrechamiento de la plataforma. En cuanto a las pendientes, destacamos que se acentúan más entre 0-15 m y desde 40 m hasta el límite de ruptura de plataforma. El intervalo que queda en medio, 15-40 m, se caracteriza por tener también unas curvas bastante lobuladas, pero sin embargo con menor pendiente, sobre todo al norte y al centro, frente a Puerto Paja y alrededores de Punta Santa Lucía.

En la zona costera, en 0-25 m, podemos destacar un mayor nivel de curvas lobuladas y de pendiente entre 0-15 m si bien las restantes hasta 25 m se caracterizan por ser unas curvas menos lobuladas y con una pendiente más suave. Los desniveles en la zona de plataforma insular se sitúan en torno a 50-75 m.

Respecto al conjunto del talud insular, hemos dicho que posee una mayor extensión, llegando a localizarse el límite de ruptura de la plataforma entre 75 m al comienzo de la zona, 50-55 m en el centro, y 75-80 m al final. No se aprecian muchas diferencias a nivel global en las curvas que conforman el talud, a excepción de pequeñas áreas donde las curvas quedan más lobuladas como consecuencia de la existencia de barrancos y dorsales. La pendiente se acentúa de modo importante, si bien no presentan muchas divergencias. Los desniveles se sitúan en torno a 300 m.

1.3.4.4.2. Zona 12

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-37	8-8	7-8
35-38	8-1	7-1

- Coordenadas

	X	Y
NE	232778.58	3179529.40
SO	230012.80	3175626.86

Al igual que la zona anterior, la orientación es NE-SO. Si bien anteriormente incidíamos en la predominancia del talud insular con respecto a la plataforma insular, en este caso y al igual que en otras zonas, es la plataforma la que se impone, ya que el talud tiene menos trascendencia, incluso llega a partirse en dos en La Palmita, cerca de la Punta Santa Catalina.

Las curvas de la plataforma insular se encuentran poco lobuladas en general, salvo en el intervalo 40-60 m. Las pendientes también presentan una cierta alternancia, ya que entre 0-10 m éstas se encuentran más próximas, mientras que entre 15-25 m será donde se produzcan los mayores espacios, como los existentes frente a Punta Cardones, Caleta de la Sancha, Ensenada del Palo o la Punta de Santa Catalina, para posteriormente volver a cerrarse hasta llegar al límite de la plataforma insular.

En el sector costero podemos comprobar que el tramo que afecta a dicho espacio no es muy accidentado. Las curvas apenas están lobuladas, incluso algunos tramos se mantienen

rectos (Costa de Miranda, Ensenada del Palo). En cuanto a las pendientes, ya hemos dicho antes que entre 0-10 m no están muy acentuadas pese a estar cercanas las curvas, mientras que entre 10-25 m se registran las mayores amplitudes, debido sobre todo a la influencia de las coladas existentes en el mismo. El desnivel medio en el conjunto se sitúa en torno a 80-120 m aproximadamente.

Respecto al talud, destacamos que tiene su límite de ruptura con la plataforma cerca de los 100 m. al norte, para posteriormente ir replegándose a los 80 m. en la zona centro, volviendo de nuevo a los 100-120 m. en el tramo final para terminar acabando en 90 m. aproximadamente en las Punta Santa Catalina. No predominan las curvas demasiado lobuladas, a excepción de determinados puntos por la existencia de barrancos o dorsales, y la pendiente es variable, ya que las curvas situadas frente a la Punta Santa Catalina conservan una forma y una pendiente muy semejante al tramo de 25-100 m. de la plataforma insular. Los desniveles se muestran oscilantes, en torno a 200-275 m. en unos puntos como la Caleta de la Sancha y 150 m. en otros como en la Punta de Santa Catalina.

1.3.4.4.3. Zona 13

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	8-4	8-3	8-2	8-1
	7-3	7-2	7-1	

- Coordenadas

	X	Y
NO	230009.91	3176215.09
SE	231542.46	3168757.17

Orientación de las curvas N-S. En esta zona podemos comprobar como la plataforma insular –a excepción del área existente entre el puerto de Santa Cruz de La Palma hasta la Punta San Carlos- queda limitada a un estrecho pasillo desde la Punta San Carlos hasta el sur de la zona. Así pues, a excepción del interior del puerto y el tramo existente de costa hasta la Punta de los Guinchos, el resto queda encajado entre la costa y la curva de 35 m.

aproximadamente, salvo en la Punta Las Salinas donde la estrechez se acentúa un poco más, llegando a 25 m. Tras esto, el límite de la plataforma insular quedaría definido en la curva de 75 m, para después volver a reducirse frente al aeropuerto y en la Caleta del Río en torno a la curva de 40 m tras lo cual retorna de nuevo a los 15-25 m al final de la zona, en las inmediaciones de la Punta Ganado y Punta de las Lajas.

Las curvas se encuentran más lobuladas en las cercanías de la costa debido a lo accidentada que se encuentra, predominando sobre todo en varios tramos, como el de Punta de Los Guinchos-Punta de la Arena, u otro como el de la Punta Malpaís-Punta de las Lajas. Igualmente, también destacamos otro espacio, más abierto, como el englobado entre la Punta de la Arena, el entorno del aeropuerto y Punta Ganado. Por el contrario, es en el ámbito del puerto hasta la Punta de los Guinchos donde se encuentran las curvas menos lobuladas al ser un área más amplia por lo replegado que se encuentra el talud en este punto. Pese a todo, se distingue una zona con las curvas más suaves en la costa y que se corresponden con la Playa de Bajamar y el tramo entre la Punta de San Carlos hasta la Punta de los Guinchos. A partir de la curva de 30 m, éstas se van ondulando progresivamente conforme se acercan al límite de ruptura de plataforma, donde se ven afectadas por morfologías de dorsales y barrancos.

En la zona de costa, entre 0-25 m destacamos unas curvas bien lobuladas al estar ésta muy accidentada, a excepción de las cercanías del puerto, junto a los espigones artificiales, donde se encuentran más suavizadas, tal y como se ha dicho en la descripción inicial.

En cuanto a las pendientes, éstas son más fuertes en las áreas donde la plataforma queda más estrecha, sobre todo en la Punta San Carlos y en aquellas curvas más próximas al límite de ruptura de plataforma, además de los diques del puerto de La Palma y del Aeropuerto, donde se observan más pronunciadas. En los alrededores del puerto es donde se aprecian las pendientes más suaves entre en las curvas de 0-15 m. Los desniveles son variados dependiendo del lugar, ya que en los tramos más estrechos se alcanzan los 20-25 m (Punta de la Arena, Punta Ganado), mientras que en tramos medios se llegan a los 40-70 m (Caleta de la Ballena, Punta de la Vía), y en aquellos más amplios se alcanzan los 95-100 m (Punta de San Carlos).

Respecto al talud insular, se ha incidido anteriormente en que alcanza gran extensión, con lo que ello supone para con la plataforma insular, pese a que al norte de la zona se reduce su

presencia a la curva de 100 m. Por lo demás, la distribución es semejante en todo el área, a excepción de algunos barrancos y dorsales, en donde se tiende a ser la pendiente más pronunciada (Punta San Carlos, Caleta del Río), y en varios focos aislados en donde se observa una pequeña diferenciación en la fisonomía del talud, como es el caso del conjunto de dorsales y barrancos en las proximidades del aeropuerto, o el área de forma circular en el que queda inscrito un edificio volcánico, entre la Punta Ganado y la Punta de las Lajas.

1.3.4.4.4. Zona 14

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	8-7	8-6	8-5	8-4
	7-7	7-6		

- Coordenadas

	X	Y
NE	231494.57	3168805.06
SO	230134.73	3163021.14

Presenta unas curvas con orientación NE-SO. Esta zona presenta muchas similitudes con respecto a la anterior, ya que el conjunto de plataforma insular está sometido a un estrechamiento desde el comienzo de la misma hasta la Punta del Andén -curva de 25 m.- para posteriormente ensancharse hasta 50 m y de nuevo apretarse en la Punta del Moro, tras el cual se expandirá hasta alcanzar la máxima amplitud en la Punta Baja de San Simón. A nivel global, las curvas están muy lobuladas, en parte debido a lo accidentada que se encuentra la costa en toda la extensión, aunque es en la pendiente donde se observan las mayores diferencias. No obstante, pese a existir el citado estrechamiento no se aprecia mucha acentuación de la misma en general salvo algún foco aislado, como es el caso de las proximidades de la Punta del Moro. Pese a estas mínimas excepciones, el resto manifiesta una mayor simplicidad, lo que puede ser debido a la acción de las coladas que salpican todo el conjunto, y que se muestran con mayor incidencia entre 0-15 m en puntos como la Playa del Hoyo, Playa del Pozo, Punta la Cangrejera, Playa del Burro, Punta Baja de San Simón o la Punta el Lajío.

Los desniveles en todo el conjunto de la plataforma insular son varios, oscilando entre 20-25 m en las zonas más estrechas como en la Punta Cumplida o la Punta del Moro, mientras que en las más amplias éstos llegan a los 50 m frente a la Punta de San Simón, por ejemplo.

Respecto al talud insular, presenta una mayor extensión en todo el área, con límite de ruptura de plataforma insular en 25 m (Punta Cumplida, Punta del Andén), a excepción de la parte final, donde se reduce su presencia, llegando a sobrepasar los 50-75 m en su punto más al sur (Punta el Lajío). Presenta una cierta uniformidad en todo el conjunto en cuanto al nivel de ondulación de las curvas y su pendiente, a excepción de varios puntos bien definidos y localizados principalmente al norte y en el centro, en el entorno de Punta del Andén-Punta del Moro. Así pues, al norte encontramos un pequeño reducto con fuertes pendientes frente al Varadero la Sabina, modelado por la existencia de barrancos y dorsales, mientras que en la zona centro-sur encontramos un espacio modelado por barrancos y dorsales además de un edificio volcánico situado a su lado, en los alrededores de la Punta del Andén. Por último, destacamos en las postrimerías de la Punta del Moro más curvas descritas por barrancos y dorsales.

Los desniveles son también variados, destacando en algunos puntos los 120 m (frente a la Playa del Burro) y tramos con 330-340 m (frente a la Playa del Hoyo o la Punta del Moro).

1.3.4.5. Sector sur

1.3.4.5.1. Zona 15

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-38	8-7	
	7-8	7-7

- Coordenadas

	X	Y
NE	230206.57	3163116.91
SO	227045.68	3159202.40

Zona con curvas de orientación NE-SO. Posee los dos ámbitos definidos previamente, la plataforma insular y el talud insular.

En el caso de la plataforma insular, podemos destacar en ella dos marcos bien diferenciados. Así pues, en el tramo costero y de 0-25 m encontramos las curvas poco lobuladas, sobre todo al sur y en el intervalo 0-20 m, como en la Bahía de los Roques o la Bahía de la Galera. Tras la curva de 25 m la situación se invierte, debido sobre todo a varios cambios de pendiente que se disponen a partir de la curva de 25-30 m frente a la Punta del Azufre, Playa del Azufre-Roques de Narres, Bahía de los Roques y de la Galera hasta la Punta del Tigelate. Dicho cambio se extiende hasta la curva de 125 m, generándose una superficie aterrazada que sirve de tránsito entre la ruptura de plataforma y la aparición del talud insular.

En este tránsito hay un área localizado frente a la Punta de la Barqueta donde las curvas se encuentran más lobuladas y con una pendiente que sirve de transición por un lado con la correspondiente al margen 0-25 m y con la perteneciente al talud por otro. En dicha área destacan las curvas moldeadas por morfologías de barrancos y dorsales. Asimismo, esta modificación en las curvas y en la pendiente se observa del mismo modo en las postrimerías de Roques Niares, y con las mismas manifestaciones que en el caso anterior.

En cuanto a las pendientes, son más suaves entre 15-25 m en la mayor parte de la zona, sobre todo en los tramos con cambios de pendientes. En el resto de la zona de plataforma, la pendiente queda más acentuada que en la existente en el intervalo anterior, pero menos que en la registrada en el talud.

Por último, los desniveles oscilan en torno a los 75 m en la Roca del Pescador, para después situarse en los 125 m a partir de este punto hasta el final de la zona.

Respecto al talud, éste se muestra como un conjunto uniforme, a excepción de algunos puntos con curvas más próximas debido principalmente a la existencia de cambios de pendiente y morfologías tales como escarpes, dorsales o barrancos. Ello tiene mayor representación al sur, a excepción de algún reducto en la zona central asociado a los procesos ya mencionados en la plataforma insular generados frente a la Punta de la Barqueta. Respecto a los desniveles, éstos se encuentran en torno a 100-270 m.

1.3.4.5.2. Zona 16

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-39	7-2	7-1
	6-2	6-1
35-38	7-8	

- Coordenadas

	X	Y
NE	227416.85	3159250.28
SO	224519.37	3154545.68

Posee unas curvas con orientación NE-SO. Desde el norte, en las zonas colindantes de la Punta del Tigalate hasta la Baja del Agua se contemplan las mayores extensiones correspondientes a dicho conjunto, alcanzándose su máximo desarrollo en las postrimerías de la Punta Martín y la Playa de los Roquitos, donde el límite de la plataforma llega a los 120 m aproximadamente.

En todo este complejo se manifiestan unas curvas con un nivel de ondulación distinto, dependiendo del intervalo o si acaso, de la mayor o menor proximidad a la costa. Así pues, son las curvas comprendidas en el intervalo de 0-25 m las que presentan mayor simplicidad al encontrarse estas menos lobuladas y con la pendiente más suave. Dicha simplicidad se debe sobre todo a la acción de las coladas existentes, y que alcanzan su punto más álgido frente a la Playa de los Roquitos, como se ha dicho anteriormente.

Tras la curva de 25 m el paisaje se transforma, mostrando unas curvas más lobuladas y una pendiente que se incrementa. Tal punto se recalca en determinados focos con la existencia de escarpes, barrancos y dorsales que salpican este trozo de zona, pero estos últimos no con la misma intensidad que los primeros.

Una vez descrita la mitad de la plataforma insular con una mayor extensión global, procederemos con la otra parte que dicho sea de paso, es diametralmente opuesta a la anterior. Así, si en las proximidades de la Punta Martín la plataforma llegaba a la curva de 120 m aproximadamente, en este caso queda relegada a una ínfima expresión,

conformándose un trazado en forma de “embudo”, con límite en los 25 m, y que se extiende hacia el sur desde la Baja del Agua hasta las inmediaciones del lugar conocido como El Puertito.

El tramo más estrecho –el embudo- presenta unas curvas poco o nada lobuladas, y con una pendiente no tan pronunciada como podría esperarse. A excepción de un cambio de pendiente aislado y la acción de una colada al comienzo de dicho espacio, el resto destaca por la más absoluta simplicidad. Sin embargo, al llegar al Puertito el panorama cambia radicalmente al manifestarse un paisaje más acorde con el existente al norte antes de llegar al embudo. Así, la acción de las coladas presentes ha generado una topografía de curvas poco lobuladas entre 0-20 m, y con pendiente suave en el centro. Por el contrario, en la parte sur limítrofe con la zona siguiente se contempla un foco donde las curvas quedan lobuladas a un mayor nivel y la pendiente queda más acentuada hasta dejar el límite en los 90 m, mientras que al norte destaca una parte donde se condensan a partes iguales curvas propias de coladas con pendientes más fuertes frente a la Punta del Proís.

Los desniveles son también variados como consecuencia de la irregularidad que presenta la plataforma insular en su extensión, destacando los cerca de 100-120 m que se alcanzan al norte, con los 20 m que se encuentran en el tramo descrito aquí como el embudo, o los 30-40 m que se registran al final del conjunto.

El talud insular –al igual que la plataforma- manifiesta una cierta irregularidad en su disposición espacial, puesto que desde el comienzo de la Zona hasta la mediación de la misma presenta una cierta equiparación. Sin embargo, a partir de dicho centro hasta el fin el predominio es casi absoluto.

La descripción del talud es la ya habitual en este espacio –curvas lobuladas, fuerte pendiente- acentuándose en este caso en puntos afectados por escarpes de destacada extensión (norte frente a la Punta Tigalate, sur frente al Puertito), en los ya clásicos barrancos y dorsales y en los edificios volcánicos que otorgan una mayor variedad al conjunto, al final de la Zona.

Los desniveles también son desiguales, consecuencia lógica de la irregularidad territorial ya expuesta anteriormente. Así pues, éstos pueden oscilar entre 200-275 m en el tramo norte-centro hasta los 340 m al sur.

1.3.4.5.3. Zona 17

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-39	6-5	6-4	6-3	6-2
	5-5	5-4		

- Coordenadas

	X	Y
NE	224746.86	3154629.48
SO	221777.54	3149565.76

Las curvas tienen una orientación NE-SO. En esta zona destacamos la presencia mínima de la plataforma insular, que queda limitada a un estrechísimo corredor. En líneas generales, las curvas se encuentran lobuladas, en parte favorecidas por la existencia de una costa muy accidentada. Sin embargo, se puede apreciar una mayor suavidad en ellas en ambos extremos, es decir, al norte y al sur de la zona, en las proximidades de El Espigón y la Punta de Los Lázaros por un lado, y la Punta de Fuencaliente por otro. Del mismo modo, también podemos apreciar algunas variaciones en tramos particulares donde se observan varios cambios de pendiente, en la Punta de Los Lázaros y en las proximidades del lugar conocido como Las Cabras.

Respecto a la pendiente, se puede decir que son más suaves conforme más se acercan a las coladas, pero a grandes rasgos ésta es moderada ya que las curvas se encuentran bastante cercanas en la mayor parte del espacio.

El talud insular manifiesta su dominio en la zona, con un límite en los 100 m al principio para llegar a 20-40 m por el centro de la misma, alcanzando 15 m cerca de La Caleta Alta. Las curvas se encuentran bien lobuladas en las áreas con presencia de escarpes, barrancos y dorsales, frente a la Punta de Malpaís o La Caleta Alta por ejemplo. Por último, los desniveles máximos se encuentran en torno a 350 m. aproximadamente en los lugares antes citados.

1.3.4.5.4. Zona 18

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-39	5-4	5-3
-------	-----	-----

- Coordenadas

	X	Y
SE	221298.62	3150319.93
NO	218173.65	3153480.27

Zona con curvas de dirección SE-NO. En este caso, de nuevo la plataforma queda relegada a un estrecho margen, aunque sin llegar a lo expuesto en la zona anterior. Así pues, podemos observar que en el extremo sur de la zona, en los alrededores de la Punta de Fuencaliente es donde encontramos una mayor expansión de la plataforma. Las curvas quedan lobuladas en general en todo el territorio, destacando si cabe un poco más aquellos puntos localizados al norte y al sur del área, en las cercanías de la Punta de Las Suelas y Punta de Malpique respectivamente. En el caso de las pendientes, se alternan áreas donde ésta queda más acentuada, destacando aquellas zonas próximas al límite de rotura de pendiente, así como las costeras en Punta Suelos, Caleta del Ancón, Caleta de Fuencaliente y Malpique, con aquellas donde alcanza mayor suavidad, y que generalmente se corresponden con las coladas (0-20 m) y/o terrazas litorales. Sirvan como ejemplos de ello la mayor amplitud de las pendientes en la Punta y Caleta de Fuencaliente, Caleta del Ancón o en otras caletas de la zona centro. Asimismo, en determinados puntos localizados en las proximidades de la Caleta de Fuencaliente y Caleta del Ancón se aprecia un cambio de pendiente –en ésta última asociada a una colada-. Tampoco debemos olvidar como parte influyente en la fisonomía del conjunto los varios edificios volcánicos repartidos en la Caleta del Ancón y en la Punta Gruesa.

Al igual que en la zona anterior, el límite de ruptura de plataforma queda en torno a la curva de 25-30 m, si bien en la Caleta de Fuencaliente –y debido al cambio de pendiente existente ya mencionado antes- dicho límite queda relegado a los 50-55 m aproximadamente.

Los desniveles se encuentran en torno a 25-30 m, aunque en determinados puntos se llegan a alcanzar cerca de 55 m.

Con respecto al talud, ya hemos dicho previamente que posee una mayor extensión global en la zona, puesto que a excepción de un reducto donde el límite se encuentra entre 50-55 m, en el resto del territorio queda configurado en torno a 25-30 m. Respecto a las curvas, las más lobuladas son las que más se encuentran afectadas por determinados escarpes, barrancos y dorsales. Tales áreas destacan en torno a la Caleta de Fuencaliente, del Ancón, y entre ésta y la Punta Gruesa. En cuanto a los desniveles, se encuentran en torno a 300 m, con puntales de 345 m aproximadamente.

1.3.4.5.5. Zona 19

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-39	5-3	5-2	5-1
	4-2	4-1	

Coordenadas

	X	Y
S	218437.06	3153264.79
N	217646.84	3158855.24

La orientación de las curvas es casi S-N. Presenta también una predominancia del talud insular, relegando a la plataforma insular a un pasillo que si bien comienza estrechándose al sur, consigue expandirse en las proximidades de Las Suelas hasta la Punta del Hombre donde se alcancen las mayores amplitudes sobre todo al llegar al área del Roque Las Galeras.

La costa se encuentra muy accidentada, lo que favorece que las curvas se encuentren muy lobuladas, sobre todo las más cercanas en el intervalo de 0-10 m desde el sur hasta la zona centro. Se observa una amplia variedad, ya que si como hemos dicho éstas se encuentran muy lobuladas en general, destacan más en el tramo existente entre Punta Gruesa y Punta del Hombre. No obstante, también merece la misma consideración el tramo Punta del Hombre-Roque Las Galeras, pese a que en este caso la costa no se encuentra al mismo nivel de desgaste que el otro tramo ya mencionado. Asimismo, destacaremos la acentuación de las curvas en el tramo situado más al norte, donde ejercen la influencia de barrancos y dorsales, frente a Punta Banco.

La pendiente también es variable, y lógicamente asociada a las características de la zona. Así pues, destacamos que a nivel global las más suaves se concentran en torno al intervalo 0-25 m, si bien en este hay que matizar atendiendo al lugar al cual nos referimos: si hablamos del tramo entre el inicio de la zona hasta la Punta Resbaladera, observaremos que se agudizan entre 0-10 m para posteriormente suavizarse hasta los 25 m. Entre la Punta Resbaladera-Punta del Hombre-Roque Las Galeras encontramos una mayor acentuación entre 0-10 m y en algunos puntos entre 0-15 m, mientras que será entre El Roque Las Galeras-Punta Banco donde discurra de un modo menos brusco, debido sobre todo a la acción de la colada que hace presencia en ese punto. Entre 10-25 m el conjunto es generalmente más suave, debido en parte a la acción de las diversas coladas que se distribuyen por la zona.

Respecto al desnivel, éste oscila dependiendo del límite de ruptura en un punto y otro. De este modo, si en la mayor parte de la zona se encuentra en torno a 25-30 m, en otros puntos se manifiesta en los 110 m motivado principalmente por un cambio en la colada (proximidades de Punta Banco).

En cuanto al talud, ya dijimos al principio que esta zona predominaba sobre la plataforma insular, limitándola a un pasillo que se estrecha por su zona centro mientras que en determinados puntos alcanza una mayor expansión, culminándose ésta al norte de la zona.

A nivel global, el talud presenta una cierta uniformidad en sus curvas y pendientes, a excepción de aquellos puntos que se encuentran afectados por escarpes, barrancos o dorsales. Del mismo modo, entre dicha uniformidad y además de las excepciones antes mencionadas, destacamos la existencia de un pequeño tramo con un cambio de pendiente situado frente a la Punta de la Zamora. Dicho cambio de pendiente, situado entre 25-100 m, queda conformado por la acción de una colada, con lo que las curvas quedan menos lobuladas que el resto.

Por último, ya se ha dicho anteriormente en la descripción de la plataforma que los límites quedan definidos en su mayor extensión en los 25-30 m, mientras que éste se va hacia los 110 m al norte, en el Roque Las Galeras. El desnivel se encuentra en torno a los 325 m en la mayor parte del espacio, a excepción del foco antes mencionado, donde queda reducido a unos 260 m aproximadamente.

1.3.4.5.6. Zona 20

Correspondencia con:

- Hojas 1:5000

35-39	5-1	
	4-1	
35-38	4-8	4-7
	5-8	

- Coordenadas

	X	Y
SE	217930.40	3158841.70
NO	216302.07	3163318.85

Las curvas en están orientadas en dirección S-NO. En este caso existe un mayor desarrollo de la plataforma insular frente al talud. A grandes rasgos, la porción de costa de la Zona no se encuentra muy accidentada, lo que favorece que las curvas no se encuentren muy lobuladas, aunque se pueden distinguir tres zonas bien definidas en base a este punto y a la pendiente a los que posteriormente nos referiremos.

Efectivamente, la zona de costa presenta unas curvas poco lobuladas a nivel general, sobre todo en el intervalo de curvas de 0-25 m La pendiente varía según el lugar, si bien entre 0-10 m. ésta se acentúa, entre 10-15 m se hace más suave -debido en parte a la acción de las coladas-.

Como ya hemos dicho anteriormente, se pueden distinguir tres zonas bien definidas: una en la zona sur, en Punta Banco, otra en la parte centro entre las proximidades de Roque y Punta Guincho-Baja Lance-La Lajita del Remo, y la última al norte de la misma, antes de la Punta de los Boguyos. Así pues, el conjunto sur destaca por su similitud para con el conjunto localizado más al norte, sobre todo en cuanto a la ondulación de las curvas. Esto se debe sobre todo a que en ambos lugares existe una importante actividad morfológica, que ha influido notablemente en la fisonomía general. Asimismo, la actividad volcánica pasada ha ejercido notable influencia, sobre todo por la acción de las coladas. De este modo, se alternan partes con curvas más lobuladas pero con menor pendiente asociadas a

escarpes o dorsales/barrancos, con otras donde las curvas se encuentran también muy lobuladas y las pendientes más acentuadas. Del mismo modo, también encontramos en las cercanías con la zona centro las curvas muy poco lobuladas y distantes entre sí en donde se aprecia notablemente la influencia de las coladas.

En la parte central, entre Roque y Punta de los Guinchos y la Lajita del Remo encontramos un conjunto más homogéneo en su fisonomía, que torna más compleja al acercarse más a los extremos. A grandes rasgos, es en esta parte de la Zona donde destacan las curvas menos lobuladas y las pendientes más suaves, principalmente por la acción de una importante colada que se manifiesta frente a Roque de los Guinchos. No obstante, la complejidad aumenta al acercarse al talud en ambos aspectos (curvas y pendiente), influidos en parte por la presencia de focos con morfologías definidas –barrancos y dorsales–, que asemejan más dicho paisaje al de los otros conjuntos.

Finalmente, el último conjunto bien vendría a ser una mezcla entre los dos anteriormente citados. Así pues, si ya hemos dicho que hereda parte de la fisonomía del conjunto más al sur en su parte más limítrofe con la Zona 21, es la otra mitad la que queda influenciada por la gran colada que describía el paisaje en la parte central. De este modo, y a excepción de un pequeño reducto modelado por la acción conjunta de las coladas y de un edificio volcánico, destacamos que las curvas están menos lobuladas y las pendientes más suaves en el área frente a la Punta del Cabestro. Seguidamente, y antes de llegar a la Punta de los Boguyos, nos encontramos con el paisaje ya descrito en la zona más al sur, es decir, curvas muy lobuladas y moldeadas por acción de las coladas, escarpes, barrancos, dorsales de rigor y con pendientes variables, menos acentuadas al contacto con la costa y más conforme nos vamos acercando progresivamente al límite de ruptura de la plataforma insular.

Los desniveles son variables, pero siempre oscilando entre 110-125 m, ya que el límite de ruptura está bien definido en este ámbito y no presenta contrastes muy marcados, como bien se pudo comprobar en la Zona anterior.

Respecto al talud, ya se incidió al principio del comentario en que estaba bastante limitado debido a la mayor extensión de la plataforma insular. En líneas generales, poco se puede decir de él a diferenciación de otros, puesto que presenta una mediana uniformidad en todo su conjunto, a excepción del tramo central principalmente, que se encuentra más

accidentado que los extremos, sobre todo por la acción de la colada descrita en el tramo central de la plataforma insular (Roque y Punta de los Guinchos), varios focos aislados donde la pendiente se acentúa de manera drástica debido a los escarpes que lo definen, y los otros puntos a destacar por la acción de las dorsales o los barrancos que les afectan. Los desniveles oscilan entre 170-200 m, y en algunos puntos aislados sobre 60-90 m aproximadamente.

1.4. Estudio batimétrico

En el presente capítulo se expone la metodología, material y métodos utilizados para la realización de un soporte topográfico submarino detallado del litoral y de la plataforma insular de la isla de La Palma.

Los trabajos de toma de datos y la síntesis de los resultados se han llevado en tres etapas sucesivas:

- Planificación de las campañas.
- Toma de datos en la mar.
- Actividades de gabinete.

1.4.1. Planificación de la campaña

Antes de comenzar las campañas batimétricas, en gabinete, se estableció un plan de trabajo, que incluía una agenda previa tentativa. Esta agenda contemplaba las siguientes tareas:

- Selección de los equipos necesarios y puesta a punto de los mismos para la toma de sondas (Sonda Multihaz y Sonda Monohaz).
- Recopilación de información existente y digitalización previa de las cartas batimétricas disponibles.
- Distribución de zonas para realizar los levantamientos.
- Establecimiento de un plan de navegación estratégico según las condiciones meteorológicas y estado de los fondos.
- Preparación de las líneas planificadas para ser recorridas por la embarcación.
- Establecimiento de un plan de posicionamiento horizontal.

- Establecimiento de un plan para posicionamiento vertical (altimetría).
- Calendario previo de movilización y comienzo de los trabajos.

1.4.1.1. Fases y calendario de los trabajos

Para la realización de los trabajos de batimetría y de morfología, se dividió el área de trabajo en 22 Zonas. Las Zonas establecidas se han diseñado tomando en consideración el desarrollo de las líneas de aire y la geometría de la costa, optimizando la longitud de las líneas planificadas de prospección y observando el criterio de minimizar las partes sin cobertura.

Las operaciones en el mar fueron desarrolladas en dos etapas: una del 25 de agosto al 28 de noviembre del año 2003. Durante este período fueron registrados aproximadamente 1300 km de perfiles con sonda Multihaz y Sonar de Barrido Lateral.

En función de los datos obtenidos en la primera fase, se planificó otra segunda fase del 15 de diciembre al 9 del marzo durante del año 2004, en cuyo transcurso fueron registrados aproximadamente 2500 km de sonda Monohaz y RoxAnn para completar las zonas de poco calado y las zonas con profundidades superiores a los 350 metros.

1.4.1.2. Trabajos previos

Los trabajos previos a la toma de datos han incluido las siguientes tareas:

- Movilización de equipos oceanográficos a la zona de estudio: Cádiz – Santa Cruz de la Palma (La Palma).
- Movilización de la embarcación a la zona de estudio: Málaga – Puerto de Tazacorte (La Palma).
- Movilización del personal técnico a la zona de estudio: Málaga – El Paso (La Palma)
- Instalación de los equipos en la embarcación de trabajo.
- Pruebas y calibraciones de los equipos.
- Instalación de un Mareógrafo autónomo Aanderaa WLR-7 en la zona oeste de la Isla (Puerto de Tazacorte) para la corrección de nivel del mar en las medidas batimétricas. Más tarde, cuando los trabajos se desarrollaban en la vertiente este de la isla, el mareógrafo era trasladado al puerto de Santa Cruz de La Palma.

1.4.1.3. Definición de Zonas

La zona para la realización del estudio batimétrico comprendió todo el ámbito del contorno de la plataforma insular de la Isla de La Palma hasta la batimétrica de -50 m. El área de trabajo se estableció de acuerdo a las condiciones expresadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas, como la franja que comprende el espacio comprendido desde la cota 0 hasta 1 kilómetro aguas afuera. Este área se incrementa hasta la isóbata de -50 metros en los lugares donde en el límite del kilómetro no se alcanza esta profundidad.

Para la realización de los trabajos de batimetría y de morfología, se dividió el área de trabajo en 22 Zonas. La Zonas establecidas se han diseñado tomando en consideración el desarrollo de las líneas de aire y la geometría de la costa, optimizando la longitud de las líneas planificadas de prospección y observando el criterio de minimizar las partes sin cobertura (Figura 2).

1.4.1.4. Definición de líneas planificadas

El área cubierta por las zonas planteadas y el porcentaje del total de superficie que suponen cada una se resume en la Tabla 1.

Se plantearon líneas paralelas al eje principal de cada zona propuesta. (Figura 3) Las líneas se recorren con la ayuda de un sistema de navegación que va indicando al barco el rumbo a seguir.

La separación entre estas líneas no es uniforme, sino que se va adaptando a medida que va disminuyendo la profundidad, para en la medida de lo posible, conservar un porcentaje de solape adecuado a la tecnología utilizada y sea constante en toda la zona.

Posteriormente a la finalización de cada zona, se realiza un preprocesado rápido de los datos tomados y se diseñan nuevas líneas para cubrir las áreas de la zona no cubiertas. Los huecos, cuya ubicación hace imposible su relleno, serán prospectados con embarcación de poco calado y sonda Monohaz.

Zona	Superficie (km ²)	% del Total
0	5.64	3.12
1	7.16	3.97
2	6.35	3.52
3	8.08	4.48
4N	3.95	2.19

4S	4.13	2.29
5	7.78	4.31
6	12.61	6.98
7	18.32	10.15
8	13.67	7.57
9	9.59	5.31
10	7.92	4.39
11	5.61	3.11
12	6.94	3.84
13	10.96	6.07
14	7.8	4.32
15	5.96	3.30
16	6.25	3.46
17	7.72	4.28
18	5.53	3.06
19	6.82	3.78
20	6.78	3.76
21	4.97	2.75

Tabla 1.- Área cubierta por las zonas planteadas

1.4.1.5. Datum Planimétrico - Parámetros geodésicos

El posicionamiento y sistema de navegación utilizado para la localización de los trabajos fue un sistema GPS Diferencial. Las posiciones brutas fueron generadas en latitud y longitud de acuerdo al estándar NMEA-183 (GLL y GGA).

El datum utilizado para los trabajos de batimetría y morfología fue el correspondiente a WGS84 y las coordenadas fueron proyectadas en UTM (Universal Transversa Mercator) utilizando el Huso 28.

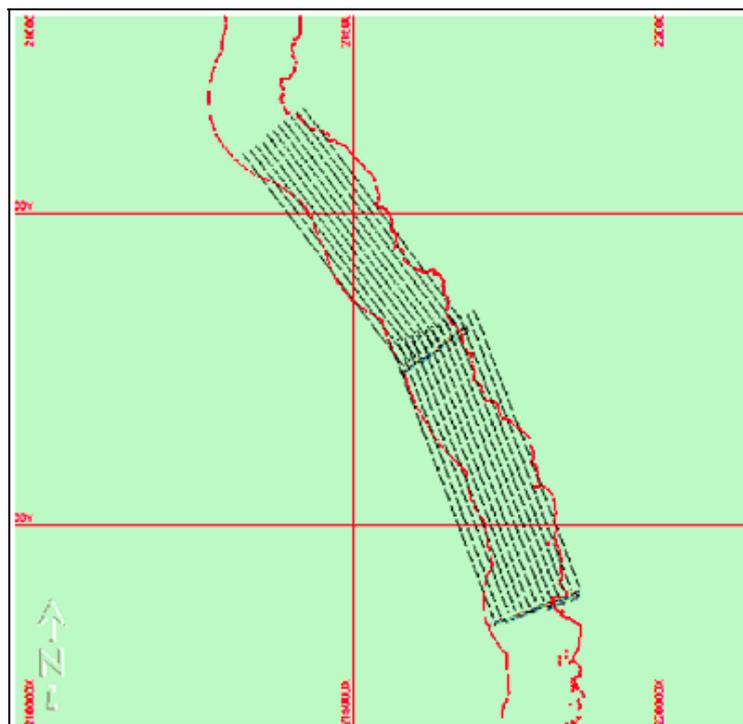


Figura 3 . Esquema de la distribución de las líneas planificadas

1.4.1.6. Datum Altimétrico-Nivel de referencia

El nivel de referencia para la representación de los datos está referido a la Bajamar Máxima Viva Equinoccial (B.M.V.E.) registrada en el Puerto de Santa Cruz de la Palma. Las cotas referidas al N.M.M. (IGN) se sitúan 1,40 m metros por encima del cero hidrográfico (Figura 4).

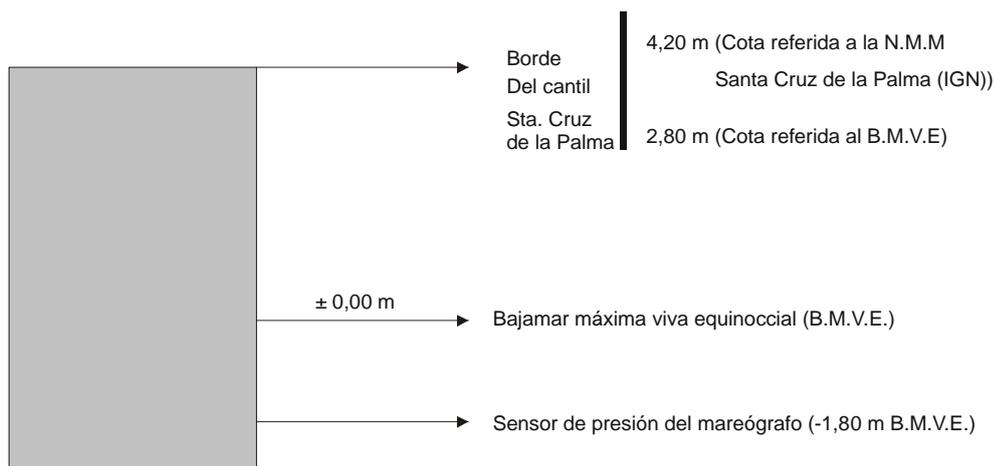


Figura 4 . Esquema de situación del cero hidrográfico (de referencia)

En el apartado correspondiente de esta memoria se describe el método y los cálculos realizados para la determinación del nivel del mar adoptado este estudio.

1.4.1.7. Planificación toma de datos, y metodología

La planificación de la toma de datos se realizó siguiendo un esquema tradicional de trabajos hidrográficos que se detalla en los apartados siguientes.

Una vez dispuestas las líneas planificadas se asignaron los recursos técnicos y humanos para la realización de los trabajos que han sido descritos anteriormente.

1.4.2. Toma de datos

La toma de datos se realizó con el equipamiento que se describe a continuación y siguiendo las metodologías de cada disciplina sobre las líneas planificadas en cada una de las Zonas de trabajo, de tal forma, que las líneas planificadas de dirección subparalela a la línea de costa fueron recorridas con la Sonda Multihaz y el Sonar de Barrido Lateral; las líneas planificadas perpendiculares a la costa fueron realizadas con Sonda Monohaz y RoxAnn, y las líneas costeras de aguas muy someras en navegación libre con Sonda Monohaz.

1.4.2.1. Trabajos realizados

Para realizar el levantamiento batimétrico de alta definición, se ha utilizado un sistema de levantamiento Hidrográfico basado en una sonda Multihaz.

Los huecos cuya ubicación hace imposible su relleno, son posteriormente prospectados durante la campaña de mapeado con una embarcación de poco calado y sonda Monohaz. Estos trabajos son realizados en continuo a la vez, para el estudio de clasificación de fondos con el sistema RoxAnn.

Los trabajos de toma de datos batimétricos mediante sonda Multihaz se finalizaron completamente el día 2/12/2003, tal y como se había previsto en el primer informe trimestral.

El levantamiento batimétrico mediante sonda Monohaz se realizó sobre la base de los perfiles de RoxAnn planificados en la zona de estudio: Perfiles perpendiculares a costa de una longitud de 1 km cuando se alcance 50 m de profundidad, o hasta alcanzar esa cota, y separados entre sí, 100 m. En las zonas donde no se cubrió con la ecosonda Multihaz debido a la profundidad, se hicieron líneas perpendiculares a costa separadas 50 metros entre si (Figura 5). Adicionalmente se realizan perfiles paralelos para comprobar los cortes y asegurar la cobertura total de las zonas, así como la toma de datos muy próximos a la línea de costa.

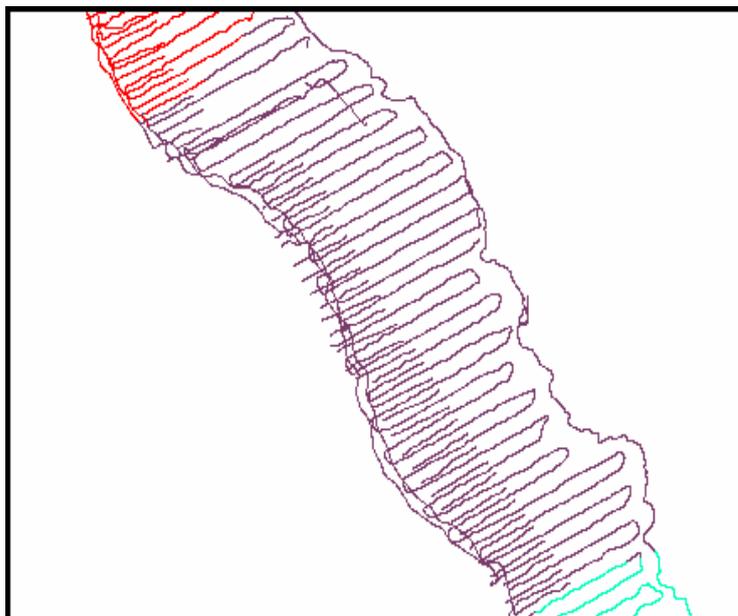


Figura 5 . Ejemplo de recorridos realizados con una separación de 50 metros con la sonda Monohaz

1.4.2.2. Recursos Humanos

Relación del personal que ha intervenido en los trabajos batimétricos de Estudio Ecocartográfico del litoral de la isla de La Palma, por parte de ESGEMAR y la Universidad de Zaragoza.

Nombre	Titulación	Designación	Años Experiencia	Dedicación A Los Trabajos
Rey Salgado, Jorge	Doctor en Geología Marina	Geología Marina Oceanografía	27	Director y Responsable de Los Trabajos de Hidrografía
Miranda Ríos, Jorge	Ldo. Ciencias Del Mar	Geología Marina Oceanografía	6	Coordinador de Trabajos de Campo
Rey Díaz de Rada, Jorge	Ing. Industrial	Acústica Oceanografía	6	Sistemas Oceanográficos
Rey Díaz de Rada, Jaime	I.T. Industrial	Hidrografía	5	Especialista Trabajos de Batimetría
Ambrosio Gómez, Jorge	Buzo Profesional	Hidrografía	6	Mantenimiento de Equipos Trabajos de Batimetría
Cañero Arias, Agustín	Ldo. Geografía	Cartografía Técnica	5	Elaboración Cartográfica
Torres Jiménez, M. Ángel	Ldo. Biología	Cartografía Técnica	6	Elaboración Cartográfica
Palmeiro Beck, Alejandro (ALATEC, S.A.)	Ldo. Ciencias del Mar. Master en Ingeniería de Costas	Hidrografía. Oceanografía	6	Sistemas Hidrográficos
Vizcaino de Hoyos, Raúl (ALAES XXI, S.L.)	Ingeniero Técnico Agrícola	Hidrografía. Oceanografía	6	Sistemas Hidrográficos

1.4.2.3. Recursos Técnicos

1.4.2.3.1. Barcos

Para la toma de datos con Sonda Multihaz y Sonar de Barrido Lateral se utilizó la M/N “Monte Nuevo” (CATA 356), de 12 m de eslora, con acceso directo al mar desde el salón a través de un pozo, lo que permitía acceder a los transductores bajo el casco (Figura 6). Para la toma de sondas Monohaz y RoxAnn se utilizó una embarcación DIPOL 600 cabinada (Weekend) de 6 m de eslora y una ASTINOR 740 cabinada (Franja) de 7.4 m de eslora (Figura 7).



Figura 6 . M/N "Monte Nuevo" (CATA 356), de 12 m de eslora



Figura 7 . Embarcación "Astinor 740" utilizada para los trabajos costeros de aguas someras

1.4.2.3.2. Mediciones de campo

Se plantearon líneas paralelas al eje principal de cada Zona propuesta. Las líneas se recorren con la ayuda de un sistema de navegación que va indicando el rumbo y la derrota que debe seguir la embarcación.

La separación entre las líneas paralelas planificadas no es uniforme, sino que se va disminuyendo a medida que se trabaja en aguas más someras. Para que en la medida de lo posible se obtenga un porcentaje de solape adecuado a la tecnología utilizada y además sea constante para toda la zona de investigación.

Durante el recorrido de estas líneas con la embarcación se recogían datos de posición, sonda y reflexión acústica de fondo (Sónar). Además se realizaban mediciones de la velocidad de propagación del sonido en el agua para utilizarlos en el ajuste y calibración de las medidas de profundidad.

1.4.2.3.3. Posicionamiento

El equipo de posicionamiento usado, está basado en la utilización del Sistema Global de Posicionamiento NAVSTAR (GPS). El sistema GPS Diferencial proporciona situaciones de alta precisión, utilizando correcciones para las posiciones medidas a través de una cúpula de satélites GPS estacionarios. Estas correcciones se efectúan por transmisiones radioeléctricas vía satélite desde una estación de referencia virtual colocada en un punto de coordenadas conocidas con gran exactitud.

El equipo utilizado fue un equipo GPS Diferencial Trimble AgGPS 132 con correcciones diferenciales vía satélite del Sistema LandStar de RACAL (Figura 8).



Figura 8 . GPS Diferencial Trimble AgGPS132

1.4.2.3.4. Sonda Multihaz

El estudio batimétrico se ha realizado mediante una sonda Multihaz Elac SeaBeam 1000 (Figura 9). Esta sonda tiene un rango de medida, desde 2 a 400 m de profundidad.



Figura 9 Unidad central de la Seabeam1000 (a la izquierda) y situación de los transductores en la embarcación utilizada (a la derecha).

La tecnología multihaz permite barrer un área determinada a lo largo de los transectos planteados, al contrario que la tecnología monohaz que sólo toma medidas de la profundidad del transecto recorrido.

En concreto, la sonda SeaBeam 1000, toma las medidas barriendo con un abanico de hasta 153° y haciendo uso de 121 haces individuales. Esto permite, además de incrementar en un

porcentaje altísimo la densidad de datos con respecto a una sonda Monohaz, aumenta la calidad de los datos tomados y de los datos elaborados. La gran densidad de puntos adquiridos, permite asegurar un ajuste casi del 100% a la topografía marina real, al realizar la interpolación necesaria para el curvado de las isóbatas (Figura 10).

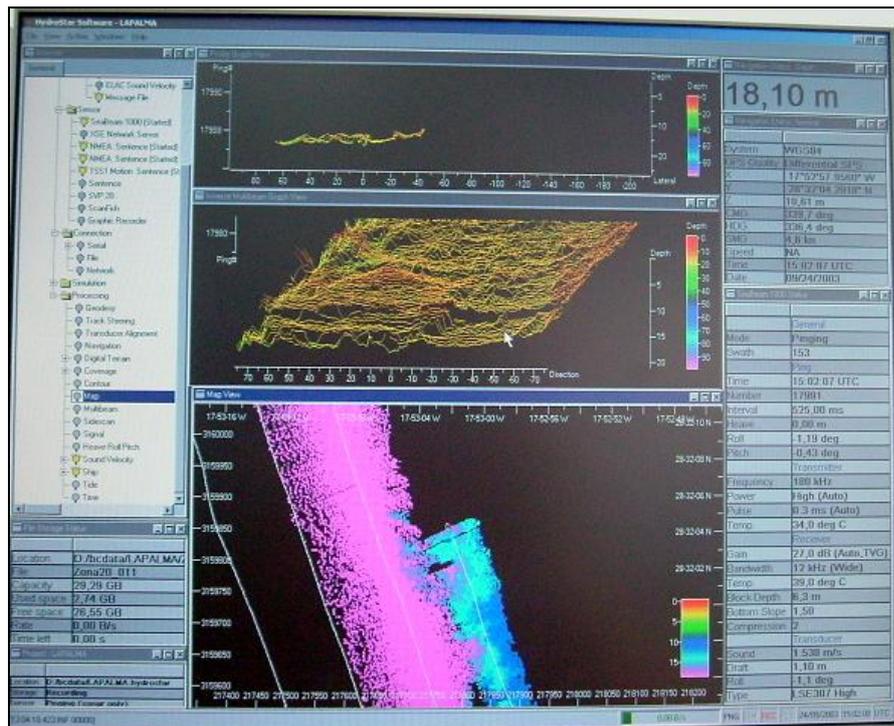


Figura 10 .Monitor del SeaBeam donde se observa de abajo a arriba la situación de la embarcación, datos adquiridos y cobertura lateral

1.4.2.3.5. Ecosonda Monohaz

Para realizar las mediciones de la columna de agua, con sonda Monohaz se ha empleado un sondador acústico ECHOTRAC DF-3200 (Figura 11). Se trata de una ecosonda acústica bifrecuencia con operación simultánea (24 y 200 kHz) con características hidrográficas (Normas IHO) (resolución de $\pm 0.01\text{m}$), con lecturas digital y analógica.

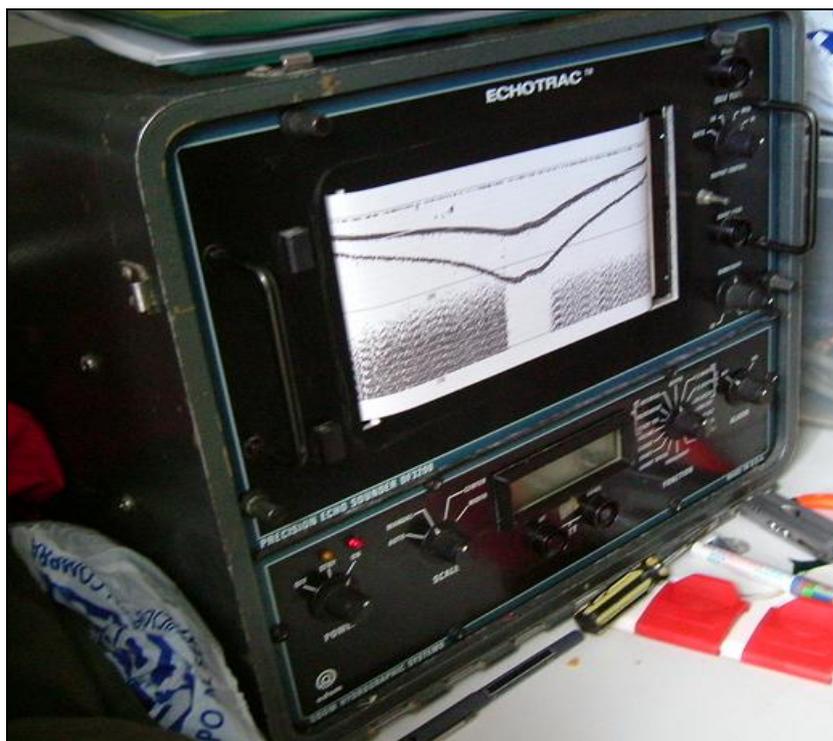


Figura 11 . Sonda acústica ECHOTRAC DF-3200

Dispone de elementos para modificar el cero de emisión, de forma que se puede introducir como corrección fija el calado del transductor. Igualmente, posee un sistema corrector para tarar la columna de registro en función de la velocidad de propagación del sonido en el agua de la Zona de trabajo por variaciones de salinidad y temperatura. La calibración de la sonda se realizó de acuerdo a las tablas de ajuste del método "Barcheck". El transductor fue instalado en el costado de estribor del barco y sobre él, la antena del GPS con los desplazamientos correspondientes (Figura 12).

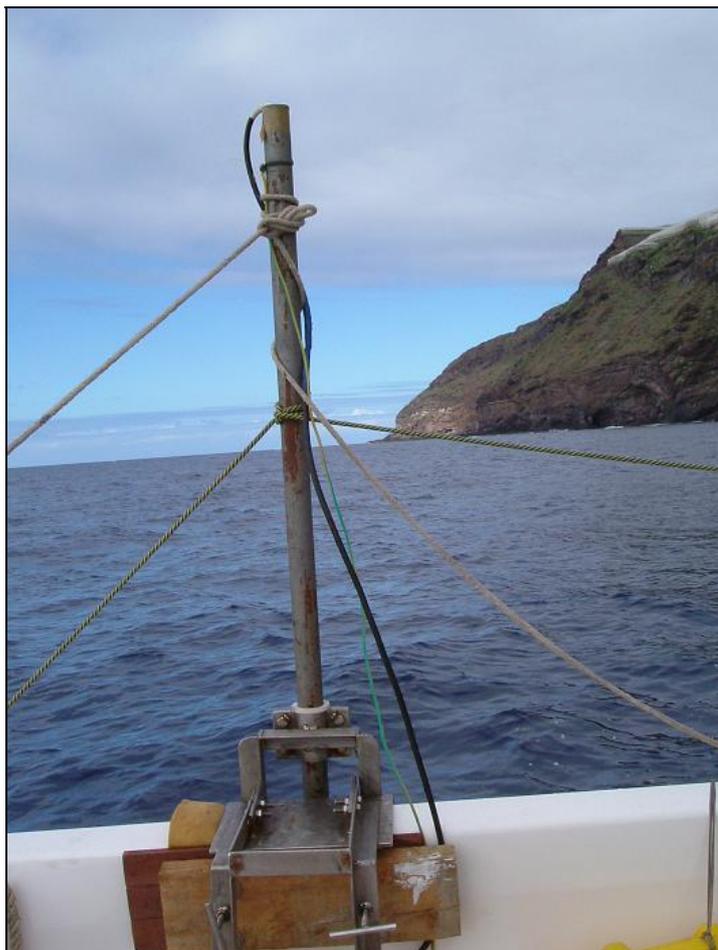


Figura 12 . Fijación del transductor de la sonda Monohaz en el costado del barco

Las calibraciones de la sonda se realizaron con una plancha de calibración graduada en centímetros que era situada a intervalos de profundidades de 2, 5, 10, 15 y 20 metros bajo los transductores. De la misma forma fueron utilizados los perfiles de velocidad de propagación de la velocidad del sonido en la columna de agua obtenidos con la sonda SVP.

1.4.2.3.6. Equipos de gabinete

Los equipos utilizados en gabinete para el procesado de los datos han sido:

- Ordenador Pentium IV 3.2 GHz.
- Ordenador Pentium IV 2.4 GHz.
- Sistema operativo Linux, Distribución Mandrake 10
- Sistema Operativo Windows XP
- Plotter HP 500, DIN A1

- Software de procesado y edición (HDPPOST, HDPEDIT, HYPACK MAX)

1.4.2.4. Ejecución de la campaña

Una vez que los diferentes equipos quedaban instalados y cableados a bordo de la embarcación, se realizaron tres tipos de pruebas para asegurar el buen funcionamiento de cada uno de ellos y una adquisición coordinada en el tiempo (hora UTC), las latencias de recepción y correcciones geométricas. Las pruebas de funcionamiento y puesta a punto de los equipos fueron diariamente comprobadas con las siguientes pruebas:

- Arranque y comprobación del buen funcionamiento de todos y cada uno de los equipos.
- Pruebas en puerto y comprobación de la toma de datos.
- Pruebas en mar en una misma zona seleccionada para tal fin (zona de calibración).

Previamente al inicio de los trabajos se fondeó el mareógrafo en un punto de cota conocida. Cuando los trabajos se realizaban en la costa este, el mareógrafo tomaba lecturas en el Puerto de Santa Cruz de La Palma (Figura 21); en la zona oeste el mareógrafo estaba fondeado en el Puerto de Tazacorte (Figura 22).

1.4.2.4.1. Software de navegación

El sistema utilizado para el control de las derrotas y los parámetros de navegación del barco fue un ordenador y un software integrado de navegación y adquisición de datos en tiempo real HYPACK (Coastal Oceanographics) muy conocido y probado en este tipo de trabajos, mediante el cual se realizó un control de las derrotas del barco en tiempo real sobre los itinerarios y las líneas planificadas (Figura 13).

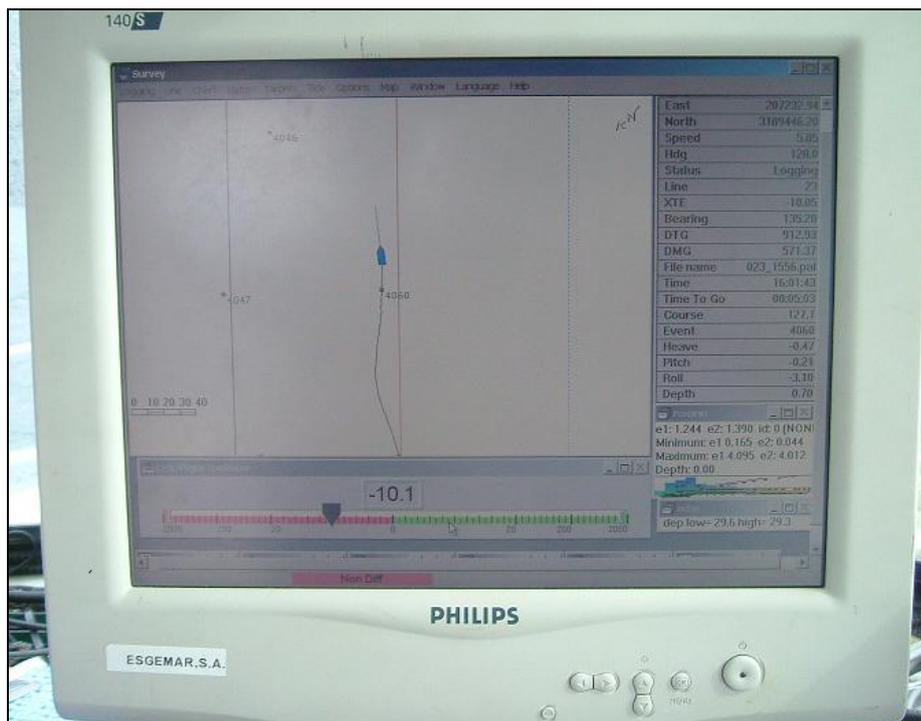


Figura 13 . Pantalla del sistema de navegación HYPACK

Posteriormente en el gabinete, los datos grabados en el soporte magnético (derrotas, parámetros de navegación, interfaces, sondas Monohaz y parámetros E1 y E2 del sistema RoxAnn), fueron procesados con el mismo paquete integrado, obteniéndose el ploteado de los itinerarios realizados para cada una de las metodologías, los puntos de control (fixes) en los planos definitivos, las correcciones correspondientes y el curvado de las isolíneas de la sonda Monohaz.

1.4.2.4.1.1. Configuración

Con el fin de integrar todos los equipos dentro de una uniformidad, la configuración del sistema de navegación HYPACK fue realizada en base a los siguientes puntos:

- Parámetros geodésicos
- Hora UTC
- Unidades en metros
- Grados sexagesimales
- Velocidad de propagación del sonido
- Calados de los transductores
- Geometría de los sensores con respecto a la antena de posicionamiento.

La adquisición de todos los datos fue realizada en base a la utilización de los “drivers” específicos para cada uno de los equipos conectados al ordenador (Sistema de posicionamiento, Sonda Monohaz, sensor de movimiento, giroscópica, sonda SVP, RoxAnn, mareas, desplazamientos, latencias, etc.,)

1.4.2.4.1.2. Posicionamiento

Como se ha comentado anteriormente el sistema de posicionamiento está basado en un GPS Diferencial de correcciones vía satélite con precisión decimétrica y salida de señal en código NMA-183 con velocidad de 10 Hz (Figura 14).

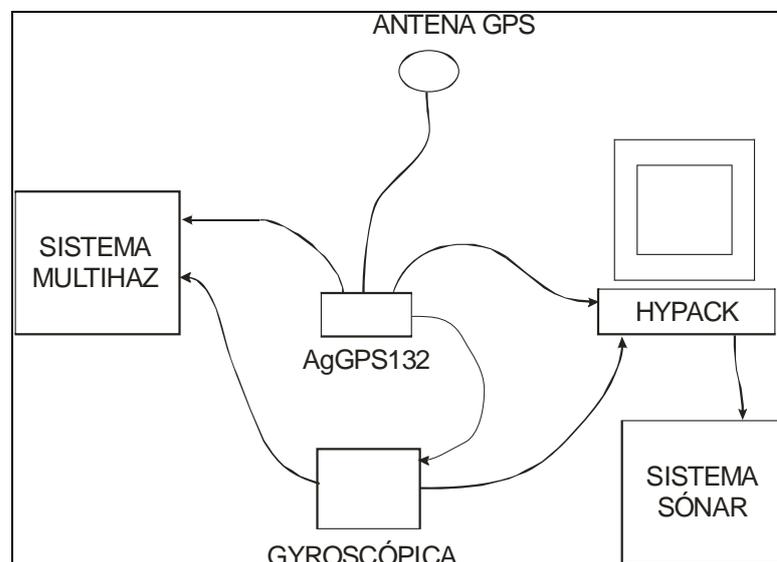


Figura 14 . Diagrama del enlace de los equipos con el GPSD.

1.4.2.4.2. Disposición de los equipos

Desplazamientos de los equipos introducidos para la correcciones geométricas (horizontales y verticales)		
“Montinuevo”	GPS-popa:	210 cm
	GPS-babor:	100 cm
	TSS-GPS:	200 cm
	TSS-suelo:	40 cm
	TSS-popa:	425 cm
	TSS-babor:	100 cm

	Altura antena GPS:	187 cm
	Calado de la sonda:	70 cm
"Astinor"	GPS-popa:	33 cm
	GPS-babor:	167 cm
	TSS-GPS:	331 cm
	TSS-suelo:---	0.0
	tss-popa:	388 cm
	tss-babor:	152 cm
	altura GPS:---	0.0
	calado de la sonda:	100 cm

Tabla 2. Muestra las cotas de posición relativa de los equipos en el barco con respecto a la antena de posicionamiento del sistema GPSD durante los trabajos de investigación.

1.4.2.4.2.1. Calibración

Para la calibración del sistema GPS de posicionamiento diferencial fue tomado como punto de referencia un vértice de la Red Geodésica Nacional de Canarias (Isla de La Palma), sobre el que se tomaron las posibles correcciones instrumentales para obtener las menores desviaciones posibles. Puesto que todo el estudio se realizaba en WGS-84, no hacía falta introducir ningún parámetro para realizar cambio de Datum.

Para la transformación de la proyección en UTM, no ha sido introducido ningún parámetro adicional.

1.4.2.4.2.2. Correcciones para los sensores

Las correcciones establecidas (la Tabla 2 muestra las medidas relativas) los sensores incluyeron:

- Para la sonda Multihaz: la geometría y los desplazamientos horizontales y verticales de los transductores (en centímetros) con respecto a la antena de posicionamiento. Las correcciones de velocidad de propagación en el agua por salinidad, presión y temperatura.
- Para la sonda Monohaz : la geometría y los desplazamientos horizontales y verticales de los transductores (en centímetros) con respecto a la antena de

posicionamiento. Las correcciones de velocidad de propagación en el agua por salinidad, presión y temperatura.

- Para el RoxAnn: la geometría y los desplazamientos horizontales y verticales del transductor (en centímetros) con respecto a la antena de posicionamiento. Las correcciones de velocidad de propagación en el agua por salinidad, presión y temperatura.
- Para el Sensor de Movimiento: la geometría y los desplazamientos horizontales y verticales con respecto a los transductores.
- Para la giroscópica: Alineación exacta con el eje longitudinal del barco ($<1^{\circ}$).
- Para el mareógrafo: el calado del sensor, en centímetros, respecto del cero hidrográfico del proyecto.
- Para el Sonar de Barrido Lateral: la geometría y los desplazamientos horizontales con respecto a la antena de posicionamiento y el “layback” (longitud del cable de remolque y ángulo de remolque del pez).

1.4.2.4.3. Levantamiento batimétrico con Multihaz

El estudio batimétrico se ha realizado mediante una sonda multihaz Elac SeaBeam 1000. Esta sonda tiene un rango de medida, desde 2 a 400 m de profundidad.

En concreto, la sonda SeaBeam 1000, toma las medidas barriendo con un abanico de hasta 153° y haciendo uso de 121 haces individuales (Figura 15). Esto permite, además de incrementar en un porcentaje altísimo la densidad de datos, aumenta la calidad de los datos tomados y de los datos elaborados. La gran densidad de puntos adquiridos, permite asegurar un ajuste casi del 100% a la topografía marina real, al realizar la interpolación necesaria para el curvado de las isóbatas.

Trabaja con un Software de almacenamiento HYDROSTAR, de la casa ELAC Nautik, Instalado en un servidor dual Xeon bajo sistema operativo Windows 2000.

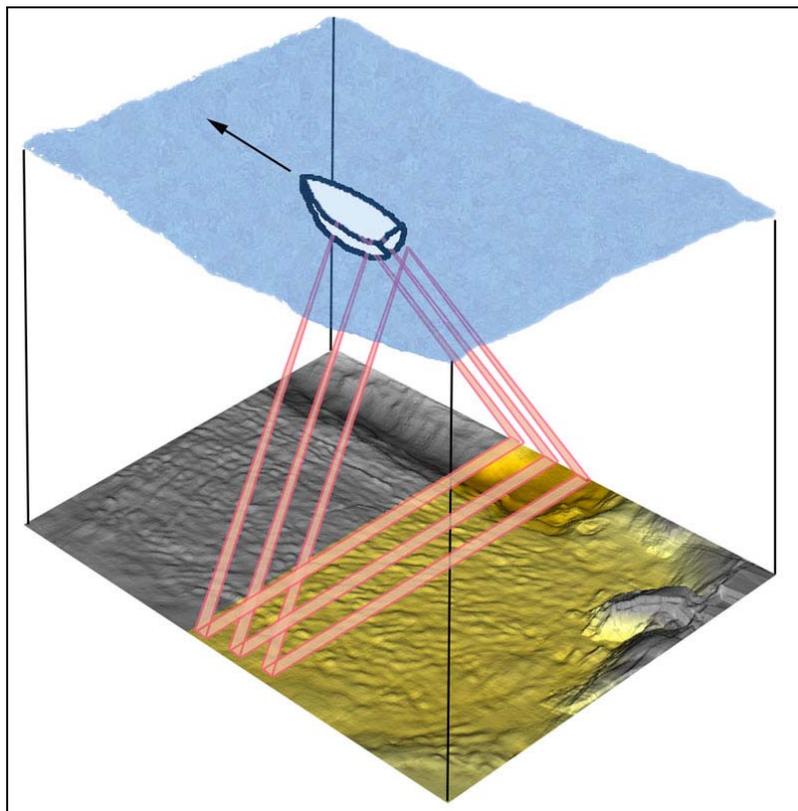


Figura 15 . Método de operación de una sonda Multihaz

Se plantearon líneas paralelas al eje principal de cada zona propuesta. Las líneas se recorren con la ayuda de un sistema de navegación que va indicando el rumbo y la derrota a seguir.

La separación entre las líneas no es uniforme, sino que se va disminuyendo a medida que se trabaja en aguas más someras, para que en la medida de lo posible, se obtenga un porcentaje de solape adecuado a la tecnología utilizada y además sea constante para toda la zona de investigación.

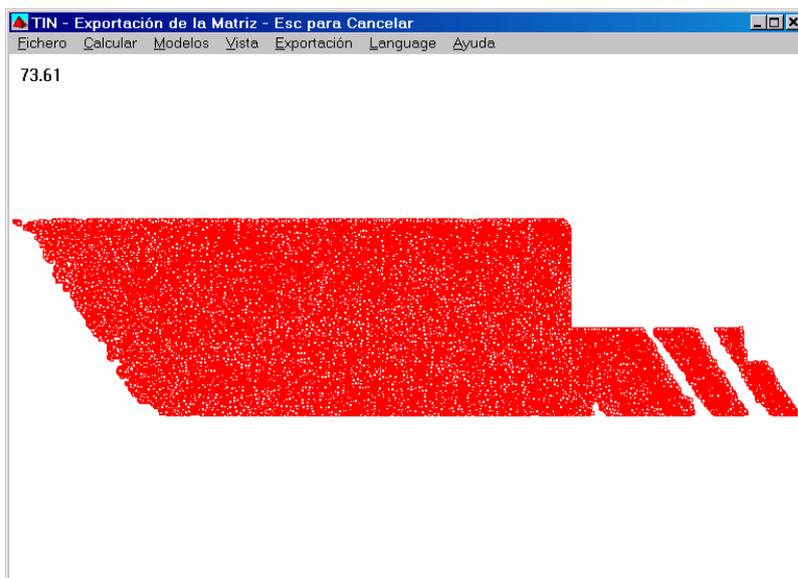


Figura 16 .Preprocesado para la localización de los huecos sin estudiar

Posteriormente a la finalización de cada zona, se realiza un preprocesado rápido de los datos tomados y se diseñan nuevas líneas para cubrir las partes de la zona no cubiertas (Figura 16).

Los huecos en la zona de aguas muy someras cuya ubicación hace imposible su relleno, son posteriormente prospectados con una embarcación de poco calado y sonda Monohaz durante la campaña de mapeado en continuo para el estudio de clasificación de fondos con el sistema RoxAnn.

Los trabajos de toma de datos batimétricos mediante sonda Multihaz se finalizaron completamente el día 2/12/2003.

1.4.2.4.3.1. Calibraciones

Las calibraciones durante los trabajos con sonda Multihaz consistieron, además de la organización de los datos durante los períodos de trabajo (log) y la elaboración de un archivo diario para el control abordo, la determinación y el cálculo de las siguientes medidas:

- Realización de perfiles de velocidad de propagación del sonido en el agua con una sonda SVP, al comienzo y al final de cada jornada.
- Cálculo de los ángulos de calibración en zonas prefijadas sobre un elemento aislado de morfología singular conocida.

- Aplicación de los ángulos obtenidos a los archivos de parámetros de navegación (ship parameter files).

1.4.2.4.3.2. Pruebas

Las pruebas de funcionamiento y puesta a punto del equipo y sus periféricos fueron diariamente validadas con las siguientes pruebas:

- Arranque y comprobación del buen funcionamiento de todos y cada uno de los equipos.
- Pruebas en puerto y comprobación de la correcta toma de datos.
- Pruebas en mar en una misma zona seleccionada para tal fin (zona de calibración). Cálculo de los ángulos de calibración en zonas prefijadas sobre un elemento aislado de morfología singular conocida.

El ajuste de la ecosonda Multihaz se realizó en función de las condiciones físico-químicas de la zona de trabajo. La salinidad y la temperatura del agua afectan directamente a la velocidad de transmisión del sonido en el agua, lo cuál repercute sensiblemente en el registro y precisión de los datos obtenidos, variando la distancia real desde los emisores acústicos al fondo, si el ajuste no es correcto. El ajuste de salinidad y temperatura se realizó mediante una sonda NAVITRONIC SVP14 (Figura 18) que ofrece valores de velocidad de sonido en el agua dependiendo de la profundidad, y se verificó dos veces al comenzar la toma de datos y al finalizar la misma, para tener control sobre las posibles variaciones.

Previamente al inicio de los trabajos fue fondeado mareógrafo en un punto de cota conocida. Cuando los trabajos se realizaban en la costa este, el mareógrafo tomaba lecturas en el Puerto de Santa Cruz de La Palma (Figura 21); en la costa oeste el mareógrafo estaba fondeado en el Puerto de Tzacorte (Figura 22).

1.4.2.4.4. Sensor de movimiento

Para la corrección de los movimientos del barco debidos al oleaje y otros factores que pudieran influir en el ángulo de los proyectores de la ecosonda Multihaz, se ha utilizado para la corrección de los movimientos de la embarcación un compensador de oleaje y movimiento TSS/MARHS (Figura 17)



Figura 17 . Sensor de movimiento TSS-Marhs

1.4.2.4.4.1. Calibraciones

Las calibraciones aplicadas a este equipo fueron las distancias verticales y horizontales relativas a los transductores de la sonda Multihaz y sonda Monohaz. Los valores obtenidos fueron incorporados al programa HYPACK y el programa gestor de la sonda Multihaz que trabaja con un Software de almacenamiento HYDROSTAR, de la casa ELAC Nautik, Instalado en un servidor dual Xeon bajo sistema operativo Windows 2000.

1.4.2.4.4.2. Pruebas

Las pruebas para este equipo consistían en el arranque y puesta en marcha 40 minutos antes del arranque de los demás equipos para su total estabilización. Durante todo el período de trabajo se le inyectaba la señal del sistema de posicionamiento diferencial con el fin de que la estabilización fuera rápida y constante.

1.4.2.4.5. Giroscópica

El sensor de movimiento (Figura 17) incorpora una giroscópica de precisión integrada (TSS/Meridian), de tal forma que en todo momento se conozcan los movimientos y posición de la embarcación con precisión mejor que 0.1°.

1.4.2.4.5.1. Calibraciones

La calibración de la giroscópica fue realizada en base a una línea topografiada en el cantil del muelle. Sobre esta lía se ajusto la lectura correcta del equipo y la corrección de las posibles desviaciones.

1.4.2.4.5.2. Pruebas

Las pruebas fueron realizadas a bordo una vez instalado de forma fija el sensor de la giroscópica en cada uno de los barcos, tomado como dirección la línea de crujía de la embarcación.

1.4.2.4.6. Sonda de velocidad de sonido

El ajuste de la ecosonda Multihaz se realizó en función de las condiciones físico-químicas de la zona de trabajo. La salinidad y la temperatura del agua afectan directamente a la velocidad de transmisión del sonido en el agua, lo cuál repercute sensiblemente en el registro y precisión de los datos obtenidos, variando la distancia real desde los emisores acústicos al fondo, si el ajuste no es correcto. El ajuste de salinidad y temperatura se realizó mediante una sonda NAVITRONIC SVP14 (Figura 18) que ofrece valores de velocidad de sonido en el agua dependiendo de la profundidad, y se verificó dos veces al comenzar la toma de datos y al finalizar la misma, para tener control sobre las posibles variaciones.



Figura 18 . Sonda SVP para la determinación de la velocidad de propagación del sonido en el agua

1.4.2.4.6.1. Calibraciones

El equipo está calibrado previamente el laboratorio, y en consecuencia no necesita calibraciones.

1.4.2.4.6.2. Pruebas

El equipo está calibrado previamente el laboratorio, y en consecuencia las pruebas consisten en observar el buen funcionamiento del equipo y su enlace con el software de análisis del perfil obtenido (Figura 19).

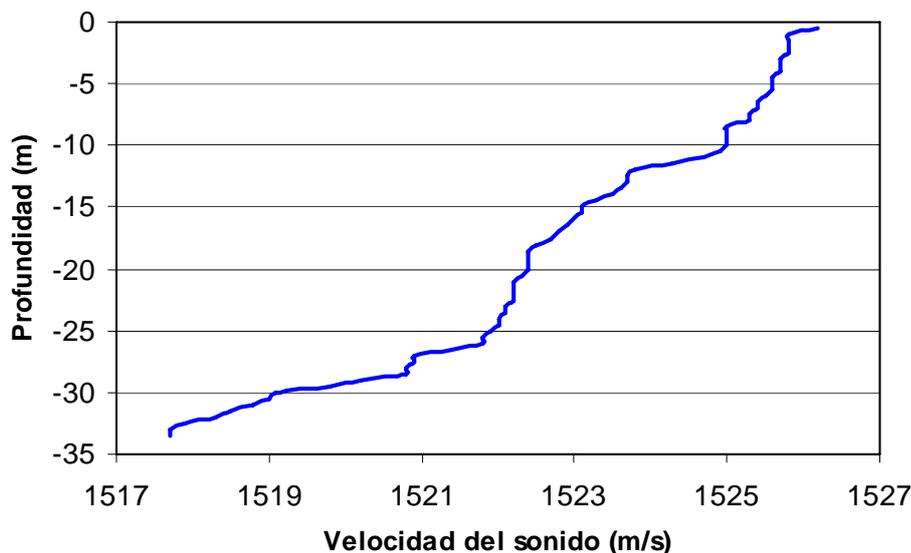


Figura 19 . Registro de la variación de la velocidad del sonido en el agua en la columna de agua.

1.4.2.4.7. Mareógrafo

Previamente al inicio de los trabajos de batimetría se fondeó el mareógrafo en un punto de cota conocida. El mareógrafo utilizado es un equipo autónomo de presión de alta resolución Aanderaa WLR-7 (Figura 20) con grabación automática sobre una memoria sólida. El equipo se graduó para registrar medidas con un intervalo de 10 minutos.

Cuando los trabajos se realizaban en la costa este, el mareógrafo tomaba lecturas en el Puerto de Santa Cruz de La Palma (Figura 21) ; en la zona oeste el mareógrafo estaba fondeado en el Puerto de Tazacorte (Figura 22).



Figura 20 . Mareógrafo Aanderaa WLR-7 antes de ser fondeado en su posición definitiva. Obsérvese la base de cemento para su fijación en el fondo.

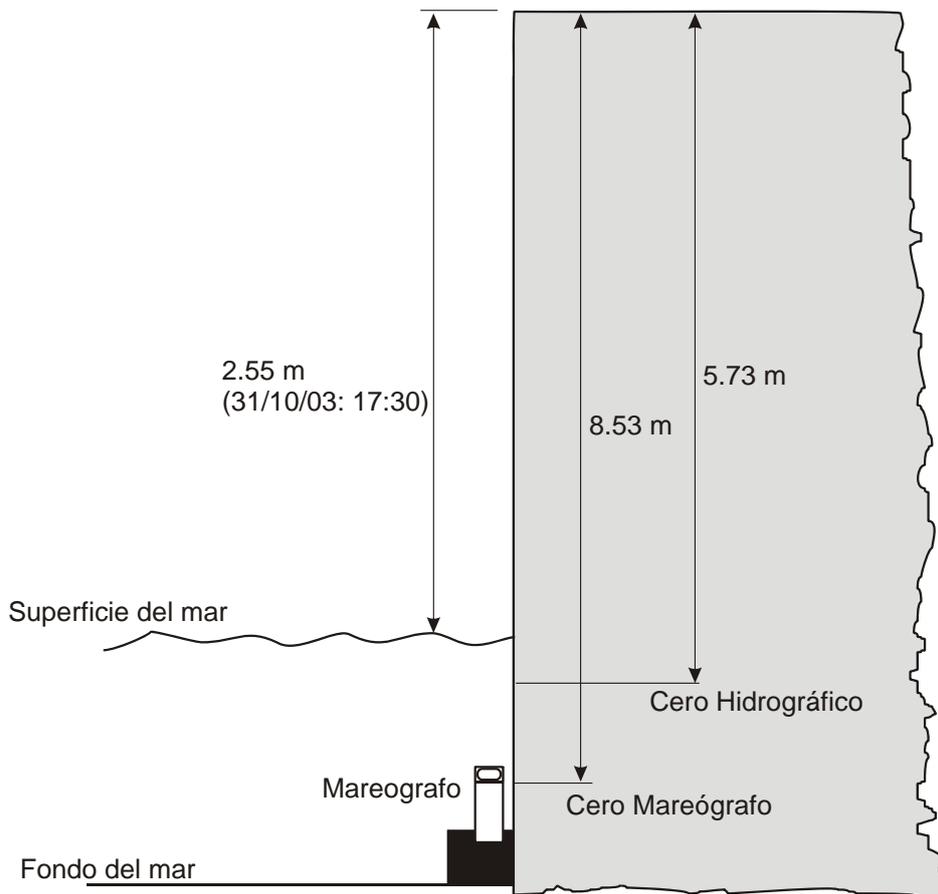


Figura 21 . Esquema del fondeo del mareógrafo en el Puerto de Santa Cruz de La Palma

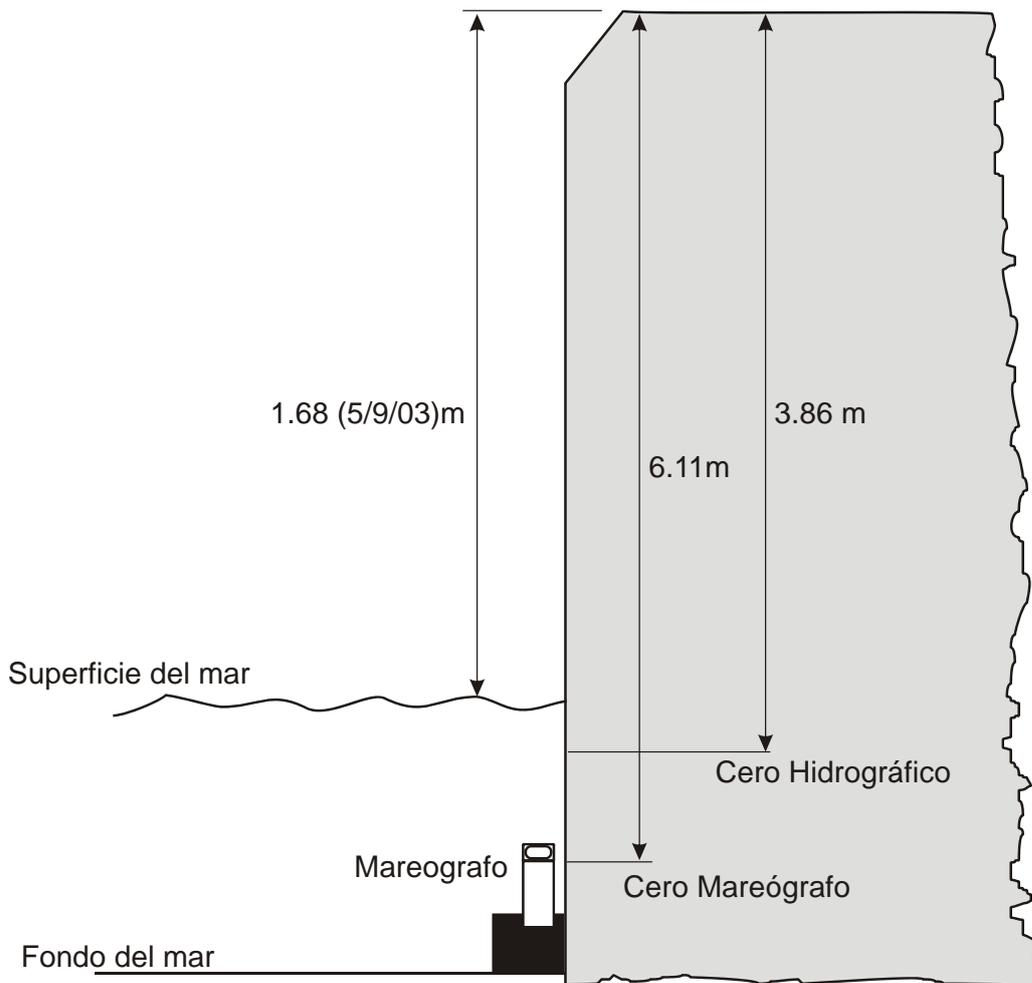


Figura 22 . Esquema del fondeo del mareógrafo en el Puerto Autónomo de Tazacorte

1.4.2.4.7.1. Pruebas

Las pruebas realizadas en este equipo fueron la grabación de al menos 5 registros antes de ser sumergido en su cota de trabajo.

1.4.2.4.7.2. Cota de Referencia

La cota de referencia para cada uno de los lugares de instalación del mareógrafo, fueron establecidas por el equipo de topografía participante en el Estudio dando cota al cantil del muelle. Mas tarde estas cotas fueron corregidas de acuerdo al establecimiento del cero hidrográfico determinado para la Isla de la Palma y su correlación definitiva.

1.4.3. Tratamiento de datos batimétricos

El trabajo de gabinete se ha estructurado según el esquema que se describe en los siguientes puntos.

1.4.3.1. Corrección de mareas

Los trabajos relativos a la corrección tidal de los registros de batimetría han seguido los siguientes pasos:

- Organizar datos del mareógrafo en archivos individuales diarios.
- Obtención de las curvas de mareas diarias.
- Obtener cotas provisionales de los diferentes puntos de instalación del mareógrafo (anotadas en las hojas de navegación)
- Generar archivos de mareas en el formato del HDPPOST (en hojas de navegación)

En lo que respecta a las mareas, el cálculo del cero hidrográfico por Alatec S.A. dando una valor de 1.40 metros por debajo del nivel del mar respecto a la cota del puerto de referencia que en este caso era el puerto de Santa Cruz de La Palma (Figura 23).

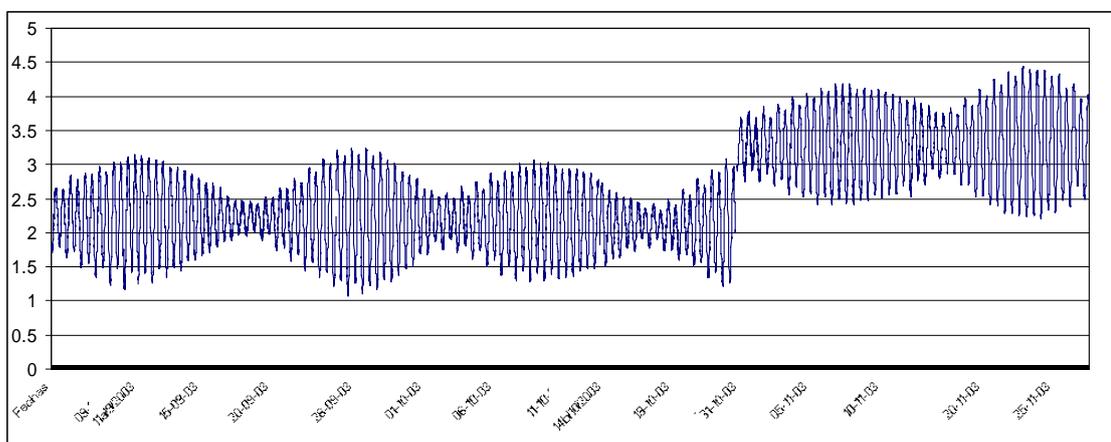


Figura 23 . Registros de marea pertenecientes al Puerto de Tazacorte (primer tramo) y al puerto de Santa Cruz de La Palma (segundo tramo). La diferencia entre las dos referencias tomadas es de 1.256 m.

1.4.3.2. Edición de datos y filtrado de datos

Los datos se han procesado en el gabinete de ESGEMAR para su validación, eliminación de picos y la aplicación de la reducción de marea. Con la totalidad de los datos batimétricos se confecciona posteriormente un modelo digital del terreno con una densidad mínima de 5 x 5 metros.

La edición de los datos brutos de batimetría para la sonda Multihaz para obtener los datos procesados, se han realizado los trabajos que se describen a continuación:

Calibraciones:

- Ordenar los archivos de calibración de la Multihaz para los dos periodos de trabajo.
- Utilización de estos archivos para calcular los ángulos de calibración
- Aplicar estos ángulos a los archivos de parámetros de navegación (ship parameter files).

Limpieza de datos:

- Archivar datos originales y ordenarlos junto con todos los archivos auxiliares (mareas, sondas de velocidad, ship files, etc.,)
- Limpieza de los datos erróneos y espúreos de Multihaz con el programa (HDPEDIT)

Procesado de datos definitivos

- Procesado de los datos editados Zona por Zona con todos los archivos auxiliares (HDPPOST).
- Exportar XYZ de cada zona (ASCII IRA).

1.4.3.3. Curvado

Se han curvado los datos de Multihaz, una vez realizadas todas las correcciones, partiendo del modelo de elevaciones de 5x5. El curvado se realiza aplicando el método de triangulación y un suavizado leve.

En este sentido, se realizaron algunas pruebas para evaluar la calidad de los datos tras cada uno de los procesos que los pudiesen alterar, guardando copias de seguridad en los diferentes estados del preprocesado y del procesado (Figura 24).

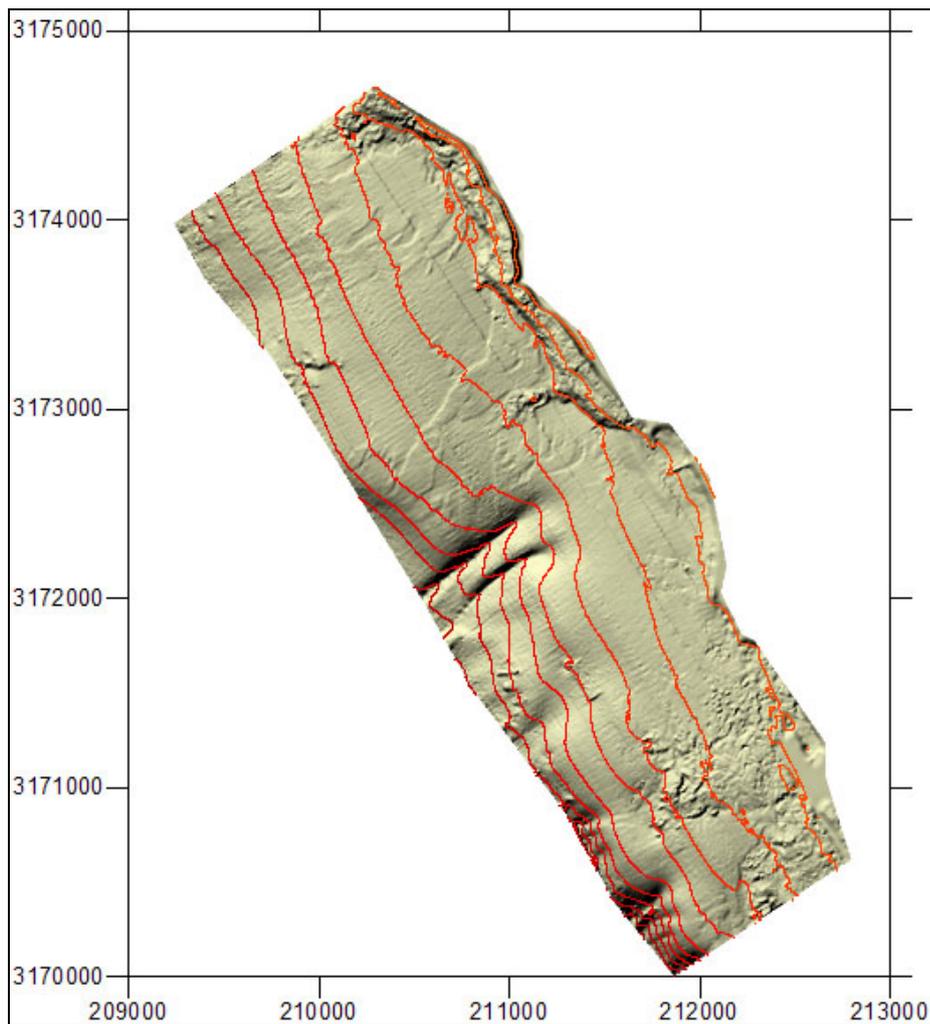


Figura 24 . Ejemplo de un preprocesado del modelo batimétrico de la Zona1 frente al puerto de Tzacorte y al Barranco de las Angustias

1.4.3.4. Integración de datos con los topográficos

Una vez finalizados los trabajos anteriormente descritos se realiza el curvado final a partir de la generación del MDT final, en el que se habrán integrado también las sondas obtenidas con la sonda Monohaz. A partir de aquí se suavizan las áreas frontera entre Zonas, para disminuir posibles errores. En este paso se introduce la línea de costa definitiva obtenida por fotorestitución referida al cero hidrográfico calculado. De esta forma queda un fichero xyz por Zona para su curvado definitivo.

1.4.3.5. Edición de planos

La edición de los planos de batimetría ha sido realizada a partir del curvado del modelo MDT definitivo en 3D.

Los mapas de isóbatas con una equidistancia de 1m han sido incluidos en los formatos A1 a escala 1:1000 y 1:5000 para su edición definitiva en un SIG, donde las isóbatas han sido debidamente etiquetadas.

De la misma forma se han generado modelos 3D del relieve de los fondos (Figura 25).

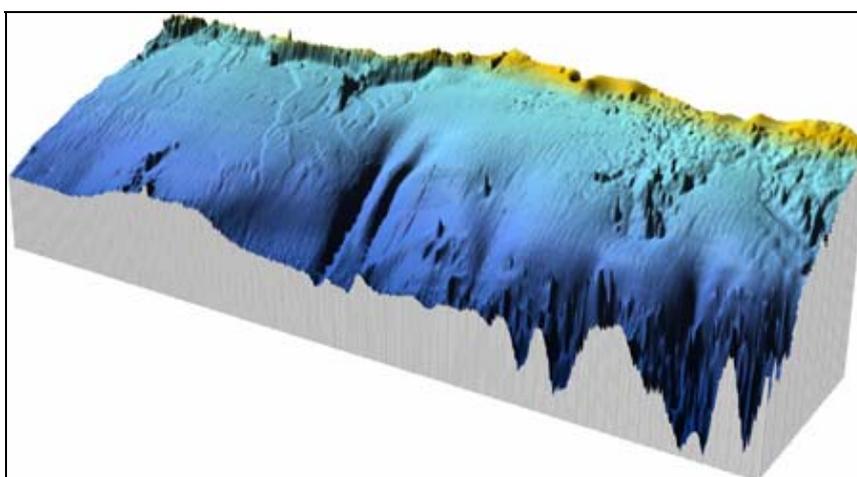


Figura 25 . La figura muestra el Modelo digital del fondo marino de la Zona 1 frente al puerto de Tazacorte y al Barranco de las Angustias

1.5. Estudio morfológico

El estudio morfológico de los fondos de la Isla de La Palma se ha llevado a cabo fundamentalmente con dos equipos; un sonar de barrido lateral y un clasificador de fondos RoxAnn. El primero ha proporcionado sonografías del fondo en las que se detectan reflectividades de los materiales superficiales (fango, arenas, gravas y roca) y su morfología (valles, derrumbes, ripples, dorsales, onis y edificios volcánicos). En el segundo caso, con el clasificador de fondos se obtienen diferenciación de los tipos de fondo en función de la rugosidad y la dureza, que son asimilados a las comunidades biológicas y ecosistemas.

Para la investigación se ha utilizado un sistema formado por una unidad de sonar de barrido lateral GeoAcoustics de dos canales (100/500 kHz). Los datos de sónar fueron suplementados con los datos obtenidos con un clasificador acústico automático de fondos RoxAnn y una ecosonda de precisión Monohaz.

1.5.1. Toma de datos

El sistema de adquisición de datos y de registro de las sonografías, fue un equipo Eoscan basado en una plataforma Pentium II a 300 MHz con cinco canales analógicos/digitales, C/A, georreferenciación de cada píxel, y con capacidad de preprocesar las imágenes en tiempo real y almacenaje de datos en soporte óptico (Figura 26). Dicho *software* corrige automáticamente la distancia horizontal entre la antena del GPSD y el transductor (*layback*) que es calculada a partir de modelos empíricos.



Figura 26 . Sistema de adquisición de datos de Sónar de Barrido Lateral.

La captura de los datos sonográficos fue realizada con un Sónar de Barrido Lateral remolcado desde una embarcación a una velocidad aproximada de 3 - 5 nudos. y sumergido a una profundidad variable de forma que el sensor sumergido estuviera situado cerca del fondo a una distancia aproximada menor del 20% del rango utilizado.

El sistema de adquisición de datos y de registro de los datos de clasificación de fondos fueron obtenidos con una interface RoxAnn de 200 kHz conectada a la salida de la señal de alta frecuencia de una ecosonda Monohaz. Los datos son grabados y almacenados en un programa de gestión de datos específico para RoxAnn.

En los puntos siguientes se describe también la utilización en tiempo real del clasificador de fondos RoxAnn y su principio de funcionamiento y modo de operación.

1.5.2. Trabajo de campo

Los trabajos de campo consistieron en el remolque del sensor del sistema de sónar de barrido lateral siguiendo las líneas planteadas previamente a la realización de la campaña.

Estas líneas fueron planteadas, como ya se describió, paralelas entre sí, y dispuestas de tal manera que hubiese un solapamiento de las sonografías al utilizar un rango de 180 m. A su vez estaban pensadas para rellenar cada una de las zonas previstas .

El día 2/12/2003 finalizó la toma de datos de sónar de barrido lateral tal y como se había previsto, en las zonas propuestas con anterioridad .

Una vez que se generaron los mosaicos, se ha estudió la posibilidad de rellenar y cubrir algunas zonas, que por su poca profundidad o por condiciones oceanográficas desfavorables no se pudieron rellenar en su día. Una vez conocida las zonas que quedan por cubrir se plantearon nuevas líneas de navegación en las zonas que no se obtuvo el 100% de cobertura (Figura 27).

Para la realización de estas líneas se utilizó un barco de menor calado para poder aproximarse más a la costa y obtener la cobertura del 100 %.

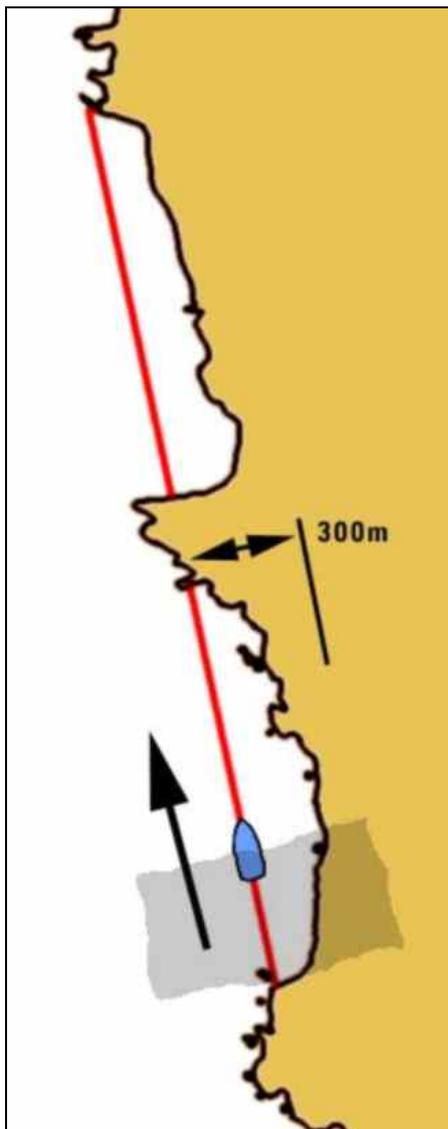


Figura 27 . Planteamiento de las líneas de navegación para las zonas no cubiertas.

Una vez planteadas las líneas sobre los mosaicos preliminares se han tenido que rellenar un total de 21 zonas, la mayoría cercanos a costa que por las condiciones meteorológicas y las características geomorfológicas de la costa no se pudieron completar por las dimensiones de la primera embarcación utilizada (Figura 28).

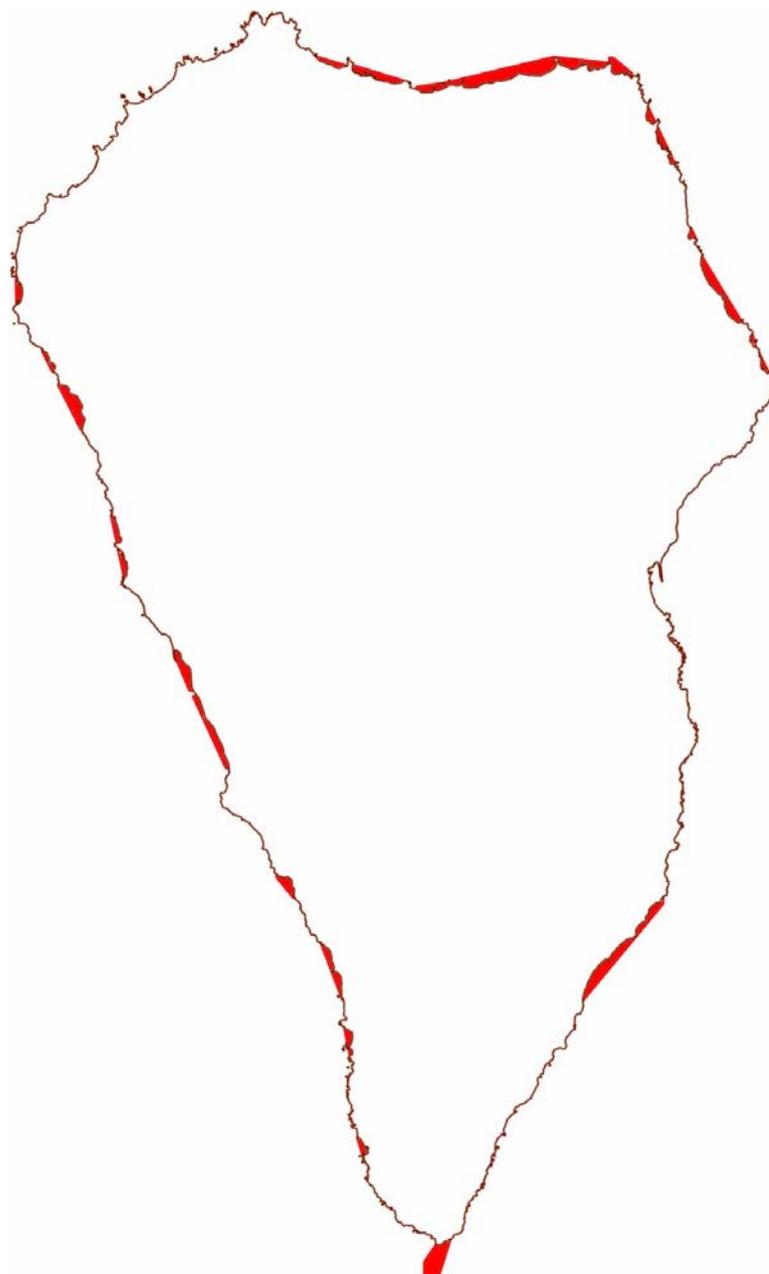


Figura 28 . Relación de las zonas no cubiertas con el sonar de barrido lateral.

1.5.2.1. Recursos humanos

Los trabajos en la mar fueron asistidos por D. Jaime Rey Díaz de Rada, ingeniero técnico especialista en sónar para el manejo de la unidad de adquisición digital, y un ayudante auxiliar para el control de la altura y maniobras del pez arrastrado. Un técnico especialista controlaba la adquisición de los datos del RoxAnn.

1.5.2.2. Recursos Técnicos

Parte de los recursos técnicos utilizados en el estudio morfológico ya han sido descritos en capítulos anteriores, no obstante, a continuación se incluye un resumen de los mismos.

1.5.2.2.1. Ecosonda Monohaz

El levantamiento batimétrico mediante sonda Monohaz se realizó sobre la base de los perfiles de RoxAnn planificados en la zona de estudio: Perfiles perpendiculares a costa de una longitud de 1 km cuando se alcance 50 m de profundidad, o hasta alcanzar esa cota, y separados entre sí, 100 m. En las zonas donde no se cubrió con la ecosonda Multihaz debido a la profundidad, se hicieron líneas perpendiculares a costa separadas 50 metros entre sí (Figura 5). Adicionalmente se realizan perfiles paralelos para comprobar los cortes y asegurar la cobertura total de las zonas, así como la toma de datos muy próximos a la línea de costa.

Para realizar las mediciones de la columna de agua, con sonda Monohaz se ha empleado un sondador acústico ECHOTRAC DF-3200 (Figura 11). Se trata de una ecosonda acústica bifrecuencia con operación simultánea (24 y 200 kHz) con características hidrográficas (Normas IHO) (resolución de $\pm 0.01\text{m}$), con lecturas digital y analógica.

Las calibraciones de la sonda se realizaron con una plancha de calibración graduada en centímetros que era situada a intervalos de profundidades de 2, 5, 10, 15 y 20 metros bajo los transductores. De la misma forma fueron utilizados los perfiles de velocidad de propagación de la velocidad del sonido en la columna de agua obtenidos con la sonda SVP.

1.5.2.2.1.1. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete se ha estructurado según el siguiente esquema:

Mareas:

- Comparación de los datos de mareas obtenidos con el mareógrafo con los datos del anuario de marea para el puerto de Santa cruz de la Palma.
- Organización de los datos del mareógrafo en archivos individuales diarios
- Obtención cotas provisionales de las diferentes colocaciones del mareógrafo (en hojas de navegación)
- Generación de los archivos de mareas en el formato del Hypack.

Limpieza de datos:

- Ordenar archivos de Monohaz y RoxAnn por jornadas de trabajo: cada jornada en el *.Log correspondiente
- Edición de los datos con el singlebeam editor de Hypack: Eliminación de picos y ceros de los campos de profundidad. Elegir alta frecuencia en aguas someras y baja frecuencia en aguas profundas.

Procesado de datos:

- Corrección de mareas de los datos editados para cada jornada (Hypack)
- Exportar los datos a XYZ
- Ajuste de profundidades de Multihaz y Monohaz
- Incluir la línea de costa al grupo de topógrafos del estudio e integrarla en los datos.
- Generación de archivos finales (XYZ)
- Curvado de los XYZ por zonas
- Ajuste de la batimetría de todas las zonas

1.5.2.2.1.2. Resultados alcanzados

En el mes de mayo de 2004, los trabajos de gabinete de procesado de datos de sonda Monohaz habían concluido. A partir de aquí se ajustaron las profundidades de la sonda Monohaz y la sonda Multihaz una vez que estaba curvada toda la batimetría realizada con la Multihaz

1.5.2.2.2. Clasificador de fondos (RoxAnn)

1.5.2.2.2.1. Equipos

El Clasificador de Fondos, RoxAnn (Figura 29), consiste en un sistema que utiliza el método del eco múltiple para obtener una clasificación de las características de los materiales que

constituyen los fondos. A partir de aproximaciones aritméticas y predicciones basadas en determinaciones experimentales, se ha comprobado que existe una relación entre la naturaleza del fondo y los primeros y segundos ecos del pulso emitido. Los dos parámetros que el RoxAnn usa para realizar la clasificación son la Rugosidad E1 y la Dureza E2.



Figura 29 . Unidad central del clasificador de fondos RoxAnn

Una porción de la señal correspondiente al primer eco contiene información sobre el índice de reverberación y el efecto de reflexión oblicua en el fondo (oblique surface backscatter). Debido a que estos dos efectos no pueden ser discriminados fácilmente, la primera parte del eco es eliminada para minimizar la ambigüedad.

La reverberación residual del primer eco es integrada para proporcionar el primer parámetro acústico, **E1**. El E1 corresponde a la segunda mitad del primer eco y es dimensionado para obtener la medida de la Rugosidad del fondo (Figura 30).

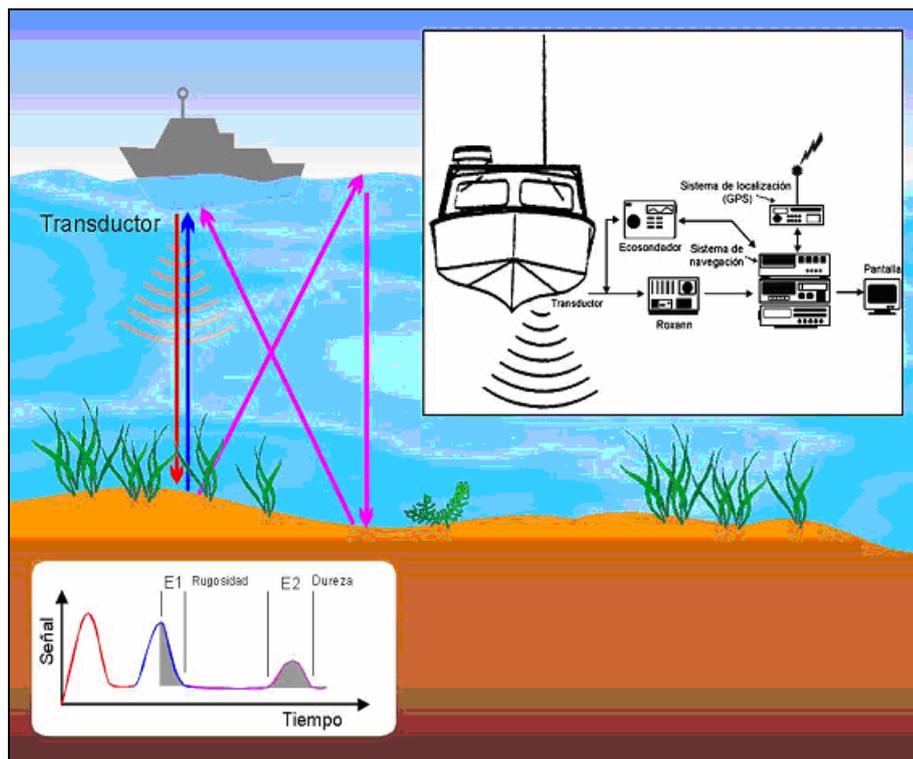


Figura 30 . Principio de funcionamiento del sistema de clasificación de fondos RoxAnn

El segundo parámetro acústico, **E2**, se obtiene a través de la integración de toda la señal del segundo eco, proporcionando una medida relativa de la dureza del fondo.

En ambos casos las integraciones obtenidas son ecualizadas a través de un dispositivo de Ganancia Variable en función del Tiempo (TVG).

1.5.2.2.2. Metodología

El sistema RoxAnn es conectado al ecosonda en paralelo operando con el transductor de 200 kHz. Una conexión vía RS232 genera los valores E1 y E2 a un sistema de adquisición de datos con un software apropiado para generar las clasificaciones preestablecidas.

Estos datos son integrados con los de posicionamiento y son procesados en tiempo real a bordo con un sistema de navegación y adquisición de datos Hypack (Coastal Oceanographics). Los datos del RoxAnn son clasificados y archivados en archivos de formato ASCII.

1.5.2.2.2.3. Trabajo de campo

Para el trabajo de campo con el RoxAnn se siguieron los mismos itinerarios que los utilizados para la sonda Monohaz.

Con fecha del 15 de marzo del 2004 se terminaron todos los transectos que se plantearon. Quedando los datos brutos listos para su procesado en el laboratorio.

1.5.2.2.2.4. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete se ha estructurado según el siguiente esquema y que ha consistido en:

Limpieza de datos:

- Poner en orden los archivos de Monohaz y RoxAnn por jornadas de trabajo: cada jornada en el *.Log correspondiente (este paso ya había sido realizado en el protocolo de la sonda Monohaz)
- Edición de los datos con el “singlebeam editor” de Hypack
- Eliminación de picos y ceros en los campos E1 y E2 en cada uno de los ficheros de línea.

Procesado de datos:

- Exportación los datos limpios a un archivo X, Y, E1, E2 por días de trabajo
- Compilación de todos los archivos en uno único.
- Ajuste de los datos en una hoja de cálculo: Aplicando $10 \cdot \log(E1)$ y $10 \cdot \log(E2)$ para expandir los rangos de los parámetros.
- Ploteo de un gráfico de E1 frente a E2 y identificación de los centros de la nube de puntos que se corresponden con el tipo de fondo más representativo.
- Construcción de los rectángulos (boxes) de RoxAnn en Hypack.
- Generación de archivos finales, para la identificación del ID correspondiente.

En el mes de mayo de 2004, los trabajos de gabinete de procesado de datos de RoxAnn habían concluido. Adicionalmente, los datos de RoxAnn reciben un preprocesado como control de calidad de los datos tomados y su validación.

1.5.2.2.5. Resultados

Los datos procesados de RoxAnn se han representado con una clasificación de falso color provisional según el grupo de calidad de fondo al que pertenecen, siendo comparados y correlacionados con los resultados aportados por el análisis de la morfología para una primera clasificación. Los datos obtenidos son correlacionados con calidad de las muestras de sedimentos y los videotransectos aportados por Interlab.

Respecto a los resultados obtenidos con la utilización del clasificador de fondos RoxAnn, se puede decir que no ha aportado información fiable y por tanto no ha proporcionado resultados concluyentes que permitan su correlación para obtener unas conclusiones claras o razonables. Todo ello es debido en parte a la gran complejidad morfológica de los fondos y a los fuertes y rápidos cambios de pendientes asociados a las grandes profundidades, así como a otros factores exógenos que afectan a su buen funcionamiento.

La asignación de valores de dureza y rugosidad a las señales provenientes de la ecosonda y recogidas por el sistema RoxAnn depende de varios factores, siendo el más importante, la temperatura y salinidad del agua en los distintos puntos de la columna de agua.

La velocidad del sonido en el agua de mar es función de la presión la salinidad y la temperatura (UNESCO, Chen and Millero (1977)),

$$c(S,T,P) = Cw(T,P) + A(T,P)S + B(T,P)S^{3/2} + D(T,P)S^2$$

Donde c es la velocidad del sonido en el agua, T es la temperatura, P la presión y Cw , A , B y D son funciones a su vez de T y P .

Cuando se estudia una isla completa como es el caso, y durante un periodo de tiempo bastante largo, añadiendo el hecho de las grandes profundidades que se han encontrado, se llega a la conclusión de que los perfiles de velocidad del sonido en el agua son muy variables, tanto a lo largo del día como a los largo de estudio completo.

Hay que tener en cuenta que los valores de $E1$ y $E2$ se obtienen del análisis de sucesivas reflexiones del haz acústico emitido por la sonda monohaz, y por tanto acusando en mayor medida las condiciones de propagación del sonido en el agua.

Hoy por hoy, la única forma fiable de asegurar buenos resultados es calibrar el sistema durante el tiempo que dura el estudio. El procedimiento de calibración es la toma de muestras in situ en diferentes lugares para asignar los distintos valores de E1 y E2 (rugosidad y dureza) a un material o tipo de fondo determinado. Realizar esto es una tarea que requiere parar los trabajos a intervalos regulares y por lo tanto cortar los transectos.

Se llevó a cabo una calibración de manera general a lo largo de la zona de estudio en toda la isla. Esto ha llevado a la determinación de 6 grupos principales de clases de fondo que se representan según los rangos de dureza y rugosidad (Figura 31).

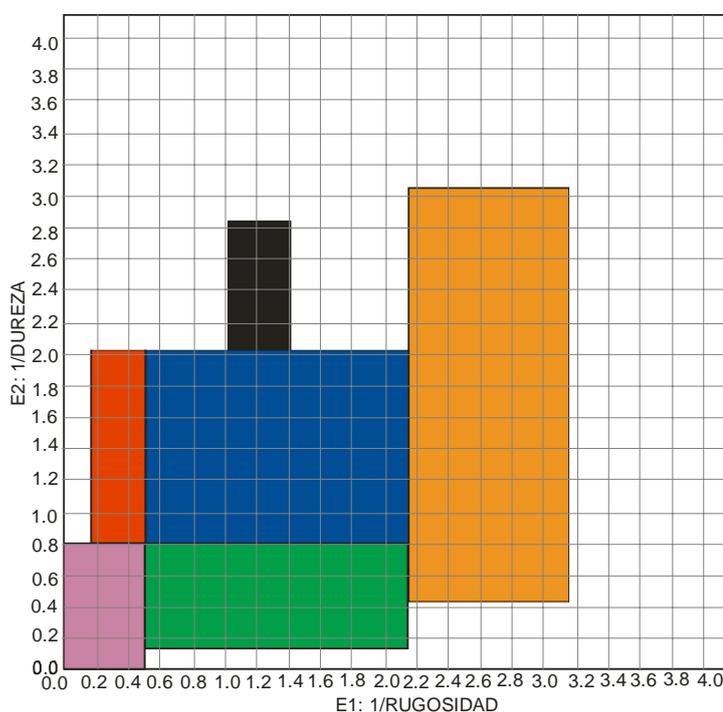


Figura 31 . Representación de las clases de fondo determinadas con el sistema RoxAnn.

Los resultados obtenidos en alguna ocasión han diferido con los claramente visible sen los registros tomados con Sónar de Barrido Lateral, por lo que no han sido de gran ayuda en el proceso interpretativo, tal y como se ha expuesto con anterioridad.

Por tanto se llega a la conclusión, ya conocida antes de comenzar los trabajos, de que el sistema RoxAnn es bastante útil en zonas más pequeñas y con una duración de los trabajos más corta, evitando de esta manera la variabilidad tan grande de valores de dureza y rugosidad asignados a un mismo tipo de fondo.

A partir de los registros pertenecientes a cada línea individual de RoxAnn se realizó un curvado de los datos de las clases diferenciadas. Se han realizado tres planos a escala 1:40000, cubriendo la isla completa. Los planos corresponden a las tres hojas 1:50000 que cubren la isla: 35-37, 35-38 y 35-39. Estos planos se encuentran en el anejo de este informe.

1.5.2.2.3. Sonar de barrido lateral

Para la investigación se ha utilizado un sistema formado por una unidad de sonar de barrido lateral GeoAcoustics de dos canales (100/500 kHz), que incluye una unidad transmisora-receptora GeoAcoustics, un vehículo de arrastre modelo 159 con electrónica submarina modelo SS942 (Figura 32). Como equipo auxiliar un winche eléctrico con cuentametros de salida de cable.

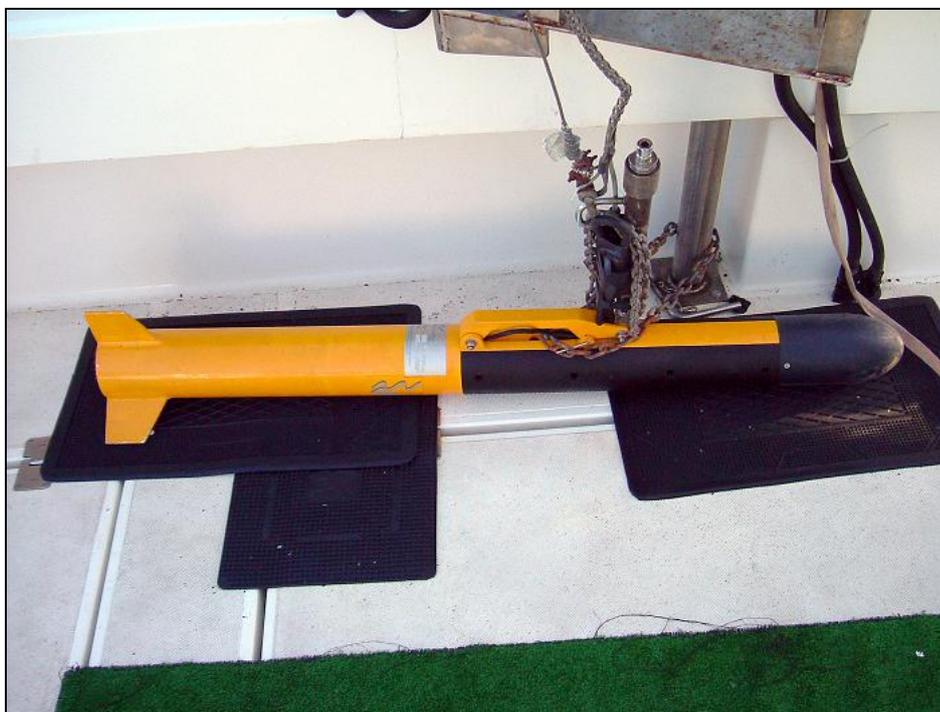


Figura 32 . Unidad trasmisora-receptora GeoAcoustic.

El soporte de los transductores (pez), emite haces de frente plano y alta frecuencia que serán reflejados por el sustrato y recibidos de nuevo por el transductor (Figura 33). Del eco de cada pulso llega una señal estrecha del fondo, perpendicular a la línea de avance del sonar. Las señales acústicas recogidas son convertidas en energía eléctrica y son enviadas por el pez a través del cable a la UCP del SSS donde se generan los registros gracias a un

software de interpretación. De este modo se visualizan los registros de sónar de manera continua y en tiempo real permitiendo replantear los recorridos *in situ*.

En el registrador la señal es procesada para que sea reproducida por el mecanismo de grabación. En la mayoría de los registradores, la corriente es proporcional a la intensidad del eco. El eco mas fuerte, corresponde a la marca mas oscura sobre el papel de registro. Separadamente, cada línea de barrido posee las diferentes respuestas del fondo en un pequeño espaciado, pero cuando se apilan todas las líneas una al lado de la otra, se obtiene la representación del fondo, sus características y los objetos que yacen sobre él.

Las imágenes quedan representadas en continuo en dos bandas sobre el papel de registro, separadas por una línea blanca, que corresponde a la línea seguida por el sonar. Cada una de las bandas del papel de registro corresponde al área barrida a ambos costados del buque por cada canal, como respuesta a la recepción de los ecos laterales.

La línea blanca que aparece en el centro del registro, no significa que el sonar no capte el fondo directamente por debajo del pez. Los ángulos verticales de los lóbulos, son lo suficientemente amplios para que se solapen por debajo del pez.

Los registros de sonar se realizan de forma digital sobre una pantalla de video después de un proceso de adquisición y preprocesado. Las señales analógicas son convertidas a señales digitales a través de un conversor electrónico y son almacenadas sobre un soporte magneto-óptico o magnético después de ser preprocesadas a bordo. De esa forma , más tarde en el laboratorio, los registros pueden ser procesados para su ecualización y anamorfosis y poder agruparlos en mosaicos (sonoplanos).

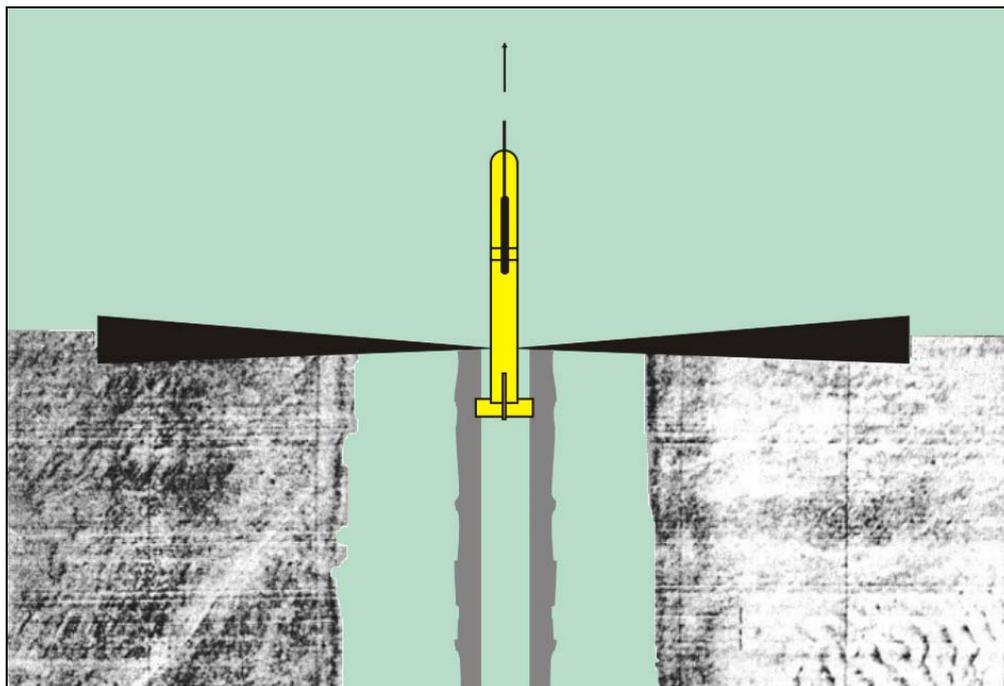


Figura 33 . Esquema que muestra la generación de una sonografía durante la operación de un sonar de barrido lateral.

1.5.2.2.4. Equipos de gabinete

Los equipos para el procesado de las sonografías y los datos (E1-E2) obtenidos con el RoxAnn han sido los que se describen a continuación:

- Un sistema Eoscan para la corrección de la anamorfosis de las sonografías.
- Un sistema Eomap para la elaboración de los mosaicos sonográficos
- Un sistema de gestión RoxAnn de Coastal Oceanographics

Posteriormente, los datos son gestionados y exportados a formato CAD-DXF, para ser procesados en Autocad y ser exportados en formato de ArcView para su incorporación a un SIG.

1.5.2.3. Metodología

Durante la investigación morfológica y geométrica, se obtienen registros sonográficos cuya escala de barrido, a ambos costados del buque, es de 180 por canal, tal y como se ha apuntado anteriormente (el sistema Eoscan permite ajustar el rango de los perfiles posteriormente en gabinete).

Durante los trabajos, el sensor del Sonar de Barrido Lateral (pez) se cala en función de la profundidad existente. Los cambios y variaciones del calado del pez se realizaron de forma continua, en función de la profundidad y del gradiente de pendiente, anotando sobre el soporte informático (Eoscan), la longitud del cable arriado por la popa (layback), al objeto de poder realizar las correcciones correspondientes del desfase de la antena de posicionamiento con respecto del sensor arrastrado (Figura 34).

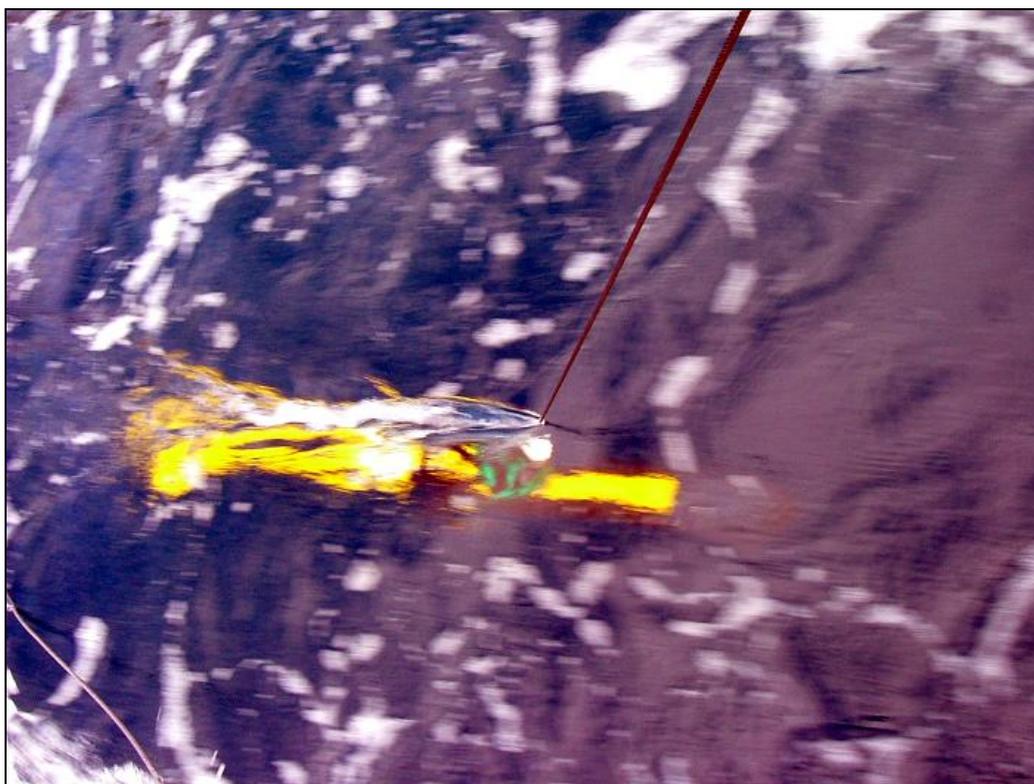


Figura 34 . Método de trabajo con el sonar de barrido lateral.

Las investigaciones efectuadas para la cartografía de detalle de la morfología superficial y la detección de elementos u objetos sobre la superficie del fondo, consisten en la realización de perfiles sonográficos con un sonar de barrido lateral sobre el trazado de líneas planificadas de la malla de perfiles teóricos. Las líneas planificadas son las mismas que las utilizadas en el estudio para la realización de la batimetría con sonda Multihaz.

El levantamiento de la investigación sonográfica se realizó sobre la base de perfiles sonográficos con un rango de 180 m (300 ms) solapados aproximadamente en un 50% de cobertura, dependiendo, al igual que la sonda Multihaz, de la profundidad. La resolución obtenida en las imágenes es de 0.1 m/píxel.

1.5.3. Interpretación de los sonogramas.

1.5.3.1. Metodología

El secreto para comprender e interpretar las sonografías es la geometría. El pez del sonar lateral contiene las cerámicas transductoras y es arrastrado bajo la superficie del mar. El sonar mide y representa las imágenes de los reflectores desde el pez y por lo tanto todo debe ser referido a esta posición. La señal del fondo será precedida por los ecos del fondo que sucesivamente están a mayores distancias. Hay que comprender que todas estas señales son "valores de distancia directas desde el pez al objeto" y no representan la distancia horizontal desde los objetos a la proyección vertical de línea que sigue el barco. Esta puede ser fácilmente calculada en tiempo real por los sistemas de adquisición de datos digitales.

La interpretación de registros sonográficos sólo se puede hacer bien con la experiencia. Esto no quiere decir que un equipo de Sonar Lateral no pueda ser manejado satisfactoriamente por un operador con cierta experiencia. Sin embargo todo ello lleva su tiempo, y lo que es importante es como saber captar las características, y objetos que se encuentran en el fondo, utilizando esta técnica.

1.5.3.2. Identificación de reflectividades

Una sonografía consiste básicamente en un soporte digital sobre el que quedan marcados distintos tonos de oscurecimiento de resolución e intensidad variable. La interpretación de todas estas figuras hablarán de los fenómenos relacionados con su naturaleza y características morfológicas. Dos causas principales influyen en el grado de oscurecimiento del registro sonográfico:

- Propiedades reflectivas del material que forma el fondo marino (impedancia y difusión acústica)
- Características topográficas y rugosidad del fondo.

En gabinete, una vez realizadas las correcciones necesarias para eliminar las distorsiones laterales, distorsiones longitudinales y columna de agua (corrección del Slant-Range) en los registros sonográficos, se confecciona en formato digital el mosaico sonográfico utilizando los registros sonográficos corregidos geoméricamente (anamorfizados) con el programa Eomap.

Sobre los registros digitales georreferenciados y posteriormente sobre el mosaico sonográfico (Figura 35), se realiza una interpretación y localización de las estructuras existentes sobre el fondo, digitalizándolas y vectorizándolas para ser incluidas más tarde como regiones (p.e. rodales de arena, grava, cantos, bloques, surcos, piedras), o en su caso como artefactos u objetos, denominados como objetos submarinos no identificados (OSNI). Junto a cada blanco, y de forma automática con el sistema Eoscan se selecciona la imagen en PCX y las coordenadas correspondientes.

Los mosaicos generados a partir de los registros pertenecientes a cada línea individual se utilizaron para la interpretación de los principales accidentes geomorfológicos. Se han realizado tres planos a escala 1:40000, cubriendo la isla completa. Los planos corresponden a las tres hojas 1:50000 que cubren la isla: 35-37, 35-38 y 35-39. Estos planos se encuentran en el anejo de este informe.

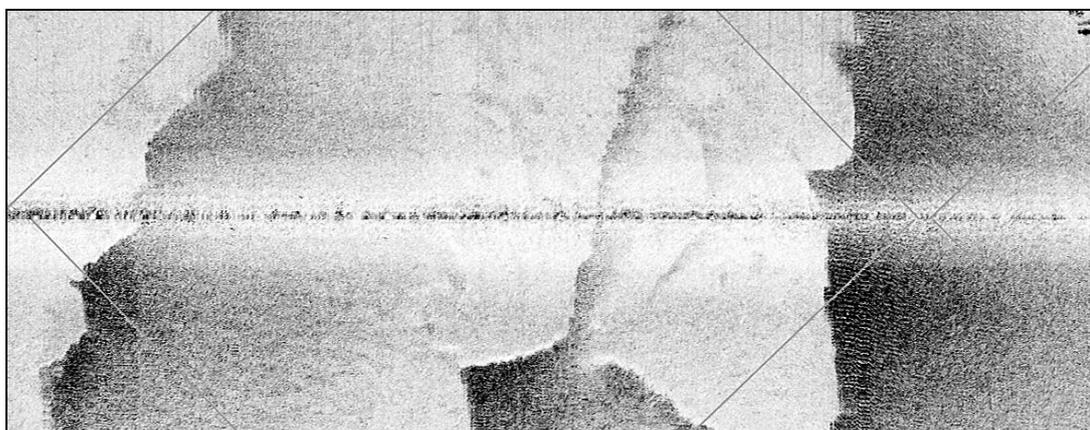


Figura 35 . Mosaico de registro de sonar de barrido lateral donde se puede apreciar zonas de arenas y gravas.

1.5.4. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete se ha estructurado según el siguiente esquema:

- Limpieza de datos
- Ordenar archivos *.DAT (EOSCAN) en directorios, por zonas
- Convertir archivos *.DAT en *.XTF (Extended Triton Format).
- Generar listas de archivos por zonas
- Procesado de datos
- Corrección del Slant Range a todas las líneas de todas las zonas (Sonarweb)
- Comprobar desfases por layback y corregirlo (Sonarweb)
- Comprobar situación correcta de las zonas, exportando GEOTIFF y colocándolo en Hypack con la costa. Comprobar y ajustar desfases.
- Generación de archivos finales: Mosaicos y planos de itinerarios.
- Impresión de los mosaicos por zonas.
- Interpretación de los mosaicos: Primero en papel y luego digitalizar en Sonarweb.

Se ha utilizado el formato XTF por ser un estándar en el procesado e intercambio de registros de sónar de barrido lateral.

A su vez se han clasificado los registros tomados en papel térmico durante la toma de datos de campo. Estos se han plegado, indexado y convenientemente agrupados por zonas con su correspondiente ficha de catálogo.

En los planos que se elabora una simbología para señalar todos los cambios de reflectividad y su equivalente mas probable asociado como rocas, arenas, fangos, restos antrópicos, etc.,

1.5.5. Resultados preliminares

Se han realizado una interpretación previa de los mosaicos de sónar de barrido lateral de todas las zonas de la Isla. Esta interpretación se concretará cruzando los datos del clasificador de fondos, batimetría y análisis de muestras procedentes de Interlab.

Una vez analizada y vectorizada toda la cartografía fue preparada para su introducción en el SIG, adoptando la simbología tradicional morfológica, enumerando los elementos descritos en el pliego de condiciones técnicas.

1.5.6. Comentario a las hojas

1.5.6.1. Introducción

La morfología del frente litoral de la zona de estudio es muy variada y cambiante a lo largo de todo el desarrollo de la zona estudiada. En la isla de La Palma la morfología de los fondos está ligada principalmente a los procesos volcánicos que han edificado la Isla y a los procesos de la dinámica marina con sus aportes y estructuras sedimentarias deposicionales.

En términos generales el relieve submarino de la Isla de La Palma está caracterizado por presentar taludes escalonados con pendientes que alcanzan los 30° sobre sus flancos, que se van suavizando progresivamente hacia mayores profundidades (sobre 1°) a unos 40 Km de distancia de la costa al pie de la Isla.

Los fondos litorales están dominados por la presencia de fuertes escarpes y taludes escalonados, que se van suavizando a medida que nos alejamos hacia el mar, hasta llegar al borde de la plataforma insular, que constituye un accidente morfológico de primer orden, donde a partir de este punto se produce un brusco cambio de pendiente, a partir del cuál los fondos se desarrollan en un talud insular de gran pendiente hasta alcanzar los fondos oceánicos profundos.

Para la realización de esta descripción de la morfología realizada, se han utilizado puntos de referencia de la Carta Náutica perteneciente a la Isla de La Palma (519) editada por el Instituto Hidrográfico de la Marina y las distintas hojas del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:25.000 que conforman la isla, editados por el Instituto Geográfico Nacional.

A fin de facilitar la descripción, se ha procedido a dividir la isla en varios sectores en los que se han especificado todos aquellos topónimos que de un modo u otro permitan ser referidos de manera sencilla a sus homónimos originales expuestos en las Hojas, con idea de que sirvan de guía para una mejor localización del área que interese y por supuesto, para que guarden la mayor concordancia posible con la realidad. Asimismo, cada uno de los sectores viene precedido de su ubicación en hojas 1:5000, de una numeración establecida siguiendo el esquema de división zonal de la isla (Figura 2).

Las variaciones de los gradientes de pendiente y de los relieves batimétricos son muy altos, tanto en número como en el valor de la pendiente, lo que permite diferenciar, a grandes rasgos a lo largo de todo el contorno de la Isla, 5 amplios sectores morfológicos:

- Sector NW-N-NE. Desde el Barranco de Garome al Oeste, hasta la Punta de La Galga en la costa Este, con un desarrollo aproximado de 39.1 km
- Sector NE-SE. Desde la Punta de La Galga hasta la Punta de Arenas Blancas al Sureste, con un desarrollo aproximado de 20.3 km.
- Sector SE-S. Desde la Punta de Arenas Blancas hasta la Punta de Fuencaliente al Sur, con un desarrollo aproximado de 20.3 km.
- Sector S-SW. Desde la Punta de Fuencaliente hasta la Punta de Lava al Suroeste, con un desarrollo aproximado de 18.6 km.
- Sector SW-NW. Desde la Punta de Lava hasta el Barranco de Garome al Noroeste, con un desarrollo aproximado de 18.7 km.

Estos sectores están diferenciados por la anchura de la plataforma insular, el gradiente de pendiente, la estructura geológica de los fondos y la distribución sedimentaria, lo que les confiere una distribución de elementos morfológicos característicos en cada uno de los sectores anteriormente definidos.

1.5.6.2. Elementos morfológicos

La cartografía general submarina de la Isla muestra que los fondos están constituidos en su mayoría por rocas volcánicas aflorantes, formadas por la sucesiva superposición de coladas volcánicas y la aparición de edificios volcánicos.

Los fondos sedimentarios se reparten de forma muy desigual a lo largo de la plataforma y talud insular y cubren una superficie aproximada del 30% de la superficie investigada. Los mapas morfológicos nos muestran que los sedimentos blandos se desarrollan principalmente al amparo de la deposición de aportes marinos, capas de cenizas volcánicas y por depósitos de laderas procedentes de los derrubios de los flancos de la Isla, sin que se haya detectado ningún elemento morfológico ligado a la actividad biológica.

Desde un punto de vista genético, los distintos tipos morfológicos que están presentes en la plataforma costera se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: morfologías volcánicas, morfologías deposicionales, morfologías erosivas y morfologías gravitacionales.

1.5.6.2.1. Morfologías de fondos rocosos.

Los fondos de roca que cubren aproximadamente el 70% de la superficie investigada, estando presentes en la mayoría de todas las hojas estudiadas. Los afloramientos rocosos masivos están formados por la superposición de coladas de rocas volcánicas, continuación de las que se han generado durante los episodios eruptivos en los flancos y laderas de la Isla. Dependiendo de la naturaleza y composición de cada colada, el relieve resultante puede ser abrupto, accidentado o suavizado.

La superposición de coladas de edad y composición litológica diferente, y su flujo hacia los flancos de la plataforma insular, dan lugar a la formación de barrancos, canales, cauces y numerosos escarpes y abruptos cambios de pendientes formados a lo largo de su desarrollo y en los frentes de coladas. Una buena parte de las morfologías de la costa emergida tienen su continuidad en los fondos marinos, especialmente los valles, barrancos, ejes de cumbre de dorsales y coladas de cenizas volcánicas. En las zonas de aguas someras, estas morfologías son claramente erosivas y son producidas por el embate de las olas y la dinámica marina, dando lugar a terrazas mareales, escollos e islotes.

En algunos lugares se ha detectado la presencia de edificios volcánicos y bloques alóctonos relacionados con las emisiones volcánicas, formando conos y domos volcánicos.

1.5.6.2.2. Morfologías de fondos blandos

Las morfologías deposicionales superficiales de sedimentos blandos no consolidados, se encuentran asociadas a sectores más o menos extensos de la plataforma insular repartidos muy desigualmente. Estas morfologías están indicadas en la cartografía tomando en consideración la clasificación textural superficial de los sedimentos que los forman y su reflectividad acústica. Entre ellas se puede distinguir la siguiente clasificación:

- Reflectividad muy baja, asociada a sedimentos no consolidados muy finos formados por fangos y arenas muy finas.
- Reflectividad baja, de sedimentos no consolidados finos y medios constituidos por arena muy fina, arena fina y arena media.
- Reflectividad media, asimilada a sedimentos no consolidados medios-gruesos formados por arena media, arena gruesa, arena muy gruesa y grava.
- Reflectividad muy alta, relacionada con afloramientos rocosos masivos que ocasionalmente pueden contener rellenos de sedimentos.

Las morfologías deposicionales que se desarrollan en la Isla están representadas por los siguientes cuerpos y elementos morfológicos sedimentarios:

- Ejes de cauces o barrancos submarinos colmatados por sedimentos.
- Crestas o ejes de dorsales o barras arenosas de los depósitos sedimentarios con morfologías positivas.
- Megarriples y ripples formados por estructuras sedimentarias debidas a corrientes de fondo o a oleajes.

1.5.6.2.3. Morfologías gravitatorias

Están relacionadas con el movimiento de masas de sedimentos con un sentido de desplazamiento hacia las laderas del talud insular e incluyen los deslizamientos y cicatrices de despegue. Se han cartografiado los frentes de los despegues como escarpes.

1.5.6.3. Descripción de la morfología de los fondos por zonas

A continuación se describen (en sentido de las agujas de reloj) las características y localización de los diferentes tipos morfológicos en los sectores estudiados a lo largo de la costa de la Isla. Se describen por Zonas de trabajo para cada sector geográfico (Figura 2).

1.5.6.3.1. Sector Noroeste-Norte-Noreste.

Está caracterizado por presentar una costa muy acantilada y muy recortada a cuyo pie se desarrolla una ancha y aplacerada plataforma insular. La aparición de puntas, escollos e islotes (roques) es muy frecuente a lo largo de toda la costa.

Este sector incluye las Zonas de trabajo Nos. 5, 6, 7, 8, 9. (ver Figura 2 para su localización).

1.5.6.3.1.1. Zona 5

Hojas a escala 1:5000

35-37	2-4	2-3	2-2
	1-4	1-3	

Corresponde a una zona litoral extensa, tanto en longitud como en anchura que se desarrolla desde Punta Gorda al sur, hasta la Punta de La Lomada Grande al norte. La plataforma insular es muy extensa y en el límite de la Zona estudiada encontramos los 80 metros de profundidad, situados a más de un kilómetro de la costa. En las hojas no aparece el límite externo donde se produce el cambio brusco de pendiente hacia el talud insular.

Desde el punto de vista morfológico la plataforma litoral aparece con relieves generales suaves pero que son complejos y abruptos en la zona de aguas someras. Los materiales que forman el fondo corresponden a fondos de reflectividad muy alta (afloramientos rocosos masivos) formados por la superficie de coladas de lava, y fondos de reflectividad muy baja, baja y media, correspondientes a los diferentes calibres sedimentarios.

Los fondos de roca masiva se localizan a lo largo de toda la costa hasta profundidades de 20-25 metros, aunque frente a las puntas se extienden aguas afuera hasta más allá de los 50 metros de profundidad. Los fondos rocosos son accidentados y sobre ellos se superponen numerosos accidentes morfológicos relacionados con el relieve superficial de las coladas volcánicas y que corresponden a cauces, canales y barrancos separados por crestas rocosas.

Sobre la orla rocosa que bordea toda la costa aparecen numerosos bajos, islotes (roques) y escollos, entre los que destaca el Roque del Molinero.

Los fondos blandos ocupan extensas superficies cubriendo los fondos de piedra. Dominan los fondos de reflectividad baja (arenas finas y medias), alternados con fondos de reflectividad media (arenas muy gruesas y gravas). Sobre estos últimos se encuentran áreas de ripples y megaripples frente a las desembocaduras de los barrancos de Izcagua y Galería.

1.5.6.3.1.2. Zona 6

Hojas a escala 1:5000

	4-1		
35-37	3-2	3-1	3-1a
	2-3	2-2	2-1

Es una Zona muy extensa en anchura situada en una de las fachadas de la Isla donde la dinámica marina y los temporales la azotan frecuentemente, por lo que junto a su condición acantilada y constitución geológica aparece salpicada de una gran complejidad de accidentes morfológicos, como puntas, prois, grutas, roques, escollos, etc.,. Esta Zona se extiende desde la Punta del Puerto Viejo al sur, hasta la Punta del Mudo al norte y corresponde a una Zona litoral extensa, tanto en longitud como en anchura. La plataforma insular es muy extensa y en el límite de la Zona estudiada encontramos los 90 metros de profundidad, situados a mas de un kilómetro de la costa. En las hojas no aparece el límite externo donde se produce el cambio brusco de pendiente hacia el talud insular.

Desde el punto de vista morfológico la plataforma litoral aparece con relieves generales complejos y abruptos en la zona de fondos rocosos, en los que son frecuentes un gran número de cicatrices morfológicas. Los materiales que forman el fondo corresponden, en un 70% a fondos de reflectividad muy alta (afloramientos rocosos masivos) formados por la superficie de coladas de lava, y aproximadamente un 30% a fondos de reflectividad muy baja, baja y media, correspondientes a los diferentes calibres sedimentarios.

Los fondos de roca masiva se localizan a lo largo de toda la costa hasta profundidades de 20-25 metros, aunque frente a las puntas se extienden aguas afuera hasta mas allá de los 50 metros de profundidad. Los fondos rocosos son accidentados y sobre ellos se superponen numerosos accidentes morfológicos relacionados con el relieve superficial de las coladas volcánicas y que corresponden a cauces, canales y barrancos separados por crestas rocosas.

Sobre la orla rocosa que bordea toda la costa aparecen numerosos bajos, islotes (roques) y escollos, entre los que destacan el Roque de Santo Domingo, Roque de Tabaidas, Roque del Guincho, Roque de Punta Valiero y los Roques de La Sal.

Los fondos blandos ocupan extensas superficies situándose entre los fondos de piedra. Dominan los fondos de reflectividad baja (arenas finas y medias), alternados con fondos de reflectividad media (arenas muy gruesas y gravas). Sobre estos últimos se encuentran áreas de ripples y megarripples frente a las desembocaduras de los barrancos. Los fondos blando llegan hasta la costa solamente en la ensenada de la Caleta de la Hoya situada entre la Punta del Pesquero y la Punta del Charcolino.

1.5.6.3.1.3. Zona 7

Hojas a escala 1:5000

35-37	5-2	5-1	
	4-2	4-1	4-1a
	3-1	3-1a	

La orientación geográfica E-O de esta Zona caracteriza la morfología del litoral y de la costa recortada, en la que aparecen numerosos accidentes geográficos y morfológicos constituidos por cabos, puntas, roques, escollos y peñascos. Corresponde a una extensa superficie que en la, tanto en su parte oeste como en su parte este, hay un acercamiento hacia la costa del límite externo de la plataforma insular, el cambio de pendiente y la parte alta del talud insular hasta aproximadamente los 300 metros de profundidad.

Es una Zona extensa se extiende desde la Punta del Mudo al oeste hasta la Pata del Roque al este. A lo largo de su desarrollo se va observando un aumento de los fondos blandos hacia el este y una disminución progresiva de los fondos de roca, sin que en ningún momento desaparezca la orla litoral de fondos masivos formados por la extensión de las coladas de lava emergidas hacia aguas afuera.

Desde el punto de vista morfológico la plataforma litoral aparece con relieves complejos y abruptos en la zona de fondos rocosos, en los que son frecuentes un gran número de cicatrices y escarpes. En el complejo promontorio que se conserva alrededor de la Punta de Adalid, los fondos próximos a la costa son muy acantilados, de forma que al pie de la costa se alcanzan rápidamente los 30 metros de profundidad.

Los materiales que forman el fondo corresponden, en un 60% a fondos de reflectividad muy alta (afloramientos rocosos masivos) formados por la superficie de coladas de lava, y aproximadamente un 40% a fondos de reflectividad muy baja, baja y media, correspondientes a los diferentes calibres sedimentarios y que se extienden hasta el límite externo de la plataforma insular.

Los fondos de roca masiva se localizan a lo largo de toda la costa hasta profundidades de 20-40 metros, aunque frente a las puntas se extienden aguas afuera hasta mas allá del cantil del talud insular. Los fondos rocosos son accidentados y sobre ellos se superponen

numerosos accidentes morfológicos relacionados con el relieve superficial de las coladas volcánicas y que corresponden a cauces, canales y barrancos separados por crestas rocosas.

Sobre la orla rocosa que bordea toda la costa aparecen numerosos bajos, islotes (roques) y escollos, entre los que destacan el Roque, Los Peñascos, Roque de la Magdalena, Roques de los Cayos y La Pata del Roque en el límite este de la Zona.

Los fondos blandos ocupan extensas superficies en la parte oriental de la Zona. Dominan los fondos de reflectividad baja (arenas finas y medias), alternados con fondos de reflectividad media (arenas muy gruesas y gravas). Sobre estos últimos se encuentran áreas de ripples y megaripples en el borde externo de la plataforma frente a las desembocaduras de los barrancos de Fagundo y de los Hombres.

1.5.6.3.1.4. Zona 8

Hojas a escala 1:5000

35-37	7-2	7-1
	6-2	6-1
	5-2	5-1

Esta Zona se extiende de oeste a este desde las Bajas de los Chochos situadas frente a la desembocadura del Barranco de los Franceses hasta Punta cumplida. Corresponde a una costa recortada con numerosas puntas y salientes rocosos en su borde oriental. La plataforma insular en esta Zona es muy extensa y aplacerada, con un límite exterior de rotura de pendiente situado aproximadamente entre los 90 y 110 metros de profundidad presente en los dos extremos de la Zona estudiada.

Entre las coladas de los fondos de roca volcánica los sedimentos blandos ocupan los espacios de forma compartimentada, con fondos de reflectividad media, baja, muy baja cubriendo una superficie aproximada del 50% y salpicada por pequeños afloramientos de piedra de pequeña extensión. Estos materiales blandos están alimentados por la descarga de materiales sedimentarios traídos por los numerosos y potentes barrancos que desembocan en la costa que entre los más notorios se encuentran el Barranco de los Franceses, de Melchor, el de Los Gallegos y el de La Vica. Posteriormente los sedimentos

son movilizados por la dinámica marina distribuyéndolos y clasificándolos según los calibrajés y la naturaleza sedimentaria. Prueba de ello, son las numerosas áreas sobre las que se desarrollan estructuras de corriente del tipo ripples y mega ripples.

Los fondos rocosos de reflectividad media y alta se reparten a lo largo de toda la orla litoral como tónica general en toda la Isla, ocupando todo el desarrollo de la costa con escasa extensión transversal, haciéndolo únicamente frente a las puntas, como es el caso del Prois de los Gallegos, La Puntilla, Punta Gaviota. Los Camachos y la Punta del Corcho, donde las coladas volcánicas rocosas continúan aguas afuera hasta superar los 50 metros de profundidad y alcanzar el borde de la plataforma. Otros afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpican el borde de la plataforma insular, la rotura de pendiente y la parte alta del talud.

Otros elementos morfológicos presentes en las hojas son los relacionados con los relieves de las coladas rocosas y el encajamiento de valles y barrancos, así como los escarpes.

1.5.6.3.1.5. Zona 9

Hojas a escala 1:5000

35-37	8-4	8-3	8-2	
	7-4	7-3	7-2	7-1

Esta Zona está situada en la fachada N-E, se extiende de norte a sur desde Punta Cumplida hasta la Punta del Guincho y está expuesta a los vientos alisios que soplan directamente sobre ella, provocando una dinámica marina muy enérgica que ha recortado y erosionado todo su litoral. Una muestra de ello son los numerosos accidentes costeros que nos encontramos con numerosas puntas y salientes rocosos.

Los fondos rocosos de reflectividad alta y muy alta se reparten a lo largo de toda la orla litoral, ocupando todo el desarrollo de la costa con escasa extensión transversal, haciéndolo únicamente frente a las puntas donde las coladas volcánicas rocosas continúan aguas afuera sin superar los 30 metros de profundidad excepto frente al sector comprendido entre Punta Cumplida y Punta Salvajes, donde llegan a alcanzar los 50 metros. Otros afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpican el borde de la plataforma insular, la rotura de pendiente y la parte alta del talud.

La plataforma insular en esta Zona va restringiendo su extensión hacia el sur con un límite exterior de rotura de pendiente situado aproximadamente entre los 80 y 100 metros de profundidad y recortado en dos puntos por la presencia de cabeceras de barrancos submarinos que se sitúan frente a Punta Espíndola y la Punta del Guincho.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa, como es el caso de los islotes que se encuentran las inmediaciones de Las Galletas, Punta Salvajes, Roque Nuevo y el Cercado Grande.

Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas. Estas morfologías están muy desarrolladas frente a Punta Espíndola y Punta del Guincho, donde aparecen dos grandes cabeceras de cañones que surcan el talud insular. Estos barrancos submarinos se relacionan con la erosión producida por despegues de avalancha hacia las grandes profundidades a través del talud insular.

Los fondos blandos de reflectividad baja y media aparecen dominando gran parte de la plataforma insular, extendiéndose hasta el borde de la ruptura de pendiente (cantil). Sobre los fondos blandos destacan las lenguas de fondos de reflectividad media y alta correspondientes a los materiales sedimentarios gruesos (gravas y arenas muy gruesas), así como algunos rodales de morfologías debidas a las corrientes (ripples y megarripples) y depósitos sedimentarios de reflectividad muy baja..

1.5.6.3.2. Sector Noreste-Sureste.

Este sector incluye las Zonas de trabajo Nos. 10, 11, 12, 13. (ver Figura 2 para su localización).

Este sector presenta grandes variaciones de anchura de la plataforma, de forma que a medida que vamos avanzando hacia el sur, la plataforma insular va reduciendo su anchura hasta llegar a ser muy estrecha, situándose su límite externo a menos de 500 metros de la costa con un talud de gradiente de pendiente muy fuerte. Los fondos de reflectividad alta y muy alta (rocosos) van también aumentado en extensión y cobertura con su avance hacia el sur. La orla rocosa que bordea el litoral de la isla, en este sector es reducida en la parte

septentrional con algunos claros litorales, lugares donde los fondos de reflectividad baja y media (arenas y gravas) se desarrollan desde la línea de costa aguas afuera. Los fondos blandos de reflectividad baja y media están localizados en extensiones que llegan a alcanzar el borde externo de la plataforma insular, tal y como ocurre al norte de Santa Cruz de La Palma.

1.5.6.3.2.1. Zona 10

Hojas a escala 1:5000

35-37	8-6	8-5	8-4
	8-6 ^a		

Esta Zona se sitúa geográficamente en la fachada noroeste de la Isla y consecuentemente expuesta a la dinámica marina asociada a régimen de vientos alisios que dejan sentir su influencia, tanto en lo que respecta al desarrollo de la línea de costa como en la distribución morfológica de sus fondos. Como consecuencia aparecen numerosas puntas, escollos y roques aislados en el mar, como son la Laja de la Punta del Bajo, la Laja del Mazarico, el Roque de Puerto Rico y el Ancón. Esta Zona se extiende desde la punta de la Galga al norte hasta la Punta Salinas al sur.

El tramo de litoral que abarca esta Zona es amplio, siendo su plataforma insular extensa, ya que los 50 metros de profundidad se localizan mas allá del kilómetro de distancia desde la costa. No obstante, tanto en su parte norte como en la sur, se ha cartografiado el límite exterior de la plataforma insular, la rotura de pendiente y la parte alta del talud.

Los fondos de reflectividad baja y media dominan aproximadamente el 80% de su superficie de la Zona, llegando a alcanzar el límite externo de la misma. Los elementos morfológicos mas relevantes que existen sobre los fondos blandos, además de grandes espacios de sedimentos gruesos (arenas muy gruesas y gravas), son las áreas de estructuras de corrientes tipo ripples y megaripples. Un buen ejemplo de ello es el cordón, de este tipo de estructuras sedimentarias, que bordea la costa entre los -5 y -20 m, desde Bajamar de La Galga hasta la Punta del Peñón y la Laja de la Punta del Bajo. Otros depósitos de reflectividad media y alta (arenas gruesas y gravas) se encuentran a lo largo de la parte alta del cantil exterior.

Los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) se sitúan en forma de afloramientos salpicando los fondos blandos, y de forma generalizada en una orla discontinua y de poca extensión a lo largo de todo el desarrollo de la línea de costa. Estos fondos rocosos costeros están formados por lavas volcánicas continuación de las que existen en la zona costera emergida. Sobre ellos destacan numerosos resaltes y escarpes morfológicos.

Frente a la costa que se encuentra entre el Barranco de Galga y el Barranco de Nogales y en el límite externo de la plataforma y parte alta del talud, se desarrolla una cabecera de un gran barranco submarino surcado por numerosos valles y crestas rocosas que arranca desde los 40 metros de profundidad hacia los fondos profundos.

1.5.6.3.2.2. Zona 11

Hojas a escala 1:5000

35-37	8-6a	8-6
	8-7a	8-7
	8-8	

Esta Zona está situada en la fachada este de la Isla, se extiende de norte a sur desde Punta Salinas al norte hasta la Punta de Cardones al sur. La costa presenta numerosos accidentes costeros con numerosas puntas, salientes rocosos y pequeños abrigos. La extensión de la plataforma insular es reducida situándose a menos de 500 metros de la costa, para dar paso al cantil o límite de la rotura de pendiente hacia el talud insular.

En esta Zona predominan los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) que ocupan toda una orla en la zona costera litoral y la totalidad del talud insular. Los fondos blandos (reflectividad baja y media) se sitúan en una franja continua entre la orla rocosa costera y los fondos de roca masiva que ocupan la rotura de pendiente y el talud.

Sobre los fondos blandos aparecen afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpicando toda la Zona hasta el borde de la plataforma insular y la rotura de pendiente. El límite exterior de rotura de pendiente está situado aproximadamente entre los 50 y 70 metros de profundidad.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa. Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas. Estas morfologías están desarrolladas preferentemente en el cantil aunque no son muy numerosas. Solamente una de ellas destaca por su magnitud frente a la desembocadura del Barranco del Agua, aunque aparece parcialmente rellena de sedimentos con una morfología próxima a un abanico submarino poco desarrollado.

Los fondos blandos de reflectividad media y alta aparecen dominando gran parte de la plataforma insular, extendiéndose hasta el borde de la ruptura de pendiente (cantil). Sobre los fondos blandos destacan las lenguas de fondos de reflectividad alta correspondientes a los materiales sedimentarios gruesos (gravas y arenas muy gruesas), así como algunos rodales de morfologías debidas a las corrientes (ripples y megaripples) y depósitos sedimentarios de reflectividad muy baja.

1.5.6.3.2.3. Zona 12

Hojas a escala 1:5000

35-37	8-8
	7-8
35-38	8-1
	7-1

Esta Zona se sitúa en la fachada este de la Isla y se extiende desde la Punta de Cardones al norte, hasta la Punta de Santa Catalina al sur. Corresponde a una costa recortada con numerosas puntas y salientes rocosos y algunas pequeñas playas alimentadas por la descarga de materiales sedimentarios traídos por los barrancos que desembocan en la costa. Ejemplo de ello es la pequeña playa que se localiza en la desembocadura del Barranco del Carmen.

La plataforma insular en esta Zona es muy extensa y aplacerada con un límite exterior de rotura de pendiente muy variable situado aproximadamente entre los 75 y 100 metros de

profundidad. Corresponde a un litoral dominado por sedimentos blandos con fondos de reflectividad medía, baja y muy baja cubriendo una superficie aproximada del 90% y salpicada por pequeños afloramientos de piedra de pequeña extensión que se localizan preferentemente en el borde externo de la plataforma. Los fondos blandos se extienden mas allá de la rotura de pendiente ocupando gran parte de la parte alta del talud.

La morfología de los fondos blandos refleja la deposición de materiales, en forma de abanicos, creados por los acarrees de los barrancos, formando fuertes lobulaciones frente a la desembocadura de los mismos, como es el caso del Barranco Seco y el Barranco del Carmen, donde también se puede apreciar la existencia de una orla formada por sedimentos de muy baja reflectividad en el frente del abanico deposicional.

Los fondos rocosos de reflectividad alta y muy alta se reparten a lo largo de la orla litoral de aguas poco profundas hasta aproximadamente los 15 metros de profundidad, ocupando todo el desarrollo de la costa con escasa extensión transversal. Otra orla rocosa (fondos de reflectividad muy alta de roca masiva) ocupan ya el talud insular desde aproximadamente los 150 a 275 metros de profundidad, dependiendo de las zonas, hacia mayores profundidades.

Desde el punto de vista morfológico la Zona presenta un relieve suavizado, debido en parte a la presencia de grandes aportes de sedimentos blandos, y por otro, dinámica marina a la que están sometidos los fondos. En estas áreas se desarrollan fondos de reflectividad media (arenas muy gruesas y gravas), estando relacionados con el drenaje de las desembocaduras de los numerosos barrancos que llegan a este sector de costa.

Otros elementos morfológicos presentes en las hojas son los relacionados con los resaltes y escarpes rocosos y el encajamiento de valles y barrancos, que aparecen surcando preferentemente el borde externo de la plataforma y el talud insular.

1.5.6.3.2.4. Zona 13

Hojas a escala 1:5000

35-38	8-1	8-2	8-3	8-4
	7-1	7-2	7-3	

Esta Zona está situada en la fachada este de la Isla, se extiende de norte a sur desde El Puerto de Santa Cruz de La Palma al norte, hasta la Punta de Las Lajas al sur. Esta costa presenta numerosos accidentes geográficos costeros con numerosas puntas, salientes rocosos, abrigos y pequeñas playas. La extensión de la plataforma insular es muy reducida en extensión, situándose a menos de 300 metros de la costa, para dar paso al cantil o límite de la rotura de pendiente hacia el talud insular.

En esta Zona predominan los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) que ocupan toda una orla en la zona costera litoral y la totalidad del talud insular. Los fondos blandos (reflectividad baja y media) se sitúan en una franja continua entre la orla rocosa costera hasta la plataforma externa y rebasar la parte alta del talud hasta el límite superior de los fondos de roca masiva que descienden por el talud. En el entorno al Puerto de Santa Cruz de La Palma, los fondos blandos de reflectividad baja y media dominan esta parte de la plataforma.

Sobre los fondos blandos aparecen afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpicando toda la Zona hasta el borde de la plataforma insular y la rotura de pendiente. El límite exterior de rotura de pendiente está situado aproximadamente en 70 metros de profundidad, exceptuando el entorno del Puerto de Santa Cruz donde se produce a los 100 m.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa. Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas. Estas morfologías están desarrolladas preferentemente en el cantil aunque no son muy numerosas.

Los fondos blandos de reflectividad media y alta aparecen dominando gran parte de la estrecha plataforma insular, extendiéndose hasta el borde de la ruptura de pendiente (cantil). Sobre los fondos blandos destacan las lenguas de fondos de reflectividad alta correspondientes a los materiales sedimentarios gruesos (gravas y arenas muy gruesas), así como algunos rodales de morfologías debidas a las corrientes (ripples y megaripples).

1.5.6.3.3. Sector Sureste-Sur.

Este sector incluye las Zonas de trabajo Nos. 14, 15,16,17. (ver Figura 2 para su localización).

El sector presenta pocas variaciones de anchura de la plataforma, de forma que a medida que vamos avanzando hacia el sur, la plataforma insular va reduciendo su anchura hasta llegar a ser muy estrecha, situándose su límite externo a menos de 500 metros de la costa con un talud de gradiente de pendiente muy fuerte. Los fondos de reflectividad alta y muy alta (rocosos) van también aumentado en extensión y cobertura con su avance hacia el sur. La orla rocosa que bordea el litoral de la isla en este sector, es reducida en la parte septentrional con algunos claros litorales, lugares donde los fondos de reflectividad baja y media (arenas y gravas) se desarrollan desde la orla rocosa costera hasta llegar a rebasar el cantil y ocupar la parte alta del talud. En la parte sur del sector los fondos son predominantemente de reflectividad muy alta (roca masiva) constituidos por coladas volcánicas.

1.5.6.3.4. Zona 14

Hojas a escala 1:5000

35-38	8-7	8-6	8-5	8-4
	7-7	7-6		

Esta Zona se extiende de norte a sur desde la Punta de Las Lajas hasta la Punta de Las Salineras o Punta de Las Arenas Blancas. La costa presenta numerosos accidentes geográficos costeros con numerosas puntas, salientes rocosos, abrigos, escollos, lajas y pequeñas playas. La extensión de la plataforma insular es muy reducida en anchura, situándose a menos de 250 metros de la costa. En su fachada meridional, la plataforma se ensancha frente a la Punta de Tigalete y a la Punta de San Simón. El borde externo de la plataforma da paso rápidamente al cantil o límite de la rotura de pendiente hacia el talud insular. Esto hace que sea una costa litoral con gran complejidad morfológica con grandes profundidades y un gradiente de pendiente muy fuerte. El límite exterior de rotura de pendiente está situado aproximadamente en 40 o 50 metros de profundidad.

En esta Zona predominan los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) que ocupan toda una orla en la zona costera litoral extendiéndose hasta los 20 0 25 metros de

profundidad.. Los fondos blandos (reflectividad baja y media) se sitúan en una franja continua entre la orla rocosa costera hasta la plataforma externa rebasando la parte alta del talud hasta el límite superior de los fondos de roca masiva que descienden por el talud. En la zona de ensanche de la plataforma al sur de la Zona, los fondos blandos de reflectividad baja y media dominan gran parte de su superficie.

Sobre los fondos blandos aparecen afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpicando toda la Zona hasta el borde de la plataforma insular y la rotura de pendiente. También en estos lugares se forman rodales de características reflectivas muy diferentes, alternando de esta forma, áreas de reflectividad muy baja con las de reflectividad alta. En la parte alta del talud se localiza una banda casi continua de sedimentos blandos que alcanza los 200 m de profundidad.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa. Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas. Estas morfologías están desarrolladas preferentemente en el cantil y en la caída del talud.

Los fondos blandos de reflectividad media y alta aparecen dominando gran parte de la estrecha plataforma insular, extendiéndose hasta el borde de la ruptura de pendiente (cantil) y sobrepasándolo tal y como ya se ha descrito.

1.5.6.3.4.1. Zona 15

Hojas a escala 1:5000

35-38	8-7	
	7-8	7-7

Esta Zona se extiende de norte a sur desde la Punta de Las Salineras o Punta de Las Arenas Blancas hasta Bahía de la Galera. Presenta una costa con accidentes geográficos costeros suavizados con numerosas ensenadas y pequeñas playas situadas entre puntas y salientes volcánicos. La extensión de la plataforma insular tiene una anchura reducida y

constante sin grandes variaciones de amplitud a lo largo de todo su desarrollo. No obstante, la plataforma insular presenta una gran complejidad morfológica definida por la presencia de dos terrazas escalonadas que definen líneas de cambio de pendiente paralelas a la costa, muy continuas y gran longitud; la primera y más costera se localiza hasta los -25 metros; una segunda terraza con un gradiente de pendiente grande llega hasta los 100 metros de profundidad donde se produce un segundo cambio brusco de pendiente hacia el talud y las grandes profundidades.

En esta Zona predominan los fondos de reflectividad media que ocupan la mayor parte de la superficie sumergida hasta la línea de rotura de la plataforma. Los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) se desarrollan a lo largo de toda la zona costera extendiéndose hasta los 20 metros de profundidad y algo más profundos y alejados de la línea de costa en el entorno de la puntas.

Los fondos blandos (reflectividad baja y media) se sitúan en una franja continua entre la orla rocosa costera hasta la plataforma externa hasta el límite superior de los fondos de roca masiva que descienden por el talud. Son también importantes los fondos de reflectividad muy baja, que se sitúan frente a la desembocadura del Barranco de los Pinos donde también se forma un pequeño abanico de carácter deltáico.

Sobre los fondos blandos aparecen afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpicando toda la Zona hasta el borde de la plataforma insular y la rotura de pendiente. También en estos lugares alternan rodales sedimentarios de características reflectivas muy diferentes, apareciendo de esta forma, áreas de reflectividad muy baja con las de reflectividad alta. El talud insular está dominado por fondos muy reflectivos de roca masiva.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y con algunos escollos e islotes situados en la cercanía de las puntas de roca volcánica, como es el caso de la Roca del Pescador o los Roques de Niares. Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas, desarrolladas preferentemente en el cantil y en pendiente del talud.

1.5.6.3.4.2. Zona 16

Hojas a escala 1:5000

35-39	7-2	7-1
	6-2	6-1
35-38	7-8	

Esta Zona se extiende abarca el tramo litoral comprendido entre la Punta de Tagalate al norte hasta la Punta del Espigón al sur. La costa presenta numerosos accidentes geográficos costeros con numerosas puntas, salientes rocosos, abrigos, escollos, lajas y pequeñas playas. La extensión de la plataforma insular es muy reducida, situándose a menos de 350 metros de la costa y a medida que vamos bajando la plataforma insular va estrechándose progresivamente para extenderse a menos de 150 metros. Este hecho hace que cerca de la costa las profundidades sean muy grandes. Sin embargo, la plataforma insular presenta una gran complejidad morfológica definida por la presencia de dos terrazas escalonadas que definen líneas de cambio de pendiente paralelas a la costa, muy continuas y gran longitud; la primera y más costera se localiza hasta los -25 metros; una segunda terraza con un gradiente de pendiente grande llega hasta los 100 metros de profundidad, donde se produce un segundo cambio brusco de pendiente hacia el talud y las grandes profundidades. En la parte sur de la Zona, la plataforma mas somera y costera va desdibujándose para aparecer una línea de rotura de pendiente única con un gradiente de pendiente.

En esta Zona predominan los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) que ocupan de forma interrumpida la zona costera litoral, alternando con costas de sedimentos blandos (reflectividad baja y media) que dan origen a la formación de pequeñas playas en las áreas abrigadas y ensenadas, como es el caso de la Playa Martín, la del Río y la de los Roquitos.

Los fondos blandos de reflectividad baja y media se sitúan en una franja continua entre los fondos costeros de reflectividad muy hasta el límite de la plataforma externa rebasando la parte alta del talud hasta el límite superior de los fondos de roca masiva que descienden por el talud. Hacia el sur de la Zona la estrecha plataforma está ocupada en casi su totalidad por depósitos sedimentarios que dan lugar a fondos de reflectividad media y alta.

Sobre los fondos blandos aparecen afloramientos rocosos (fondos de reflectividad alta de roca masiva) salpicando toda la Zona hasta el borde de la plataforma insular y la rotura de pendiente.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa. Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas que se desarrollan preferentemente en el cantil y en la caída del talud.

1.5.6.3.4.3. Zona 17

Hojas a escala 1:5000

35-39	6-5	6-4	6-3	6-2
	5-5	5-4		

Esta Zona se extiende abarca el tramo litoral comprendido entre la Punta del Espigón al norte, hasta el límite septentrional de la Isla que es la Punta de Fuencaliente. Los elementos morfológicos de esta Zona están todos relacionados con los fondos rocosos más jóvenes de la Isla, que aparecen dominando casi la totalidad de la plataforma y el talud insular en la Zona estudiada.

La Plataforma es extremadamente estrecha. Este hecho hace que cerca de la costa las profundidades sean muy grandes, situándose el límite externo de la rotura de pendiente próximo a la costa a menos de 100 metros de distancia, sobre los 100 metros de profundidad.

La costa presenta numerosos accidentes geográficos costeros juveniles con numerosas puntas, salientes rocosos y escollos. En esta Zona predominan los fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) que ocupan de forma ininterrumpida toda el área litoral, la plataforma insular y el talud.

Los fondos blandos de reflectividad baja y media se sitúan únicamente en la zona septentrional, desapareciendo a partir de la Punta de Los Lázaros hacia el sur.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava recientes, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa. Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas que se desarrollan preferentemente en el cantil y en la caída del talud.

1.5.6.3.5. Sector Sur-Suroeste.

Este sector incluye las Zonas de trabajo Nos. 18, 19, 20, 21, 0. (ver Figura 2 para su localización).

Este sector presenta grandes variaciones de anchura de la plataforma, generalmente estrecha, así como en la distribución de los tipos de fondos. Los fondos rocosos son dominantes y aparecen bordeando la mayor parte de la orla litoral, mientras que los fondos blandos están localizados en dos grandes extensiones, que se sitúan en la parte septentrional y central de la Zona.

1.5.6.3.5.1. Zona 18.

Hojas a escala 1:5000

35-39	5-4	5-3
-------	-----	-----

Los elementos morfológicos de esta Zona están todos relacionados con los fondos rocosos más jóvenes de la Isla, que aparecen dominando la totalidad de la plataforma y el talud insular en la Zona estudiada, habiéndose detectado pequeños rodales de sedimentos arenosos de escasa extensión diseminados a lo largo de la Zona. Los fondos rocosos dan lugar a la presencia de numerosos escarpes y bruscos cambios de pendiente tal y como quedan reflejados en las hojas.

En esta Zona la plataforma es muy accidentada por su naturaleza rocosa, formada por las coladas de los últimos eventos volcánicos acaecidos en la Isla, lo que le confiere una gran complejidad morfológica juvenil junto con la presencia de edificios volcánicos. En la parte alta del talud se desarrollan numerosos barrancos y cauces, cuyas divisorias son crestas rocosas.

Los fondos de reflectividad muy alta están formados por rocas volcánicas aflorantes dominando toda la plataforma litoral y el talud.

1.5.6.3.5.2. Zona 19

Hojas a escala 1:5000

35-39	5-3	5-2	5-1
	4-2	4-1	

Toda la extensión que abarca esta Zona corresponde a un paisaje submarino dominado por una orla rocosa formada por coladas de lava, en la que se desarrolla una morfología muy accidentada, especialmente al norte y al sur, lugar donde aparecen fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) y media-baja relacionados con depósitos de sedimentos.

Los fondos de reflectividad muy alta están formados por rocas volcánicas aflorantes dominando toda la plataforma litoral y el talud. Las áreas más complejas se desarrollan en el entorno de Punta Blanca-Roque de las Galeras al norte, y frente a Punta Gruesa-Los Quemados. En ambos sectores los fondos son muy accidentados con numerosos escarpes y presencia de edificios volcánicos. Al sur de Punta Blanca se sitúa el Roque de las Galeras constituido por un conjunto de escollos e islotes que velan permanentemente la superficie del mar.

Los depósitos sedimentarios aparecen con mayor notoriedad en el norte de la Zona frente al tramo de costa que abarca Punta Blanca a Roque de las Galeras. Se trata de fondos tapizados por sedimentos blandos que suavizan la morfología del terreno dando origen a la presencia de terrazas aplaceradas que llegan hasta el borde de la plataforma insular. Al sur de la Zona, el tamaño de los depósitos de sedimentos son cada vez mas reducidos en extensión distribuidos en rodales más dispersos llegando a desaparecer completamente y los fondos aparecen con una reflectividad propia de roca masiva.

El talud insular se desarrolla en las profundidades cercanas a los 100 metros y es de naturaleza rocosa, en el que se desarrollan numerosos escarpes y barrancos flanqueados por crestas rocosas. En la parte sur de la Zona, frente a Punta Gruesa vuelven a parecer rodales de sedimentos blandos de reflectividad media-alta, aunque el dominio general de los

fondos corresponde a reflectividad alta propia de fondos rocosos atribuidos a coladas de lava y la presencia de edificios volcánicos.

1.5.6.3.5.3. Zona 20

Hojas a escala 1:5000

35-39	5-1	
	4-1	
35-38	4-8	4-7
	5-8	

Esta Zona se extiende desde La Caleta de los Pájaros al norte, hasta Punta Blanca al sur. La morfología de los fondos comprendidos en esta Zona están dominados por dos características principales: por un lado la gran anchura de la plataforma insular hasta alcanzar el cantil de cambio brusco de pendiente (110-150 m de profundidad), y por otro lado, el desarrollo de una amplia extensión de depósitos blandos que se extienden aguas afuera a partir de una orla litoral continua de fondos rocosos.

En el norte de la Zona los fondos están dominados por roca de alta reflectividad (roca masiva) que ocupan la totalidad de la plataforma y el talud al sur de la Caleta de los Pájaros. Continuando hacia el sur, estos fondos rocosos van disminuyendo su anchura para formar una orla litoral continua hasta el límite meridional de la Zona en Punta Blanca. La orla rocosa litoral se extiende aproximadamente hasta la cota de los –20 metros.

Los fondos rocosos están formados por coladas de lava, sobre las que se desarrollan numerosos escarpes y cicatrices relacionadas con sus frentes de avance, dando lugar al desarrollo de fondos muy accidentados y numerosos escollos e islotes cercanos a la línea de costa, como es el caso de los islotes que se encuentran las inmediaciones de la Roca Guincho y de Rocas Gardas.

Otras morfologías asociadas a los fondos duros son los barrancos y cauces rocosos formados en las coladas volcánicas y que aparecen separados por dorsales y crestas rocosas. Estas morfologías están muy desarrolladas en la parte norte de la Zona en relación con la continuación hacia el mar del Barranco de Las Palmas, y al sur en la continuación hacia el mar de un barranco situado al norte de Punta Blanca.

En la parte central de la Zona frente a la Punta del Cabresto del Remo, sobre los 90 metros de profundidad, aparecen edificios relacionados con conos volcánicos, también al sur, en el entorno a las Rocas Gardas y a la Roca Guincho aparecen dos edificios volcánicos.

Los fondos blandos de reflectividad media y alta aparecen dominando la mayor parte de la plataforma insular, extendiéndose hasta el borde de la ruptura de pendiente (cantil). Sobre los fondos blandos destacan las lenguas de fondos de reflectividad media y alta correspondientes a los materiales sedimentarios gruesos (gravas y arenas muy gruesas) así como algunos rodales de morfologías debidas a las corrientes (ripples y megarripples).

Sobre los fondos sedimentarios se desarrollan numerosos cauces, barrancadas y dorsales. Estas morfologías corresponden al tapizado y relleno del relieve de los accidentes morfológicos debidos a las coladas volcánicas que forman el sustrato.

1.5.6.3.5.4. Zona 21

Hojas a escala 1:5000

35-38	4-7	4-6	4-5
	3-6	3-5	

Esta Zona se extiende desde el Barranco de Las Palmas al sur, hasta la Punta de la Lava al norte. Todo este tramo de frente litoral se caracteriza por presentar fondos de alta reflectividad de roca masiva, salpicada parcialmente por rodales de depósitos sedimentarios blandos dispersos y de dimensiones medias a extensas. Estos depósitos sedimentarios están generalmente constituidos por materiales de reflectividad baja (arenas finas y arenas medias), a los que se adosan algunas áreas de reflectividad media formadas por (arenas muy gruesas y gravas). La distribución de los depósitos sedimentarios blandos ocurre desde la Punta del Grajado hasta la Caleta de los Pájaros, lugar donde se encuentra el depósito sedimentario más extenso.

La distribución de los fondos de reflectividad baja y media se realiza en tres grandes zonas: al norte frente a Puerto Naos desde los 15 metros de profundidad hasta los 200; entre la Punta del Pozo y Punta Puyata, donde los depósitos están en una franja alargada paralela a la costa desde los 25 metros de profundidad hasta los 175, y frente a la caleta de los

Pájaros donde se localiza un extenso depósito de sedimentos de reflectividad baja que se extiende desde los 50 metros de profundidad hasta los 90 metros.

Las morfologías que se desarrollan en la plataforma insular están relacionadas con su extensión y con la naturaleza de los fondos. En las áreas donde la plataforma es estrecha dominan los fondos rocosos de alta reflectividad con numerosos escarpes. En las áreas donde la plataforma insular se extiende hacia aguas afuera los depósitos sedimentarios de reflectividad baja y media son mucho más extensos.

El borde de la rotura de pendiente hacia aguas profundas, tiene lugar como ocurre en otras partes de la Isla, entre los 200 metros de profundidad al sur y los 50 m en el norte de la Zona. Frente a Puerto Naos, los depósitos sedimentarios de fondos blancos se derraman por el talud alcanzando profundidades superiores a los 200 metros y a medida que nos desplazamos hacia el sur de la Zona, los depósitos correspondientes a fondos de reflectividad baja y media se hacen mas extensos y no llegan a alcanzar profundidades tan altas.

Otras morfologías que aparecen en la Zona corresponden a valles y barrancos flanqueados por dorsales y crestas según los fondos sean blandos o de roca. Estas morfologías son más frecuentes y notorias en las zonas de taludes de gran pendiente, llegando a alcanzar los 380 metros de profundidad. Al sur de la Caleta de los Pájaros, los valles, vaguadas y barrancos tienen sus cabeceras mas próximas a la costa, sobre los 25 metros de profundidad aproximadamente.

1.5.6.3.5.5. Zona 0

Hojas a escala 1:5000

35-38	4-5	4-4	
	3-6	3-5	3-4

Esta Zona se extiende desde Los Roques de San Pedro al norte, hasta Punta Lava al sur. La morfología de los fondos comprendidos en esta Zona están dominados por dos características principales: por un lado la anchura de la plataforma insular hasta alcanzar el cantil de cambio brusco de pendiente (90 a 110 m de profundidad) a excepción de los alrededores de Punta Lava donde el cambio brusco de pendiente se realiza sobre los 30

metros de profundidad, y por otro lado, el desarrollo de una orla litoral de fondos de reflectividad muy alta (roca masiva) bordeada aguas afuera por una franja de fondos de baja reflectividad de depósitos sedimentarios salpicada por numerosos afloramientos rocosos.

El límite exterior de los depósitos sedimentarios se produce justo hasta el límite de la plataforma litoral. Sin embargo, al sur de la Zona, desde los Roques Los Hermanos hasta Punta Lava, en los fondos litorales costeros aparecen depósitos blandos correspondientes a fondos de reflectividad baja y media.

Tanto en los materiales blandos como en los rocosos de reflectividad alta, aparecen numerosos elementos morfológicos pertenecientes a canales, barrancos y valles, separados por dorsales y crestas rocosas.

Cabe destacar la anchura de la plataforma litoral somera, que se extiende desde los Roques Los Hermanos hacia todo el norte de la Zona. Esta plataforma se desarrolla desde la línea de costa, muy rectilínea, hasta los 20 metros de profundidad. Hacia el sur de los Roques Los Hermanos hacia el sur esta plataforma se reduce en extensión apareciendo numerosos islotes y escollos que velan la superficie del mar.

La pendiente insular (talud) se desarrolla totalmente en materiales de reflectividad alta y media (roca masiva) formada por coladas de lava pertenecientes a diferentes períodos efusivos.

1.5.6.3.6. Sector Suroeste-Noroeste.

Este sector incluye las Zonas de trabajo Nos. 1, 2, 3, 4. (ver Figura 2 para su localización).

Este sector presenta una plataforma insular muy extensa ya que los 50 metros de profundidad se encuentran a más de 1 km de distancia de la costa, con fondos donde la cobertera sedimentaria es muy extensa con el dominio de vastas extensiones de fondos blandos de reflectividad baja y media. Los fondos rocosos (reflectividad alta) aparecen bordeando la mayor parte de la orla litoral como consecuencia de la extensión hacia el mar de las coladas de lava que llegan hasta la costa. En las puntas y cabos aumenta la extensión de los fondos de piedra hasta alcanzar el límite de la plataforma insular y el cambio brusco de pendiente.

1.5.6.3.6.1. Zona 1

Hojas a escala 1:5000

35-38	3-4	3-3	3-2
	2-3	2-2	

Esta Zona se extiende desde las Rocas Grabaseras al sur, hasta la Punta del Moro al norte. En el centro de la Zona se encuentra enclavado el Puerto de Tazacorte y una pequeña playa encajada entre la Punta del Cancajo y la Punta de Juan Graje.

Los fondos de roca (reflectividad alta), están formado por coladas de lava y se encuentran a lo largo de toda la orla litoral de aguas someras, dando origen numerosos islotes, bajos y escollos. Estos accidentes se localizan preferentemente en La Punta del Moro, la piedra Flamenca y las rocas Grabaseras, exceptuando el tramo de costa que se localiza frente al Barranco de Las Angustias donde los fondos sedimentarios se extienden desde la misma línea de costa hacia aguas afuera. En las puntas, como ocurre en la Punta del Moro al norte de la Zona y en las inmediaciones de la Punta del Cancajo, los fondos rocosos se extienden aguas afuera en el sentido de las coladas de lava hasta rebasar el cantil de la plataforma insular más allá de los 50 metros de profundidad.

Los fondos blandos (fondos de reflectividad muy baja y baja) son dominantes en toda la Zona, encontrándose salpicados por numerosos afloramientos de piedra. Al norte de la Zona entre Morro Negro y La Flamenca los sedimentos blandos están moldeados por estructuras de corrientes de ripples y megaripples en una extensión considerable sobre los 50 metros de profundidad.

Otros elementos morfológicos relacionados con cauces, barrancos y valles submarinos, separados por crestas rocosas o dorsales, son notorios frente al Barranco de las Angustias, como parte de su continuación bajo el mar hasta grandes profundidades. Los sedimentos blandos se asocian a la descarga terrígena del Barranco de Las Angustias y a su redistribución por las corrientes de la dinámica marina.

1.5.6.3.6.2. Zona 2

Hojas a escala 1:5000

35-38	3-2	3-1
	2-2	2-1
35-37	2-8	

Esta Zona se extiende desde Morro Negro y la Punta del Moro al sur, hasta la Punta de la Candelaria al norte. Corresponde a una costa recortada con numerosas puntas y salientes rocosos y algunas pequeñas playas alimentadas por la descarga de materiales sedimentarios traídos por los barrancos. Ejemplo de ello son las pequeñas playas de Mocán y del Jorado próximas a la desembocadura del Barranco del Jorado.

La plataforma insular en esta Zona es aplacerada y muy extensa donde los 50 metros de profundidad se encuentran casi al límite del área de estudio. Corresponde a un litoral dominado por sedimentos blandos donde se distribuyen fondos de reflectividad baja y muy baja cubriendo una superficie aproximada del 80%. Los fondos rocosos de reflectividad media y alta se reparten a lo largo de la orla litoral de aguas poco profundas, ocupando una banda costera cuya extensión se desarrolla desde la línea de costa hasta aproximadamente los -25 m. Únicamente frente a las puntas, como es el caso de Punta de La Corvina y Punta del Moro al sur, las coladas rocosas continúan aguas afuera hasta alcanzar grandes profundidades.

La existencia de la orla litoral rocosa, formada por las coladas de lava, hace que a lo largo de toda la costa aparezcan numerosos escollos e islotes algunos de ellos de gran entidad como es el caso de El Roque y el Roque Gaviotero, que se sitúan en la parte central de la Zona. En la parte meridional de la Zona frente al Morro Negro, los frentes de las coladas volcánicas submarinas crean fuertes escarpes rocosos submarinos.

Desde el punto de vista morfológico la Zona presenta un relieve algo más suavizado que en otros lugares de la Isla, debido en parte a la naturaleza de las coladas de lava, y por otro, a la fuerte dinámica marina a la que está sometida. Este último hecho está avalado por la presencia de amplias zonas donde se desarrollan estructuras sedimentarias (ripples y megarripples) asociadas a la existencia de fondos sedimentarios y a las fuertes corrientes de fondo existentes.

Una parte de los fondos blandos está favorecido por el drenaje de numerosos barrancos que desembocan en la costa, siendo el Barranco del Jurado el más representativo.

1.5.6.3.6.3. Zona 3

Hojas a escala 1:5000

35-37	2-8	2-7	2-6
	1-6		

Esta Zona se extiende desde la Punta de la Candelaria al sur, hasta la Punta de Los Pájaros al norte. Corresponde a una costa recortada con numerosas puntas y salientes rocosos y algunas pequeñas playas alimentadas por la descarga de materiales sedimentarios traídos por los numerosos barrancos que desembocan en la costa. Ejemplo de ello son las pequeñas playas como la de Las Vinagreras, Playa de la Vela y Playa del Camaniño, todas ellas alimentadas por su proximidad a la desembocadura de algún barranco.

La plataforma insular en esta Zona es muy extensa y aplacerada con un límite exterior de rotura de pendiente situado aproximadamente entre los 90 y 100 metros de profundidad. Corresponde a un litoral dominado por sedimentos blandos con fondos de reflectividad media, baja, muy baja cubriendo una superficie aproximada del 90% y salpicada por pequeños afloramientos de piedra de pequeña extensión. Los fondos rocosos de reflectividad media y alta se reparten a lo largo de la orla litoral de aguas poco profundas, ocupando todo el desarrollo de la costa con escasa extensión transversal. Únicamente frente a las puntas, como es el caso de la Punta de la Baja del Hoyo al sur, donde la colada volcánica rocosa continua aguas afuera hasta alcanzar los 45 metros de profundidad. Otra orla rocosa (fondos de reflectividad alta de roca masiva) ocupan el borde de la plataforma insular, la rotura de pendiente y el talud.

La existencia de la orla litoral rocosa, formada por las coladas de lava, hace que a lo largo de toda la costa aparezcan numerosos escollos e islotes. En la parte meridional de la Zona la Baja del Hoyo corresponde a un edificio volcánico con morfología de cráter volcánico.

Desde el punto de vista morfológico la Zona presenta un relieve algo suavizado, debido en parte a la naturaleza de las coladas de lava, y por otro, a la fuerte dinámica marina a la que está sometida. Este último hecho está avalado por la presencia de amplias zonas donde se desarrollan estructuras sedimentarias (ripples y megaripples) asociadas a la existencia de fondos sedimentarios y a las fuertes corrientes de fondo existentes. En estas áreas se

desarrollan fondos con ripples y megaripples sobre los fondos de reflectividad media (arenas muy gruesas y gravas), estando relacionados con el drenaje de las desembocaduras de los numerosos barrancos que llegan a este sector de costa, que entre los mas notorios, de sur a norte, son: el Barranco de la Cueva Grande; Del Bellido; Tinizara; De Garome y Del Roque.

Otros elementos morfológicos presentes en las hojas son los relacionados con el encajamiento de valles y barrancos, que aparecen surcando preferentemente el borde externo de la plataforma y el talud insular.

1.5.6.3.6.4. Zona 4

Hojas a escala 1:5000

35-37	2-6	2-5	2-4
	1-6	1-5	1-4

Esta Zona se extiende desde la punta de los pájaros al sur hasta la punta gorda y roque del molino al norte. se trata de una costa muy acantilada y donde las coladas volcánicas son de diversa edad y naturaleza, formándose al pie de los acantilados una extensa plataforma de relieve muy suavizado.

Los materiales de los fondos que constituyen la plataforma insular, son predominantemente blandos en la mitad meridional, y de alta reflectividad (roca masiva) en la mitad septentrional, situándose el límite entre una y otra en la Punta de Las Llanadas en el centro de la Zona.

Los sedimentos blandos están representados por fondos de reflectividad, baja y media, sobre los que se han moldeado estructuras de corrientes (ripples) en áreas no muy extensas. Los elementos morfológicos constituidos por cauces valles, dorsales y crestas rocosas, solo hacen su aparición en las zonas del talud insular que aparece en el límite meridional de la Zona, ya que a partir de este lugar la línea de ruptura de plataforma se aleja de la costa rápidamente, desapareciendo de la cartografía del área estudiada a la altura de la Punta del Aserradero.

Los fondos de reflectividad alta de la parte norte de la Zona, formados por coladas de lava, cubren la mayoría de la plataforma insular y son de relieve muy suavizado. Al norte a la altura de Punta Gorda, los fondos rocosos se extienden aguas afuera desde la costa hasta el límite de la Zona de estudio (aproximadamente 1km).

En la orla rocosa que bordea la costa aparecen numerosos bajos, islotes (roques) y escollos, entre los que destacan en el sur la baja de la Sal o de los Guinchos y los Roques del Molino al norte.

1.6. Plano de itinerarios

En el anexo correspondiente, se han editado los planos de itinerarios de todas las derrotas recorridas por las embarcaciones durante los trabajos de batimetría y morfología. En estos planos se indican los recorridos y los puntos de control (fixes) debidamente enumerados de forma correlativa. De la misma forma se indica la nomenclatura de cada línea con el formato asignado por el sistema de navegación HYPACK.

1.7. Resultados finales del estudio morfológico

Con los resultados de los trabajos se ha realizado la cartografía morfológica de toda la zona de estudio. En los planos adjuntos se ha representado la distribución de los tipos de fondo de acuerdo a sus reflectividades, así como otros elementos morfológicos existentes en los fondos.

Los resultados obtenidos aparecen representados en los mapas adjuntos a esta memoria y se pueden resumir en las siguientes conclusiones:

La morfología general de los fondos de la Isla de La Palma está dominada por la presencia de fondos de muy alta reflectividad (roca masiva) formados por coladas de lava, que se distribuyen de la siguiente manera:

- Una orla rocosa costera que bordea todo el contorno de la Isla. Esta franja rocosa suele extenderse hasta los 25 metros de profundidad, aunque en las puntas y cabos adquiere mayor extensión.
- Afloramientos dispersos salpicando la plataforma insular en las zonas donde aparece cubierta por sedimentos blandos.
- Fondos de roca masiva formando todo el talud insular de la Isla.

Los fondos blandos correspondientes a reflectividad muy baja, baja y media se distribuyen generalmente ocupando el dominio existente entre la orla rocosa costera y el límite exterior de la plataforma insular, haciéndolo en mayor o menor extensión, predominando sobre todo en los sectores más septentrionales de la Isla. Por lo general dominan los fondos de

reflectividad media asociados a los depósitos sedimentarios de arenas gruesas y muy gruesas constituidos por cenizas volcánicas. Los depósitos de reflectividad muy baja son los más escasos.

Las estructuras sedimentarias (ripples y megarripples) aparecen relacionadas con los fondos de reflectividad media-alta y los lugares donde la dinámica marina está asociada a los vientos dominantes alisios. Los abanicos deposicionales son muy escasos con un desarrollo muy incipiente y se localizan frente a las desembocaduras de los grandes barrancos.

Otros elementos morfológicos relacionados con el relieve de las coladas de roca volcánica se distribuyen por toda la plataforma y talud de la Isla, siendo más numerosos y abundantes los escarpes relacionados con el frente de las coladas de rocas volcánicas. De la misma forma son abundantes los cauces y barrancos submarinos, separados por crestas y collados rocosos, desarrollados principalmente en el borde de la plataforma insular y a lo largo del talud.

Los edificios volcánicos con morfologías de conos, generalmente sin cráter, aparecen distribuidos principalmente por las fachadas oeste y sur cercanos a la costa.

En Málaga, agosto de 2005

EL DIRECTOR DEL EQUIPO
REDACTOR DEL DOCUMENTO

Jorge Rey Salgado
Dr. en Geología
ESGEMAR, S.A.