



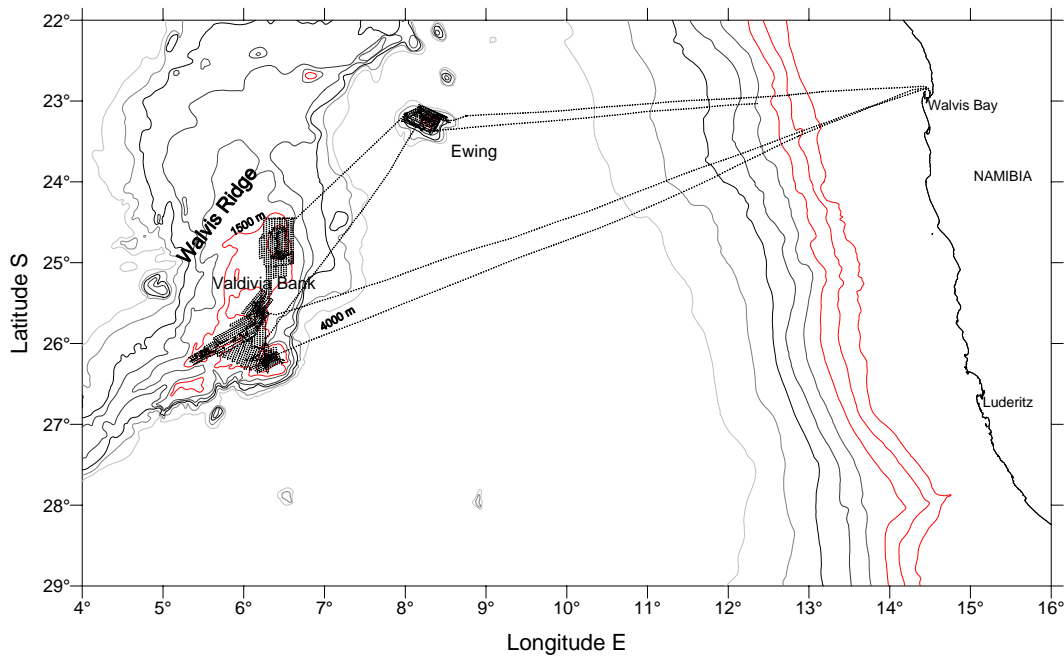
INSTITUTO
ESPAÑOL DE
OCEANOGRAFÍA

Centro Oceanográfico de Canarias

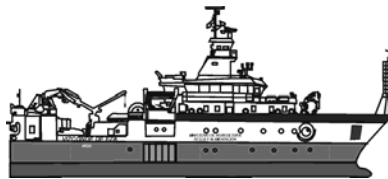


National Marine Information & Research Centre
NAMIBIA

PRELIMINARY REPORT OF THE MULTIDISCIPLINARY RESEARCH CRUISE ON THE WALVIS RIDGE SEAMOUNTS (Atlantic Southeast-SEAFO)



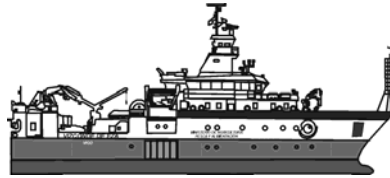
NAMIBIA 0802



(B/O VIZCONDE DE EZA)
SECRETARÍA GENERAL DEL MAR

This paper has been presented for consideration by SEAFO and may contain unpublished data, analyses, and/or conclusions subject to change. Data in this paper shall not be cited or used for purposes other than the work of the SEAFO Commission, Scientific Committee or their subsidiary bodies without the permission of the originators and/or owners of the data.

PARTICIPATING INSTITUTIONS



B/O VIZCONDE DE EZA
SECRETARÍA GENERAL DEL MAR



INSTITUTO
ESPAÑOL DE
OCEANOGRAFÍA

Centro Oceanográfico de Canarias



National Marine Information & Research Centre
NAMIBIA

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the captain, officials and crew of the B/O Vizconde de Eza for making our work at sea easy, especially Angel Rodríguez Gómez "Miguel" for his excellent onboard work organization making each minute that we had count and Alejandro Costas for his support on developing and improving our database.

EXECUTIVE SUMMARY

Luis J. López Abellán

Centro Oceanográfico de Canarias – IEO

Hannes Holtzhausen

National Marine Information & Research Centre - Namibia

A total of 10285 Km² (2780 Nm²) were covered using the multibeam echosounder, 1381 km² on the Ewing seamount and 8904 km² on the Valdivia Bank. However, it was not possible to use the parametric echosounder TOPAZ due to a malfunction and the failure of the synchronization unit. This has impeded a more precise determination of the sedimentary body characteristics and the type of bottom.

The bathymetric maps were generated from digital models of depth by a gridding of 50 meters and isobaths every 100 meters. The 3D blocks were created using the same digital models of depth, where the vertical scale is exaggerated 4 times. The reflectivity mosaics were obtained by an amplitude value for every sounder accepted during the process. From these values a mesh has been built from the same characteristics used for the digital models of depth.

The area of study was divided into the following zones: Ewing, Valdivia North, Valdivia Central, Valdivia West and Valdivia South, which correspond to the main submarine mounts that have been cartographed.

It has been stated that the Ewing seamount area and Valdivia Bank are located in different geo-environmental zones. This fact may be related to a different origin for each area.

The Ewing seamount is located between the coordinates 23°02'41S - 23°23'55S and 007°56'40E - 008°30'00E and presents an irregular morphology. Its maximum length of about 48 km is orientated in an E-W direction with a maximum width of about 41.2 km orientated in a NNW-SSE direction. Its depth ranges between 781.4 m in the central sector of the mount, down to 3000 m at its base.

The most important observed morph-structural characteristics of this mount are:

- Areas of volcanic cones, both at the base of the mount and on its hillsides.
- Grooves formed around the outcrop located in the central part of the mount.
- Head of slide, located on the unstable hillsides of the mount, which are in the north and eastern part.
- Fractures, located in the Western part of the mount.

The Valdivia North mount is characterized by an elliptical morphology, with a major axis in a NE-SW direction. It is located between 24°32'52S - 24°59'15S and 006°11'43E

- 006°33'18E. The maximum length and width are 48.7 km and 36.3 km respectively and its surface area is approximately 1324 km². The depths range between 554.2 m, reached on the outcrop located in the south-oriental sector of the mount, and 1800 m, whose base is in its oriental sector.

The most remarkable morph-structural characteristics of this mount are:

- Zones of lava flows, which spread along the south-eastern hillside.
- Grooves, located in the central-eastern sector.
- Area of volcanic cones, located in the northern periphery.
- Lobes, both in the northern and in the western hillsides.

In the northern sector, several heads of slide can be observed with different morphologies, and which origin generates the lobes. The distribution of the sediments occurs along several channels. In the northern part of this sector there are a few structures of irregular geometry, which might be identified as possible bioconstructions.

In the southern sector there is a huge area of possible volcanic lava flows on all the south-eastern hillsides in an area of 174 km² and one outcrop of conical morphology whose origin is related to a later volcanic episode of the mount formation. This outcrop occupies an area of 31.1 km² with a maximum length of 6 km and width of 5.5 km. In this zone structures were observed that might shelter bioconstructions.

The Valdivia Central mount is located between 25°35'S - 25°44'S and 006°10'E - 6°14'E. The depth ranges between 420 m at the outcrop located in the north sector of the mount and 1700 m in the eastern part. This is associated with a fracture in a NNE-SSW direction with approximately 1000 m of a detachment fault with a very pronounced slope. The direction of this fracture does not coincide with the direction of the Walvis Ridge (NE-SW).

The summit of the seamount is found at around 200m depth but it is not completely level as is the case of the Valdivia South seamount. This could be due to later volcanic eruptions after the rise in sea level.

From a biological perspective, the abrupt morphology of this summit and the zone of caldron collapse offer interesting habitats for the benthos.

The Valdivia West is located between 26° 05' S - 25° 12' S and 005° 25' E - 005° 35' E. The depth ranges between 475 and 1900 m. This is associated with a fracture NE-SW in direction which coincides with the direction of the Walvis Ridge, and with an approximately 1000 m detachment fault with a very pronounced slope. In view of the detachment of the fault and the slope, this seems to indicate that this is a fault with a very important directional component.

The top of this mount presents a more abrupt relief than other seamount summits in the area. This is due to the presence of the most intense fracture and ulterior volcanic episodes to the main volcanic episode of the generation of the seamount. On this summit, in its SO zone, near the fault scarp, small irregularities that might be bioconstructions were observed.

The Valdivia South seamount is located between 26°05'S - 26°20'S and 006°10'E - 006°27'E. Its depth ranges between 218 m at the outcrop in the South-eastern sector and 2700 m in the south part. This is associated with a fracture in the NE-SW direction, with an approximately 1000 m of detachment in the fault, which is placed to the south of the mount. Also, the top of the mount is further from the zone of the fracture than in the case of Valdivia North, Central and West seamounts.

The summit is completely level, so it might be that volcanic episodes have not been present at the top of the mount after the rise in sea level.

Between the summit and the scarp of the fault, a zone is found at between 500 and 800 m depth, with a very abrupt morphology associated with volcanic cones, free blocks and possible bioconstructions. From a biological perspective, a remarkable richness and variety of the benthos in this zone may/can be expected, given their morphologic complexity, besides the geological stability after no indications of avalanches have been seen.

After the acoustic and geophysics studies, a series of future works have been proposed at specific sites of interest in this region.

At a total of 50 CTD stations recordings of conductivity, temperature, pressure, oxygen and fluorescence data were taken, with an initial sampling protocol consisting of two perpendicular radial over each main target seamount, in a 2' x 2' grid. At the end of the survey, in places not initially foreseen, the hydrographic stations were placed at trawl locations.

One of the most remarkable facts in relation to the evolution of different variables was the clear differentiation between oxygen evolutions by depth in Ewing seamount in comparison with those from Valdivia Bank. There is a clear decrease in oxygen in Ewing (a minimum of 2 ml/l at 400db) while in Valdivia Bank the minimum value was 3 ml/l but at greater depth (750 db). At 1000 db oxygen values from both sites converge in a range of 3.7-3.8 ml/l.

Density contours over the seamount show alterations in the main currents that could generate local currents, calm zones favouring retention and primary production like small "oasis" compared to/with the surrounding oceanic oligotrophic waters, and local upwelling that produces enrichment of the photic zone. Oxygen contours show anomalies (low values) in the first 50 db in both areas that could be related to high primary production.

The T/S diagram allows differentiating water masses in the area of study:

- Sub-superficial water until 120 db of pressure.
- South Atlantic Central Water (SACW) at between 120 and 590 db.
- Antarctic Atlantic Intermediate Water (AAIW) at between 590 and 1700 db.

The fauna and sediment samples were obtained by carrying out a 30-minute trawl using a LOFOTEN bottom trawl net. A total of 24 trawls were carried out of which one was aborted (doors snagging) and another with a duration of only 18 minutes of trawling at the top of a seamount.

The visual analysis of collected sediments shows that the shallower substrata, at about 230 meters, are formed by sands of medium to coarse grains with a small portion of slime. They present a great proportion of foraminiferans, mainly globigerinids, globorotalids and specimens of the Nosaridae family, and also microgastropods of the Planorbidae, Turritelidae and Trochidae families.

At depths greater than 800 meters sediments go from slimed sands of medium-coarse grain (around 900 m) to white slimes of globigerinids at 1650 meters depth, passing through fine slimed sands with the presence of a great proportion of Globigerinids, and other foraminifera (globorotalids and orbitolids); microgastropods (the Planorbidae, Turritelidae and Trochidae families) and microbivalves; dead colonial and solitary scleractinia, polychaete tubes, and fragments of pumice, where specific composition mainly depends on sites and depth.

The benthos samples from Ewing seamount show three common species in the zone: *Hygrosoma petersii*, a sea urchin of the Echinothuridae family, group - quite common at those depths; and the zoantharia *Epizoanthus paguriphilus*, always associated with the hermit crab *Parapagurus pilosimanus*, also common in the deep sea.

Specimens of Hydrozoa, Gorgonacea of the Isidiidae family (bamboo corals), and Echinoidea were present in the samples. Pteropoda were also observed in the sediment.

As in Ewing, on the Valdivia Bank there were species that appeared in all the samples, the Hydrozoa colonies being the most abundant, Actinaria of the Hormathiidae family principally, and Asteroidea as *Echinaster reticulatus*. Considering the weight of the specimens, the Actinaria of the Hormathiidae family stand out, and also the presence of the demosponge *Pachastrella monilifera* in two hauls and the Echinoidea regularia of *Echinus* genus. Only in one sample (n° 24) was a scleractinia observed.

In the surfaces swept with the bottom trawl net there is no evidence of the presence of potential vulnerable marine ecosystems (VME).

A total of 138 species of fish, 24 crustacean and 15 cephalopods were collected. The total weight and length of each fish species was recorded. In addition, biological samplings of all crustaceans of commercial interest and of the cartilaginous fishes, as well as all other specimens of commercial interest were recorded.

The most representative fish species in the catches (weight) of the survey were: *Pseudopentaceros richardsoni* (40%), *Allocyttus verrucosus* (14%), *Alepocephalus productus* (13%), *Rouleina attrita* (9%), *Cetonurus globiceps* (8%), *Helicolenus mouchezi* (5%) and *Notopogon xenosoma* (3%). Considering the abundance (number of individuals) in the catches, the most representative species were: *Notopogon xenosoma* (31%), *Cetonurus globiceps* (17%), other fishes (15%), *Pseudopentaceros richardsoni* (10%), *Allocyttus verrucosus* (9%), *Alepocephalus productus* (8%), *Rouleina attrita* (6%) and *Helicolenus mouchezi* (4%).

The most representative crustacean species in the catches (weight) of the survey were: *Chaceon* spp. (84%), *Acanthephyra eximia* (6%), *Austropenaeus nitidus* (4%), *Nematocarcinus longirostris* (3%) and other species (n=23; 3%). Considering the

abundance (number of individuals) in the catches, the most representative species were: *Austropenaeus nitidus* (22%), *Chaceon* spp. (21%), *Nematocarcinus longirostris* (18%) and *AcanthePHYra eximia* (17%).

The scarceness of cephalopods and the absence of skates in the catches are interesting facts.

From samples obtained by trawls the size composition of catches was calculated, as were the descriptive statistics, length-weight relationship, sex-ratio, gonadosomatic index, condition factor and maturity ogives for the more abundant bony fish species or those of commercial interest: *Pseudopentaceros richadsoni*, *Helicolenus mouchezi*, *Hoplostethus atlanticus*, *Alloctytus verrucosus*, *Alepocephalus productus*, *Rouleina attrita*, *Cetonurus globiceps* and *Notopogon xenosoma*. Species of cartilaginous fishes have been grouped by taxonomic families but were biologically sampled individually. The length composition of catches, descriptive statistics, length-weight relationship and reproduction are presented. From samples of crustaceans the size composition of catches was calculated, as were descriptive statistics, length-weight relationship and sex-ratio, for the more abundant species or those of commercial interest: *Austropenaeus nitidus*, *Chaceon* spp. and *AcanthePHYra eximia*.

The trawl net characteristics did not allow trawling in zones with steep slopes, generally located at between 300 and 800 meters depth. This excluded the study of these zones and therefore the possibility of recording the fauna associated with these types of bottom substrate. Thus, the analysis excluded one important depth stratum which mainly corresponds to the seamount cliffs in the study area which is e.g. the habitat of species of the Berycidae and Centrolophidae fish families.

Taking into account their commercial importance two species could be highlighted in the shallower depth strata *Pseudopentaceros richadsoni* and *Helicolenus mouchezi*; and for the deepest strata *Hoplostethus atlanticus*, *Alloctytus verrucosus*, *Chaceon* spp. and possibly the Aristeidae *Austropenaeus nitidus*. As mentioned previously, no data are available for the intermediate depth strata.

The multivariate hierarchical classification analysis was carried out with a qualitative matrix of hauls/species in the haul direction and it shows a clear relationship to depth. Four assemblages have been identified that correspond to the following criteria:

- 1 - Shallower assemblage (200-500 m) from Valdivia Bank.
- 2 - 800 - 1100 m assemblage from Valdivia Bank.
- 3 - 900 - 1300 m assemblage from Ewing and Valdivia Bank.
- 4 - Deeper assemblage (1300 – 1700 m) from Valdivia Bank.

CONTENTS

- **Participating institutions**
- **Acknowledgements**
- **Executive summary**
- **Contents**
- **Introduction**
- **Study sites**
- **Survey objectives**
- **Material and methods**

Annex I – Acoustic and geophysics

Annex II - Benthos

Annex III – Seamount associated species - Fishes, crustaceans and cephalopods

Annex IV - Hydrography

Annex V – Seabird and cetacean observations

INTRODUCTION

The Namibia-0802 cruise was conducted within the framework of a specific agreement of collaboration between the *Secretaría General de Pesca Marítima* (SGPM) and the *Instituto Español de Oceanografía* (IEO) for conducting scientific cruises in Namibian waters in accordance with the fourth Joint Spanish-Namibian Commission of Cooperation which established the scientific collaboration with the Ministry of Fisheries & Marine Resources of Namibia.

Scientists from the *Instituto Español de Oceanografía* (IEO) and the National Marine Information & Research Centre (NatMIRC) by mutual agreement, decided to focus the current research cruise on the seamounts in the SEAFO (South East Atlantic Fisheries Organisation) area and more specifically on the Ewing and Valdivia Bank seamounts.

After the 61/105 UNGA Resolution, where:

“Calls upon States to take action immediately, individually and through regional fisheries management organizations and arrangements, and consistent with the precautionary approach and ecosystem approaches, to sustainably manage fish stocks and protect vulnerable marine ecosystems, including seamounts, hydrothermal vents and cold water corals, from destructive fishing practices, recognizing the immense importance and value of deep sea ecosystems and the biodiversity they contain;”

The SEAFO regional organisation is implementing this resolution:

“The Sub-Committee recognised that there is currently no information available on the spatial distribution of vulnerable habitats and fishing activity on individual seamounts within existing closed areas.....”

“The Sub-Committee recommended that for fishing to resume in closed areas there should be mapping of vulnerable habitats (corals, sponges) and that research proposals should be submitted to the SEAFO Scientific Committee for consideration before any activity takes place.”

“Scientific Sub-Committee agreed that exploratory fishing surveys in unexplored areas should not be permitted since they may cause irreversible damage to the seamounts. In alternative the Sub-Committee agreed that on these areas a preliminary evaluation of the habitat vulnerability to exploitation, as well as, mapping must be carried out using tools with minor impact effect over the bottom (e.g. multibeam sonars).....”

In order to support the ongoing international discussions and the emerging activities for the conservation and sustainable management of vulnerable ecosystems on seamounts, the multidisciplinary survey on the Walvis Ridge seamounts, off Namibia waters, was

considered as an experimental study to localize and identify bioconstructions associated with seamounts as potential vulnerable marine ecosystems that could be damaged by fishing gears, and this report is a contribution to matter.

STUDY SITES

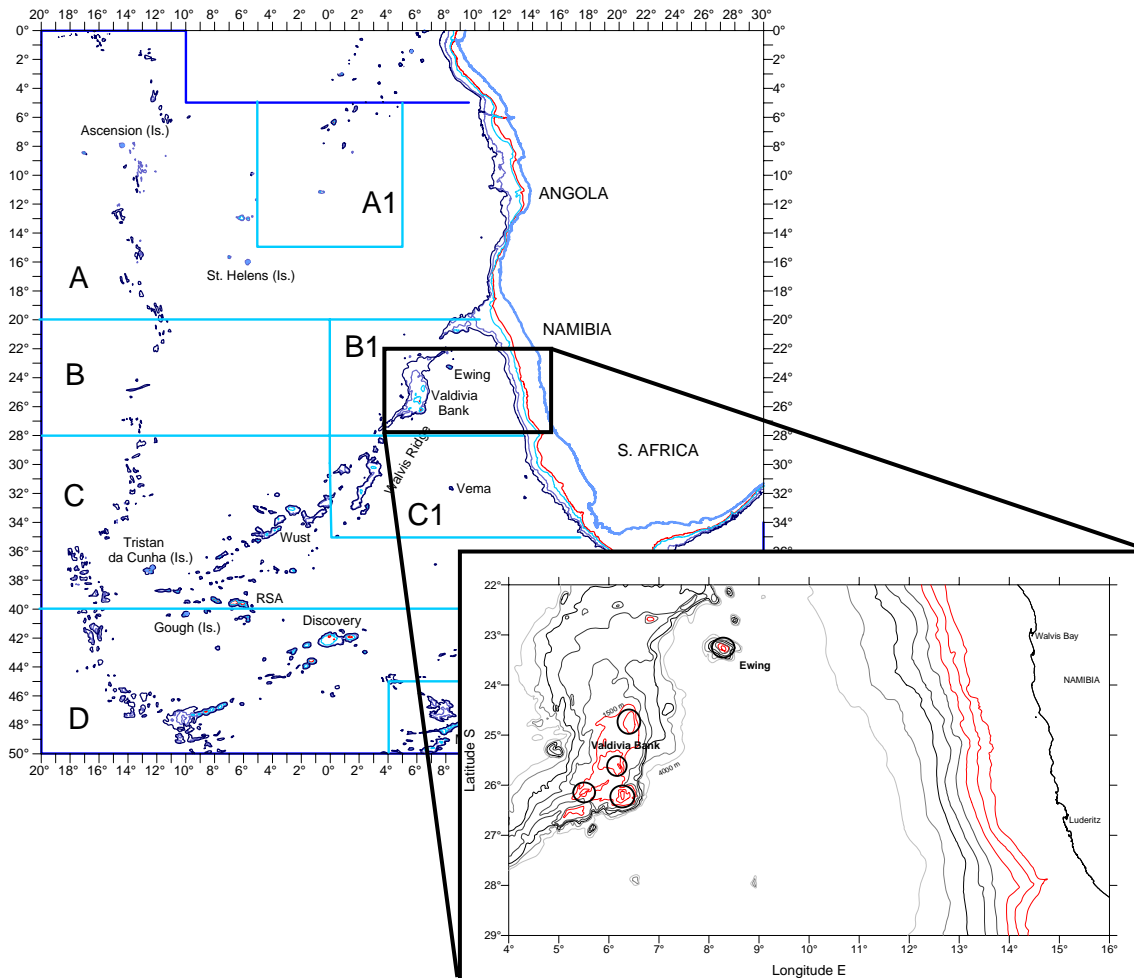


Figure 1.- Location of the areas surveyed (initial bathymetry obtained from GEBCO data) .

Two places were identified to carry out this experimental study in the Walvis Ridge seamounts and surroundings (Figure 1), that apparently belong to two different geo-environmental contexts:

- Ewing: 8°17'17''E – 23°16'04''S
- Southeast of Valdivia Bank: 6°16'32''E – 26°11'48''S

Once these zones were covered the work was extended to the rest of the Valdivia Bank complex:

- 6°12'16''E – 25°37'03''S
- 5°29'29''E – 26°07'23''S
- 6°25'57''E – 24°43'35''S

The surveyed bottom substrates ranged from between 200 and 1700 metres depth, although in some areas it went down 3500 metres.

SURVEY OBJECTIVES

- Acoustic and geophysical studies of the proposed zones using multibeam echo sounding and seismic parametric sounding TOPAS, with the aim of identifying possible bioconstructions and other geo-morphological structures of interest.
- Biological fish studies of the proposed zones sampling by depths with a LOFOTEN bottom trawl net, to obtain:
 - specific catch composition (weight and n°), with special attention to the invertebrates considered vulnerable.
 - length frequency distributions and biological data for the most important commercial species.
 - composition of species by-catch.
 - preservation of specimens for reference collections and for later studies (benthos).
- Hydrographic sampling (CTD) over the seamounts.
- Seabird and cetacean observations.

MATERIAL AND METHODS

Research vessel: R/V Vizconde de Eza (SGPM).

Cruise duration

- Departing from Walvis Bay-Namibia: 3/02/2008.
- Entry in Walvis Bay-Namibia and end of survey: 2/03/2008.

Itinerary and work calendar

Itinerary and work calendar (February-March 2008)						
Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
				1	2 Arrival at Walvis Bay	3 Departure from Walvis Bay
4 Route/ Work begins	5 Ewing	6 Ewing	7 Ewing	8 Ewing	9 Valdivia Bank	10 Valdivia Bank
11 Valdivia Bank	12 Valdivia Bank / Route	13 Route	14 Arrival at Walvis Bay	15 Departure from Walvis Bay	16 Route	17 Route/ Work begins

18 Valdivia Bank	19 Valdivia Bank	20 Valdivia Bank	21 Valdivia Bank	22 Valdivia Bank	23 Valdivia Bank	24 Valdivia Bank
25 Valdivia Bank	26 Valdivia Bank	27 Valdivia Bank	28 Valdivia Bank	29 Ewing / Route	1 Route	2 Arrival at Walvis Bay

Work plan

The objective was to share the three most important activities with the aim of optimizing the available time. Thus, a flexible system was followed whereby the sea bottom was surveyed prior to any trawling for biological samples due to the lack of knowledge about these zones.

After this general draft outline, the general procedure adopted was:

- Geology work was ongoing (24 hrs) and was only interrupted to collect biological samples (trawl) in the early mornings and/or in the afternoons, and in areas near the locations where the programmed CTD stations were manned.

The methodology to be applied for the acoustic and geophysics studies of the bottom was the following:

- conduct asound speed profile at survey commencement and its integration within the multibeam echosounder for calibration.
- systematic acquisition of bathymetric and seismic data according to the vessel's route.
- conduct seismic lines perpendicular to the geological structures surveyed.

However, it was not possible to use the parametric echosounder TOPAZ due to a malfunction and the failure of the synchronization unit. Therefore, the acoustic and geophysical work was based on the systematic acquisition of bathymetric information by the multibeam echosounder. At the end of the survey, all the draft data were saved to be processed at the laboratory. Likewise, in the fishing trawls, sediment samples were obtained by means of two collectors placed close to the rollers.

In Figure 2 the area swept with the multibeam echosounder in the different study zones study and the routes among those zones are shown. The total surface covered with the multibeam echosounder was about 10 285 km², distributed in the following zones:

Ewing	1 381 km²
Valdivia North	3 257 km²
Valdivia Central and South	5 647 km²
Total	10 285 km²

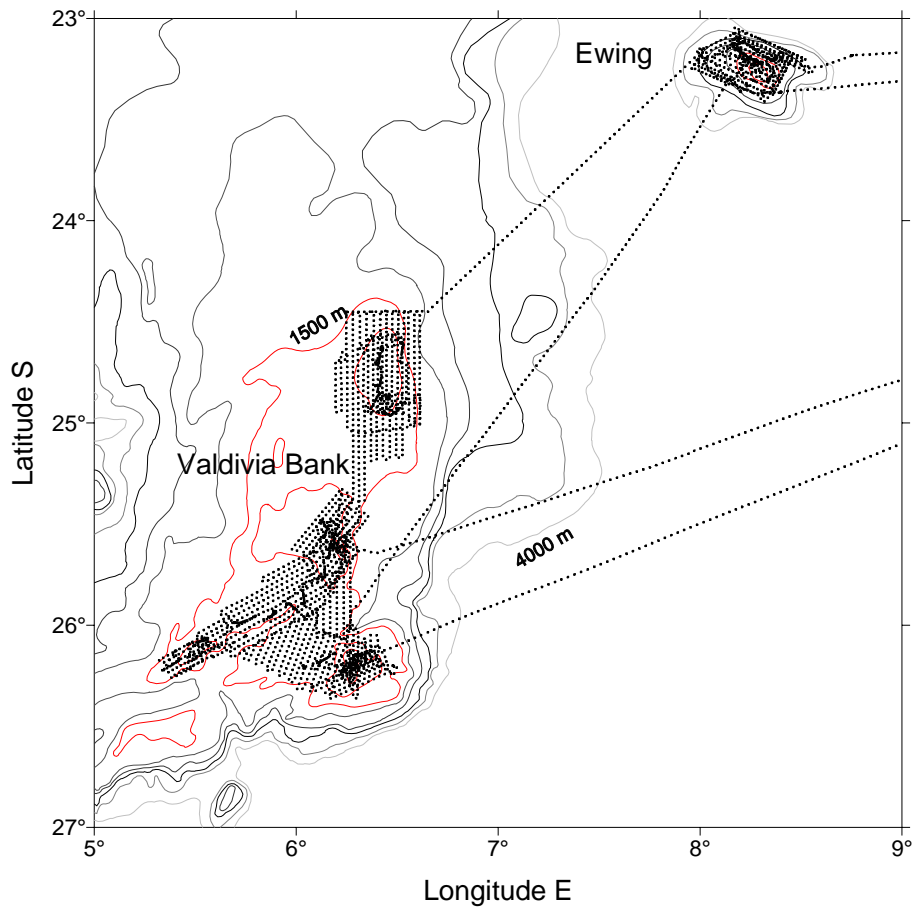


Figure 2.- Acoustic and geophysics transects and routes among zones.

The acquisition of faunal samples was carried out by 30-minute trawl using a LOFOTEN bottom trawl net with the following characteristics:

Headrope/Footrope	31.20 m/17.70 m
Rockhopper	27 rollers of 35 cm
Bridles	100 m
Otter doors	Polyvalent, 850 kg
Codend mesh	35 mm
Sediment collectors	10 cm diameter

The criteria used for the placement of trawls were:

- Sampling the maximum of 100 m deep-sea strata.
- Maximum spatial distribution within the survey area.

A total of 24 trawls were carried out (Figure 3) of which one was aborted (doors snagging) and another (n° 19) had a duration of only 18 minutes of trawling at the top of a seamount. The haul characteristics are shown in Table 1.

Table 1.- Haul characteristics.

Haul Number	Date	Zone	Trawl Speed (knots)	Trawl Duration (min.)	Trawl Length (m)	Distance Between Doors (m)	Vertical net Opening (m)	Horizontal Net Opening (m)	Surface Temp. (°C)	Bottom Temp. (°C)	Trawl Start Time	Latitude	Longitude	Depth (m)	Trawl End Time	Latitude	Longitude	Depth (m)
1	06/02/2008	Ewing	3	30	2823	178	2.9		21.8		10:22	23° 12.99' S	8° 17.14' E	986	10:52	23° 13.72' S	8° 18.6' E	976
2	07/02/2008	Ewing	3.2	30	2828				21.8		8:41	23° 10.79' S	8° 13.36' E	1019	9:11	23° 11.82' S	8° 14.63' E	1028
3	08/02/2008	Ewing	2.9	30	2893	190	2.9		21.8	3.7	8:45	23° 11.68' S	8° 20.3' E	1150	9:15	23° 12.54' S	8° 21.75' E	1159
4	10/02/2008	Valdivia Bank	3.4	30	3105	152	2.8		21.4	12.8	8:14	26° 10.64' S	6° 18.11' E	231	8:44	26° 12.31' S	6° 18.85' E	235
5	10/02/2008	Valdivia Bank	3.6	30	3304	152	2.8		21.7	11.8	14:46	26° 10.31' S	6° 20.46' E	229	15:16	26° 8.5' S	6° 20.55' E	244
6	11/02/2008	Valdivia Bank	3.7	30	3341	168	2.8		21.6	13.3	8:14	26° 12.32' S	6° 15.57' E	234	8:44	26° 13.81' S	6° 14.29' E	230
7	11/02/2008	Valdivia Bank	3.2	30	2773	200	2.4		21.8	3.4	14:53	26° 8.13' S	6° 8.13' E	1091	15:23	26° 11.22' S	6° 6.81' E	1098
8	17/02/2008	Valdivia Central	3.1	30	2908	170	2.1		22.3	3.9	15:32	25° 44.13' S	6° 8.42' E	968	16:02	25° 45.69' S	6° 8.58' E	980
9	18/02/2008	Valdivia Central	3.2	30	2940	183	1.8		22.2	4.6	8:40	25° 38.47' S	6° 9.82' E	926	9:10	25° 40.07' S	6° 9.75' E	940
10	18/02/2008	Valdivia Central	3.2	30	2796		2.6		23.3	4	14:41	25° 32.47' S	6° 8.77' E	868	15:11	25° 34.01' S	6° 8.34' E	868
11	19/02/2008	Valdivia Central									8:45	25° 36' S	6° 11' E	900				
12	19/02/2008	Valdivia Central	3	30	2900	182			22.2	4	10:39	25° 30.61' S	6° 8.71' E	871	11:09	25° 29.24' S	6° 7.82' E	863
13	20/02/2008	Valdivia West	3	30	2824	190			22.2	3.8	9:12	26° 11.44' S	5° 23.59' E	997	9:42	26° 10.62' S	5° 25.05' E	974
14	20/02/2008	Valdivia West	3	30	2812	161	1.9		22.4	4	14:14	26° 4.74' S	5° 31.79' E	977	14:44	26° 4.44' S	5° 33.42' E	960
15	21/02/2008	Valdivia South	2.9	30	2720		2		22.2	3.1	9:02	25° 57.2' S	5° 52.68' E	1488	9:32	25° 56.31' S	5° 54' E	1486
16	22/02/2008	Valdivia South	2.8	30	2734				22.1	3.1	9:08	25° 54.74' S	5° 59.19' E	1543	9:38	25° 53.66' S	5° 58.08' E	1540
17	22/02/2008	Valdivia South	3	30	2743		2.1		22.4	3.1	14:37	25° 51.9' S	6° 2.24' E	1248	15:07	25° 53.34' S	6° 2.44' E	1292
18	23/02/2008	Valdivia South	3.1	30	2740	186			22.5		15:13	25° 58.91' S	5° 44.37' E	1051	15:43	25° 59.39' S	5° 42.27' E	1061
19	24/02/2008	Valdivia Central	3	18	1636	173	2.2		22.4	8.6	14:03	25° 37.01' S	6° 12.18' E	474	14:21	25° 37.14' S	6° 11.21' E	484
20	25/02/2008	Valdivia North	3.2	30	2908	182	2.1		22.5	3.6	9:02	24° 40.64' S	6° 24.77' E	910	9:32	24° 42.21' S	6° 24.57' E	902
21	25/02/2008	Valdivia North	3	30	2753	173	2	19.93	22.7	3.9	14:48	24° 52.62' S	6° 23.87' E	977	15:18	24° 51.47' S	6° 24.75' E	998
22	26/02/2008	Valdivia North	2.9	30	2661		1.4		22.5		10:02	24° 56.95' S	6° 29.13' E	1664	10:32	24° 57.89' S	6° 27.93' E	1656
23	27/02/2008	Valdivia North	3	30	2803	170	1.6		22.5		8:47	24° 47.5' S	6° 25.05' E	888	9:17	24° 48.98' S	6° 24.8' E	890
24	27/02/2008	Valdivia North	3.2	30	2858		2.4		22.6		14:15	24° 38.3' S	6° 31.5' E	1041	14:45	24° 36.77' S	6° 31.86' E	1084

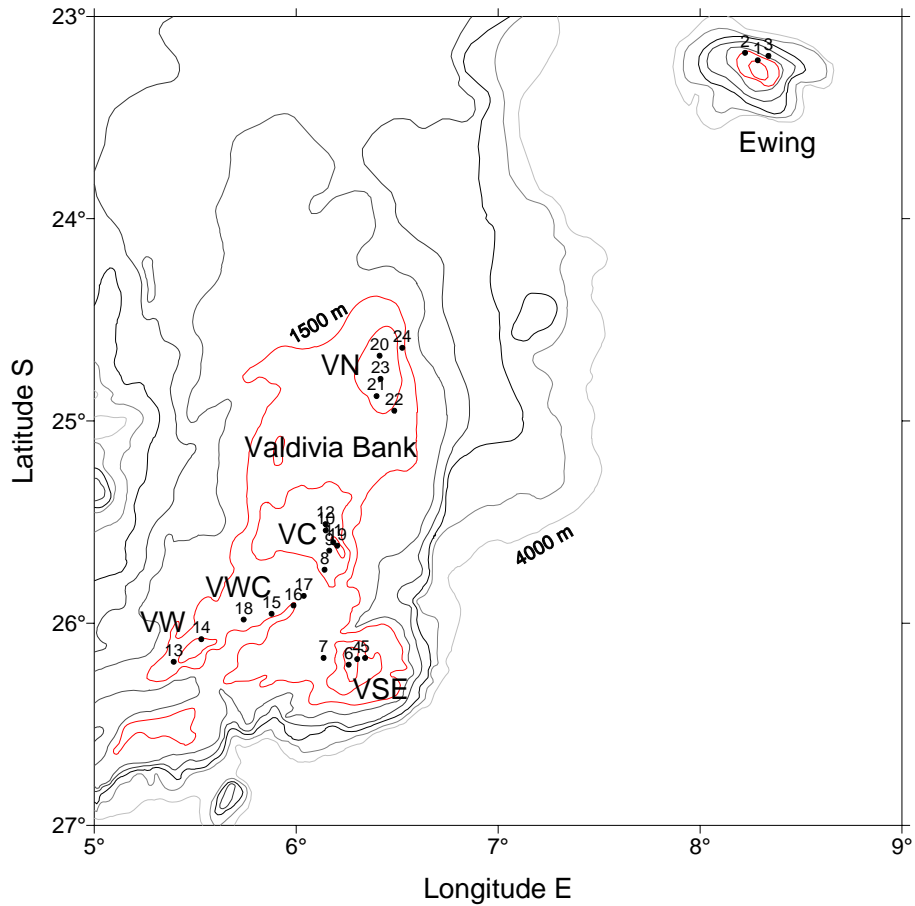


Figure 3.- Locations of faunal sample trawls.

The trawl net characteristics did not allow sampling of steeper bottoms, mainly occurring between the 300 and 800 m isobaths. This excluded the study of these zones and therefore the possibility of recording the fauna associated with these types of bottom substrate.

A total of 50 CTD stations were manned (Figure 4) recording conductivity, temperature, pressure, oxygen and fluorescence data, with an initial sampling protocol consisting of two perpendicular radial over each main target seamount, in a 2'x 2' grid. Near the end of the survey the hydrographic stations were placed randomly at trawl locations.

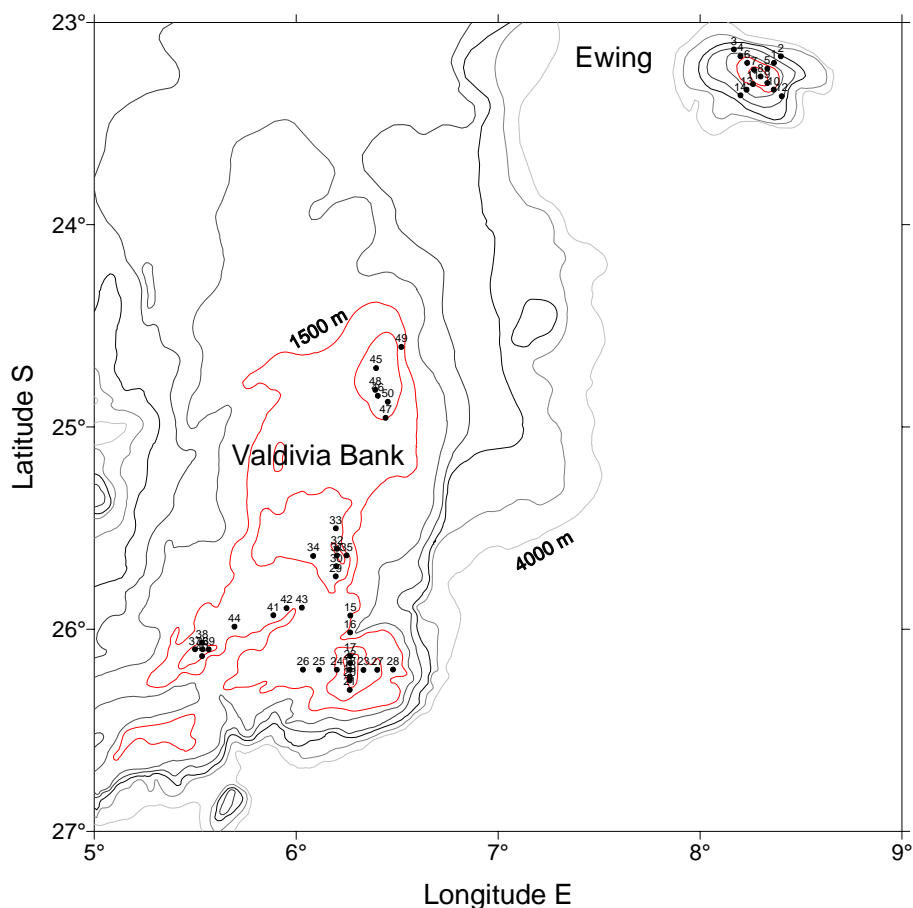


Figure 4.- Locations of CTD stations.

LIST OF PARTICIPANTS

Listed below are the participants, their duty stations and their tasks during the survey.

Luis José López Abellán	(IEO Tenerife) – Survey leader/Biology
Sebastián Jiménez Navarro	(IEO Tenerife) - Biology
José F. González Jiménez	(IEO Tenerife) - Biology
Pedro José Pascual Alayón	(IEO Tenerife) - Biology
Carmen Presas Navarro	(IEO Tenerife) - CTD/Biology
Luis Miguel Agudo Bravo	(IEO Madrid) - Geology
Patricia Jiménez García	(SGPM) - Geology
Antía Fontán Santos	(SGPM) - Geology
Manuel Paredes Alonso	(SGPM) - Geology
Lucia Revenga Giertych	(SGPM) - Geology
Belinda Moya Martínez	(SGPM) - Geology
Marcos González Porto	Universidade de Vigo - Benthos
Hannes Holtzhausen (1 st leg)	NatMIRC – Survey leader/Biology

Steffen Oesterle (1 st leg)	NatMIRC - CTD/Biology
Pete Bartlett	LMRC – Biology/Seabird observations
Suzy Christof (1 st leg)	NatMIRC - Biology
Kaarina Nkandi (2 nd leg)	NatMIRC - Biology
Richard Kangumba (2 nd leg)	NatMIRC - Biology
Nelda Katjivena (2 nd leg)	NatMIRC - Biology

ANNEX I

ACOUSTIC AND GEOPHYSICS

**ESTUDIO ACÚSTICO Y GEOFÍSICO DE LOS MONTES
SUBMARINOS DE EWING Y DEL BANCO DE VALDIVIA
(DORSAL DE WALVIS)
CAMPAÑA NAMIBIA-0802**

*Luis M. Agudo **
*Patricia Jiménez ***
*José L. Sanz **

* Instituto Español de Oceanografía
** Secretaría General de Mar - TRAGSATEC

Índice

1 INTRODUCCIÓN

Objetivos
Situación geográfica y geológica

2 METODOLOGÍA

Instrumentación

*Sistema de navegación y posicionamiento
Ecosonda Multihaz Simrad EM-300
Unidad de Sincronización Acústica
Sensor de Velocidad de sonido SV Plus*

Metodología de trabajo en campaña

*Adquisición de datos batimétricos
Incidencias durante la campaña*

Metodología de trabajo en gabinete

*Procesado de datos batimétricos (NEPTUNE)
Procesado de datos batimétricos (CARIS-FLEDERMAUS)
Integración de los datos batimétricos en un Sistema de Información
Geográfica (ArcGis)*

3 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

4 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTO

5 ANÁLISIS MORFOESTRUCTURAL Y SEDIMENTARIO DE LOS MONTES SUBMARINOS

Monte Ewing

Monte Valdivia Norte

Monte Valdivia Centro

Monte Valdivia Oeste

Monte Valdivia Sur

6 CONCLUSIONES Y FUTURAS ACTUACIONES

Conclusiones

Futuras actuaciones

7 BIBLIOGRAFÍA

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos

La campaña multidisciplinar Namibia 0802 tenía como objetivo general el estudio experimental para la localización e identificación de posibles bioconstrucciones y otras estructuras geomorfológicas de interés asociadas a las montañas submarinas de la Dorsal de Walvis frente a las costas de Namibia (Fig.1.1).

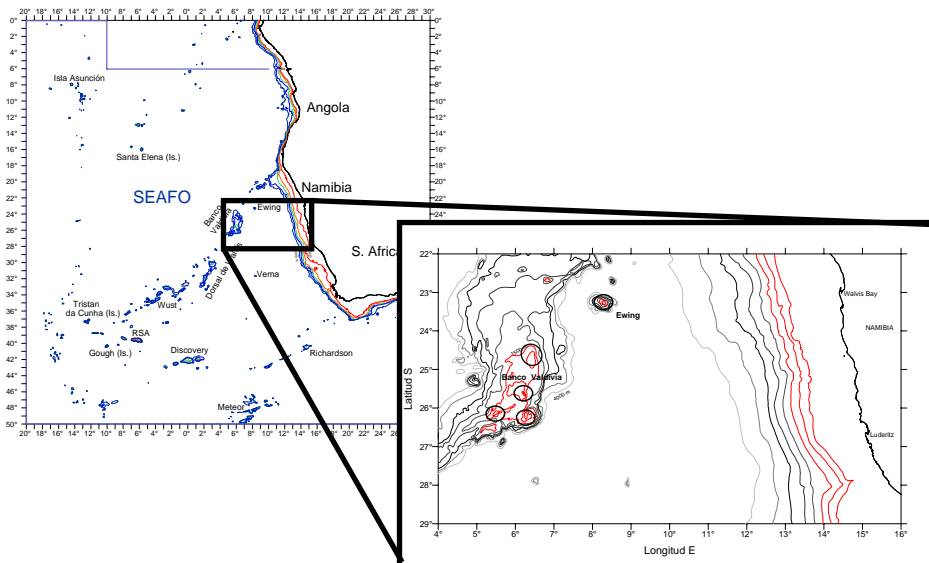


Figura 1.1: Área de estudio / Studied area.

Se han elegido dos localizaciones principales para la realización de esta experiencia piloto en la Dorsal de Walvis y alrededores, que aparentemente correspondían a dos contextos geoambientales distintos, el monte submarino de Ewing y el Banco de Valdivia, entre las coordenadas de latitud $23^{\circ}00' - 26^{\circ}00'$ y longitud $005^{\circ}00' - 009^{\circ}00'$.

Los objetivos fundamentales de la campaña fueron los siguientes:

- Estudio acústico y geofísico mediante el uso de la sonda multihaz y la sonda paramétrica TOPAS, con el objetivo de identificar la presencia de posibles bioconstrucciones y otras estructuras geomorfológicas de interés.
- Estudio biológico-pesquero de las zonas propuestas utilizando como muestreador el arte de arrastre de fondo LOFOTEN.
- Muestreo hidrográfico (CTD) de las montañas submarinas.

Los fondos prospectados se han situado en un rango de profundidades comprendido entre 217 y 4.481 metros.

Durante la campaña se realizó una prospección con ecosonda multihaz de las zonas de estudio, en la que se intercalaron la realización de los arrastres y las estaciones hidrográficas. Esas

prospecciones con la ecosonda permitieron efectuar un levantamiento cartográfico de detalle y disponer de un conocimiento de la batimetría y geomorfología de la zona, previo a la toma de muestras con el arte de arrastre.

1.2 Situación geográfica y geológica

La Dorsal de Walvis, de origen volcánico, tiene una orientación NE-SW y una extensión de aproximadamente 3400 km. Se extiende desde la costa norte de Namibia hasta la dorsal medioatlántica (Fig 1.2).

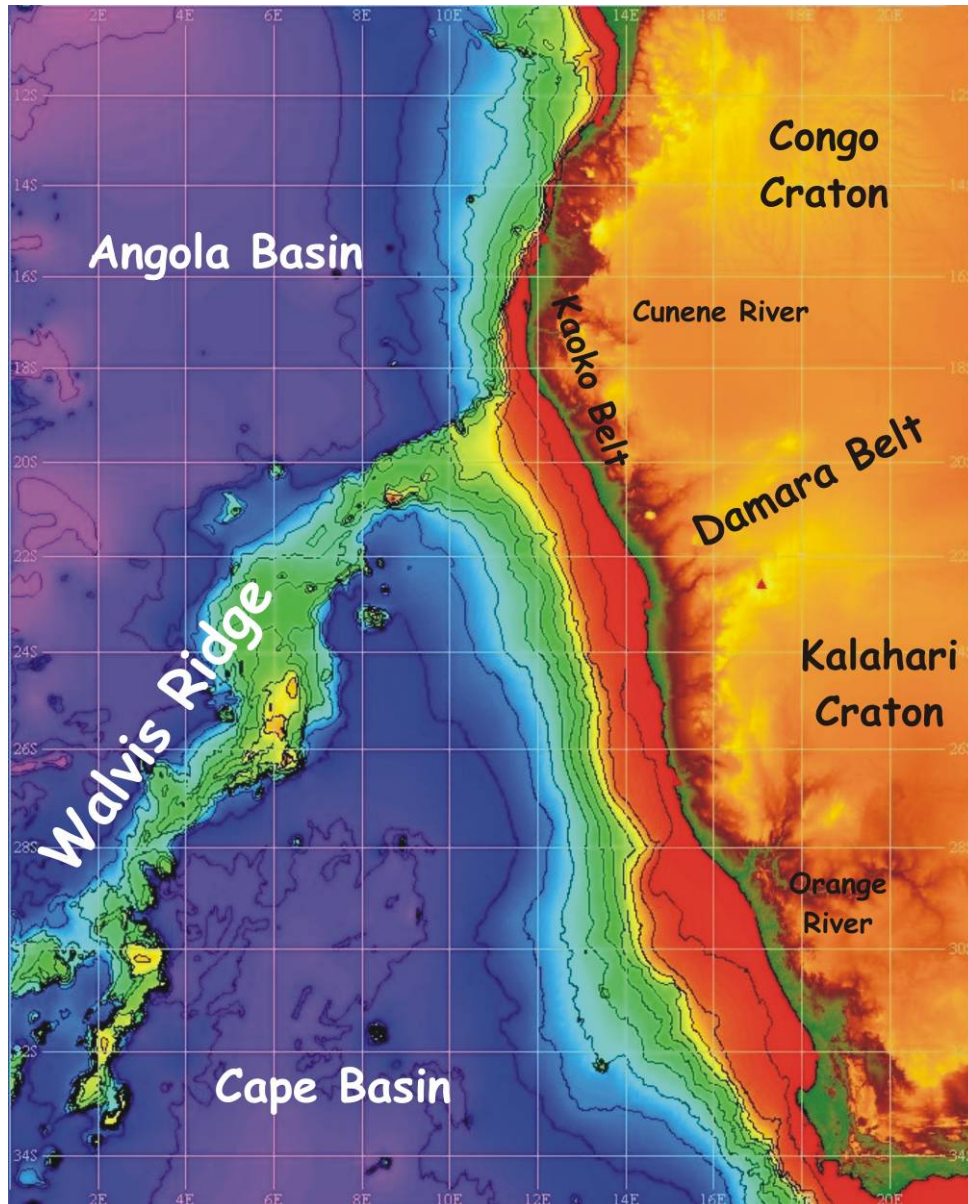


Figura 1.2: Principales accidentes geográficos en la región de estudio (batimetría generada con datos procedentes de GEBCO, 2003) / **Main geographic features in the studied region (bathymetry generated with GEBCO-2003 data).**

La dorsal de Walvis actúa de barrera submarina, separando el Atlántico Sur en una parte Norte y una Sur (Schümann et al., 2002). La parte Norte se caracteriza por presentar un margen

continental pasivo no volcánico que representa la costa de Angola y donde se alcanzan gruesos espesores de evaporitas que fueron depositadas durante el Cretácico Medio (DINGLE, 1999; SZATMARI, 2000). La parte sur se corresponde con un margen continental pasivo volcánico que caracteriza la costa Namibia. Durante el Barremiense y Aptiense, se dieron ambientes marinos restringidos en la cuenca de Cape, que llevaron a la acumulación de pizarras negras con alto contenido en materia orgánica (Bolli et al., 1978, Natland, 1978; Tissot et al., 1980; Stein, 1989).

La teoría de la tectónica de placas acompañada con los mapas de batimetría satelital ha derivado en varios modelos para el emplazamiento y evolución de la Dorsal de Walvis. Hasta la actualidad se han propuesto dos posibles mecanismos diferentes para el origen y evolución de la misma. El primer mecanismo sería la existencia de un “hotspot” (punto caliente) que derivaría en la actual cadena de montes submarinos (Morgan, 1971). En el segundo mecanismo se asocia el origen de la dorsal a la existencia de una zona de fractura con una componente extensional que daría lugar al volcanismo (Fairhead and Wilson, 2005)

El más popular de estos modelos, el primero mencionado en el apartado anterior, implica la influencia del volcanismo de un punto caliente como el mecanismo inicial de generación de la Dorsal de Walvis. En el modelo de punto caliente, la evolución de este lineamiento de dirección NE/SW es atribuido al movimiento de la placa sobre una pluma mantélica fija (Tristan da Cunha Hotspot). El trazado de las islas volcánicas y los montes submarinos nos define el movimiento de la placa tectónica sobre el punto caliente durante la apertura del Océano Atlántico (O'Connor y le Roex, 1992) (Fig 1.3).

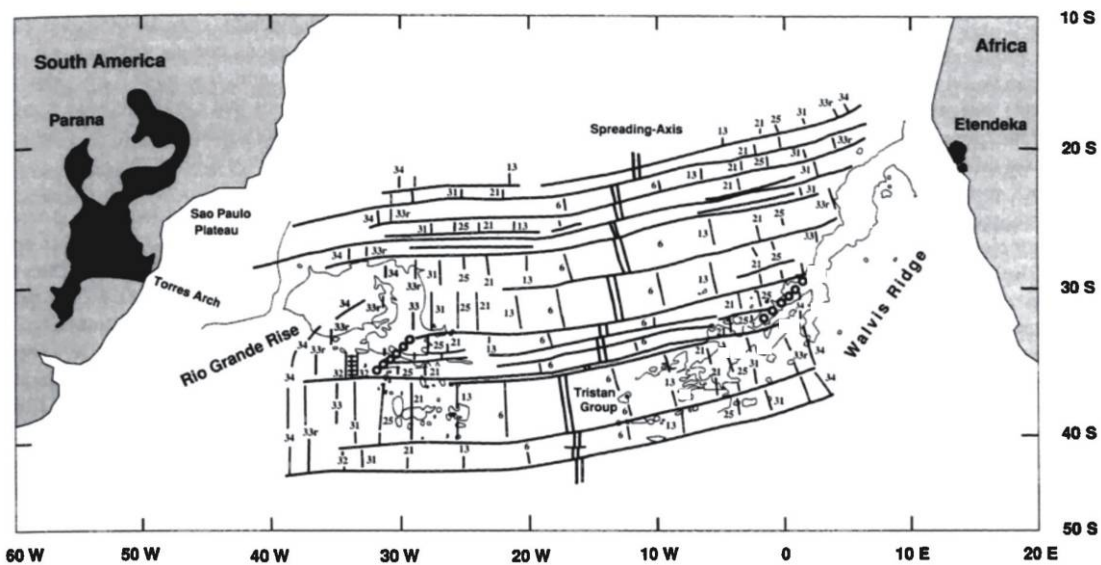


Figura 1.3: Mapa de principales anomalías magnéticas generadas por la extensión del fondo marino y zonas de fractura (modificado de Cande et al., 1989) / **Map of main magnetic anomalies occurred by the seabed extension and fracture zones (modified from Cande et al., 1989).**

Estructuras topográficas a pequeña escala dentro del lineamiento de la Dorsal de Walvis están mejor alineadas con zonas de fractura del Atlántico Sur que al movimiento absoluto de la placa Africana. La presencia y forma de estas pequeñas estructuras a lo largo de la Dorsal de Walvis pueden ser explicadas por otro modelo basado en procesos de deformación relacionados con la tectónica y el magmatismo de placa Africana. (Fairhead y Wilson, 2005). En este modelo la cizalla dextral y la extensión están relacionados con esfuerzos intraoceánicos en las placas a lo largo de zonas de debilitamiento cortical (zonas de fractura). A lo largo de estas zonas de

deformación, que producen la descompresión y fusión del manto, podrían tener lugar episodios volcánicos cada vez que sucede un esfuerzo intraplaca a lo largo del tiempo.

Parece que el mecanismo más probable para la generación y evolución de este lineamiento del fondo marino es una combinación de los dos modelos anteriormente descritos, un origen de la dorsal hace millones de años con un proceso de apertura de la placa Africana sobre la pluma mantélica de Tristan da Cunha y la posterior evolución de la Dorsal debida a posteriores episodios volcánicos relacionados con los esfuerzos intraplaca que deformaron el relieve y produjeron zonas de fracturación (Haxel y Dziak, 2005).

En un episodio de *Lowstand* (baja del nivel del mar) la mayor parte de los montes submarinos que integran la dorsal fueron erosionados debido a una posible exposición subaérea o a la acción del oleaje si quedaron a pocos metros de hacerlo, quedando la parte superior de éstos prácticamente plana.

2 METODOLOGÍA

2.1 Instrumentación

Durante la realización de la campaña, se ha tenido la oportunidad de trabajar con diferente instrumentación de geología marina. El uso de esta instrumentación ha permitido obtener numerosos datos inéditos de la zona de estudio, entre otros los que se presentan en esta memoria.

2.1.1 Sistema de Navegación y Posicionamiento

El posicionamiento durante la campaña se ha realizado mediante un GPS Diferencial. Se utilizó un navegador diferencial modelo SeaStar. En él se insertan correcciones diferenciales de forma continua, normalizadas según formatos RTCM 104, v2.1 al ritmo que permite el canal de comunicaciones. Se utilizó un operador de correcciones diferenciales como sistema de suministro de correcciones diferenciales al primario de navegación. Básicamente consiste en una red de estaciones de referencia en tierra, que transmiten sus correcciones diferenciales a través de un satélite de comunicaciones geoestacionario y son recibidas a bordo con una antena omnidireccional de reducidas dimensiones. Una vez recibidos los conjuntos de correcciones diferenciales de las estaciones más próximas, el receptor Seastar ejecuta un algoritmo de filtrado de todas ellas. Como consecuencia, se sintetiza un juego de correcciones diferenciales, optimizado para la posición del móvil y empaquetado en los formatos RTCM 104 convencionales.

Estos datos básicamente se utilizan como guía de navegación y para generar los mensajes con los datos de navegación más relevantes para su distribución a los instrumentos. El mensaje es recogido en el servidor y desde él, distribuido por la red local. Todas las posiciones han sido calculadas en el sistema de referencia WGS 84, al cual los navegadores GPS refieren siempre sus datos. Esto previene la existencia de errores incontrolados por transformación de coordenadas.

El movimiento del barco viene controlado por un sistema Seatex-Simrad Seapath 200, que determina con gran exactitud el comportamiento instantáneo del buque. Está compuesto por un sensor inercial (MRU), un sistema de antenas, una unidad de proceso y un ordenador conectado a ella. El sistema Seapath recibe datos del sensor inercial de movimiento, del GPS Diferencial y opcionalmente de la giroscópica, para incrementar la fiabilidad. El sistema proporciona datos precisos de rumbo (heading), balanceo (roll), cabeceo (pitch) y altura (heave), y junto con el GPSD determina la posición y la velocidad.

2.1.2 Ecosonda Multihaz Simrad EM-300

La ecosonda EM 300 es una ecosonda multihaz de rango medio que posee una gran resolución, alta velocidad de adquisición de datos, fiabilidad y facilidad de operación. La ecosonda opera a una frecuencia de 30 KHz y proporciona una completa capacidad de “barrido” para profundidades de 10 m hasta las profundidades de plataformas someras, incluyendo algunas cuencas profundas de hasta 5000 m. El modelo EM 300 emite con aperturas de haz de 150° y 135 haces por disparo con una distancia angular de 1° en recepción y transmisión, produciendo “barridos” del fondo marino de hasta 6,5 veces la profundidad.

El sistema está integrado por un conjunto de transductores, uno para transmisión y otro para recepción, una unidad de control de procesado o “transceiver unit” y una unidad de operador

formada por una estación de trabajo, que incluye un software con todos los controles de calidad e integración de datos.

Los datos obtenidos con la ecosonda multihaz y los telegrama del Seapath, se almacenan en la estación de trabajo Sun, de forma digital, igual que la reflectividad del fondo. Todos estos datos, se graban en ficheros que se cierran por metodología al alcanzar un tamaño de 15 megabytes, y cuya duración en el tiempo varía en función de la profundidad en la que se esté trabajando. De la estación Sun por medio del programa adquisición, se graban en cintas DAT de 4mm, en formato binario legible para su posterior tratamiento con los programas de procesado Caris, Neptuno, Poseidon, CFloor y Fledermaus.

El producto final que se obtiene, es un mapa batimétrico de la zona de estudio de alta resolución. Los datos que integran este mapa, deberán ser procesados para la eliminación de posibles errores generados durante la adquisición de los mismos con programas específicos de procesado.

2.1.3 Unidad de Sincronización Acústica

Este sistema permite la sincronización del disparo de los diferentes equipos acústicos instalados en el barco. Su funcionamiento se basa en la temporización de los tiempos de emisión y escucha de los diferentes equipos en función de sus características particulares (frecuencia de emisión, longitud de pulso) y de los parámetros operacionales (tasa de disparo, profundidad, equipos conectados).

Dispone de una interfaz de usuario gráfica que permite el manejo a través de un teclado simple, proporcionando una fácil visualización de los equipos que están transmitiendo y en qué modo.

Esta unidad de sincronización acústica se emplea para prevenir la interferencia en la emisión y recepción de los distintos equipos.

2.1.4 Sensor de Velocidad de Sonido SV Plus

El sensor de velocidad de sonido SV Plus (fig.2.1) (marca Applied Microsystems LTD) es un instrumento autocontenido y multiparámetro, diseñado para adquirir medidas de velocidad de sonido en el agua, temperatura y presión. Está preparado para grabar datos en función de diversos parámetros, según la programación que se le realice, pudiendo tomarse datos por incrementos de profundidad, incrementos de tiempo y por incrementos de cambio en la velocidad del sonido. Para el arriado e izado de estos equipos se utiliza el torno hidrográfico del buque, siendo ayudado por el posicionamiento dinámico a fin de mantener la verticalidad del equipo. Este sensor puede adquirir datos hasta 2000 m de profundidad.

La finalidad de la realización de los perfiles de velocidad de sonido es mejorar la calidad de los datos obtenidos mediante la ecosonda multihaz.

2.2. Metodología de trabajo en campaña

Durante la campaña la metodología de trabajo a seguir fue:

1. Planificación y cálculo de las líneas batimétricas, de tal manera que la cobertura sea del 100%, sin dejar huecos.

2. Realización de un perfil de velocidad de sonido en el agua al inicio de la campaña y su integración en la ecosonda multihaz, para la realización de un correcto cálculo de la trayectoria de los haces al refractarse en las diferentes capas de agua con diferentes características de velocidad de sonido. La realización de nuevos perfiles a lo largo de la campaña, está en función de la calidad de los datos obtenidos con la ecosonda multihaz.
3. Adquisición sistemática de datos batimétricos según la derrota del barco durante las 24 horas del día. Parando únicamente para la realización de los lances de pesca y los CTDs.
4. Al finalizar la campaña, todos los datos brutos son salvados y listos para su procesado en tierra.

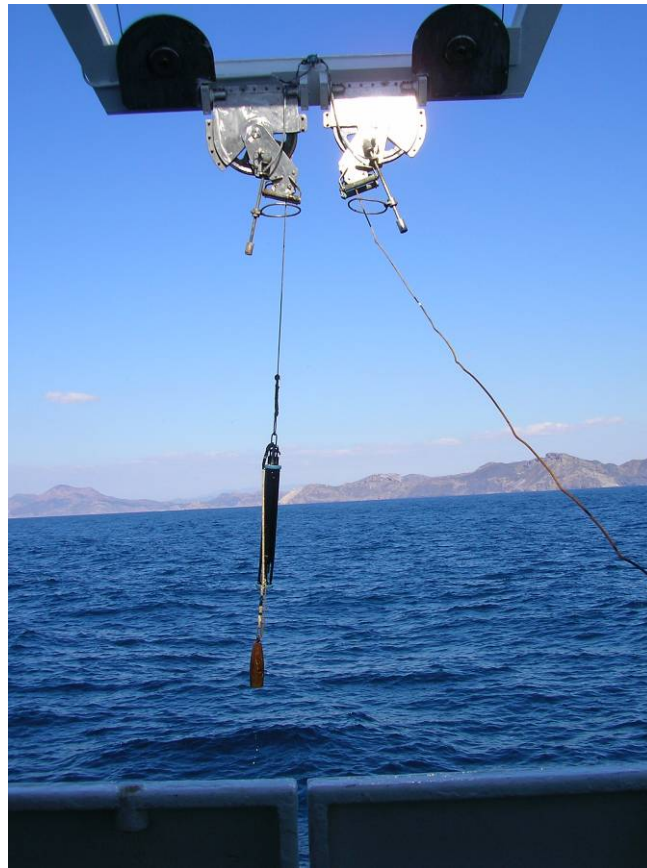


Figura 2.1: Sensor de velocidad de sonido en el agua /
Speed of sound sensor for water.

2.2.1 Adquisición de datos batimétricos

La ecosonda multihaz basa su funcionamiento en la emisión de un número variable de haces de sonido, que al alcanzar el fondo del mar, son devueltos hacia la superficie y cuyo retorno es recibido por los transductores del barco, determinándose mediante la aplicación de las oportunas correcciones, la profundidad a la que se encuentra el fondo en el área que se va cubriendo según las derrotas del barco.

La ecosonda multihaz debe estar calibrada para asegurar y verificar la consistencia de los datos obtenidos. De este modo es posible controlar errores de calibración de los aparatos, como el

balanceo, inclinación, cabeceo, retrasos de tiempo, etc. y determinar los valores necesarios para su corrección. La calibración es un elemento esencial en la calidad de los datos posteriores. Cuando se trabaja con ecosondas multihaz es necesario tener un buen control del perfil de velocidad del sonido en el agua, debido a la gran influencia que este tiene en las medidas obtenidas. Para ello en cada campaña se realizan varias mediciones para obtener la velocidad del sonido a lo largo de la columna de agua y el perfil de velocidad obtenido, es enviado a las ecosondas de forma automática.

Todos los datos tomados con las ecosondas son registrados en una estación de trabajo con un programa de adquisición. Este registra los datos de forma digital (posición, profundidad, reflectividad, velocidad del sonido, etc.) en el disco duro. Estos datos pueden ser visualizados casi en tiempo real con el programa de adquisición.

Como sucede en el procesado de todos los parámetros geofísicos, ni el mejor procesado puede mejorar la calidad de un conjunto de datos malo. Por tanto, está claro, que los valores erróneos deben ser detectados lo antes posible en el flujo de controles y correcciones. Por eso son tan importantes todos los sistemas de control y detección temprana de errores que se emplean simultáneamente con la recogida de los datos.

2.2.1 Incidencias durante la campaña

A lo largo de la campaña se detectaron diversos problemas con la unidad de sincronía y el perfil de velocidad del sonido (conexión con la estación).

Problemas con el registro de la sonda paramétrica TOPAS impidieron que se pudieran obtener los perfiles sísmicos planificados para las zonas prospectadas.

2.3. Metodología de trabajo en gabinete

Para el tratamiento de los datos se han utilizado diferentes paquetes informáticos y su posterior integración en un sistema de información geográfica. La metodología empleada en el gabinete se resume en:

2.3.1. Procesado de los datos batimétricos (Neptune)

Así mismo, también es importante contar con un buen programa de proceso de datos, que una vez detectados estos errores disponga de herramientas precisas para su corrección y que igualmente sea capaz de manejar la gran cantidad de datos recogidos por las ecosondas multihaz, que vienen a ser de una media de 10 Mbytes por hora de trabajo. Por tanto, un programa específico para trabajar con los datos brutos de multihaz es básico para asegurar una exacta corrección de los mismos y un buen producto final. El programa empleado se denomina NEPTUNE de Kongsberg, está diseñado específicamente para manejar grandes volúmenes de medidas de sondas y dispone de diversos módulos para cada tarea específica en la secuencia del proceso de datos.

El primer paso en esta secuencia, es una inspección interactiva de los datos de posición que entran a la ecosonda. El proceso de corrección y limpieza de los datos de navegación se realiza, tanto de forma manual por el operador, como de forma automática siguiendo unas normas básicas introducidas previamente. Las tareas más comunes en este proceso incluyen la comprobación de la consistencia de los datos, eliminación de los saltos en los datos, etc. En todas estas operaciones los datos no válidos, no son eliminados sino marcados individualmente y no son contemplados por el sistema en procesos posteriores.

Un segundo paso en este proceso, está relacionado con los errores de adquisición que son sistemáticos y están íntimamente ligados a errores del sistema independientes de la posición, como pueden ser una mala calibración de la altitud, las mareas, el cabeceo del barco, etc. La mayoría de estos errores pueden ser compensados de forma casi automática mediante la introducción, por ejemplo, de ficheros de marea, retrasos de tiempo, variaciones de inclinación o cabeceo, etc. Estas correcciones se realizan en el módulo denominado Módulo de corrección de profundidad.

El siguiente módulo puede ser usado de forma automática o interactiva. Es un módulo para el análisis y la limpieza de los datos. Como primer paso se realiza una división del área cubierta en regiones, que se denominan "bloques", y que incluyen un volumen de datos razonable para ser analizado y que normalmente no supera el millón de datos por bloque. Los datos de posición y profundidad son mezclados y representados para su análisis estadístico en forma de "celdillas" georeferenciadas. Las celdillas son rectángulos métricos del fondo marino en las cuales las profundidades están ordenadas. Los valores estadísticos pueden mostrarse como códigos de color de cada celdilla en una representación geográfica, que pone de manifiesto los problemas de los datos en cada área, que así pueden ser corregidos de forma rápida y fácil. La estadística de los datos limpios puede ser inspeccionada en pantalla y/o almacenada en archivos.

Cuando la operación de análisis estadístico y limpieza de los datos está finalizada, los datos son salvados en archivos listos para ser tratados por un programa específico para representación cartográfica de datos multihaz denominado Cfloor. Se trata de un sistema de información geográfica y modelado de terreno diseñado especialmente para trabajar con el gran volumen de datos que se obtienen con las ecosondas multihaz. A partir de los archivos de entrada con los datos de posición y profundidad se realizan cálculos de paso de malla, filtrado y suavizado de los mismos, con obtención de un primer mapa de isóneas, que pone de manifiesto posibles errores en el procesado anterior de los datos.

Si es necesario se realiza una nueva limpieza de los datos con el programa Neptune, teniendo como referencia estas versiones iniciales de mapas batimétricos. Una vez obtenidos los archivos de datos que se pueden considerar como definitivos, se procede a la determinación del incremento de X e Y que se empleará en la realización de la malla. En el caso de nuestra campaña se han usado incrementos de 50x50 metros en la realización de la malla. Los pasos, cumpliendo los estándares de la Oficina Hidrográfica Internacional, que se siguen en el proceso se describen a continuación:

- Grid inicial. Realización de una batimetría preliminar, que suele presentar una gran influencia de ruido en los datos brutos.
- Cálculo de la desviación estándar de los datos introducidos en relación con la superficie batimétrica generada.
- Filtrado donde se eliminan los datos que superen 2 veces la desviación estándar calculada.
- Generación de una nueva batimetría con los datos filtrados. Aquí los pasos individuales son los siguientes: ordenación de los datos, búsqueda en espiral con localización de los puntos que pertenecen a cada nodo de la celdilla determinada, interpolación de los datos mediante un algoritmo de interpolación parabólica.
- Suavizado del modelo digital obtenido del paso anterior.

2.3.2 *Procesado de los datos batimétricos (Caris-Fledermaus)*

Hemos procesado la totalidad de los datos de batimetría multihaz con el programa CARIS HIPS y los hemos comparado con los resultados finales del procesado realizado con NEPTUNE. También hemos incorporado los modelos digitales de profundidad generados al paquete informático FLEDERMAUS para el análisis en 3D de los datos.

Los pasos seguidos en el tratamiento son los siguientes:

1. *Crear un archivo de la embarcación.*

Configuramos la localización de los sensores en el sistema de referencia de la embarcación.

El archivo de configuración de los datos de la embarcación representa las relaciones que existían entre los sensores en el momento que se llevó a cabo el levantamiento hidrográfico con el software de adquisición de datos, en nuestro caso MERLIN.

El archivo que generamos (VCF) contiene información necesaria para combinar todos los datos de los sensores y crear así un registro final de posición/profundidad. La información de los sensores se unas durante un proceso posterior denominado “*Merge*” que describiremos más adelante y en el que, entre otros procesos, se compara la fecha y hora de los datos observados con la fecha y hora de la información de los sensores en el VCF, para asegurar que se usen las compensaciones correctas.

2. *Configurar el proyecto y conversión de los datos brutos.*

Cargamos los datos en formato bruto de SIMRAD, adquiridos por la sonda multihaz durante la campaña. El programa nos los ordenara por tiempo para poder trabajar.

3. *Editar y corregir los datos de los sensores de posición.*

Una vez cargados los datos comprobamos con los módulos “*Navigation Editor*” y “*Attitude Editor*” si son correctas las correcciones que aplica el software de adquisición de SIMRAD, con respecto al movimiento de la embarcación (Gyro, Heave, Pitch y Roll) y la navegación. En caso de observar problemas, desde estos módulos podremos corregirlos. Por ejemplo podremos aplicar un filtro a los datos de movimiento aplicando un algoritmo “*Fast Fourier*”.

4. *Cargar datos de marea y corrección de la velocidad del sonido en el caso que algún archivo tuviese algún problema.*

El software de adquisición de SIMRAD corrige durante la campaña las variaciones de velocidad del sonido a lo largo de la columna de agua a partir de diferentes perfiles de sonido que se realizaron a lo largo de la campaña para cada área diferente que se cartografió. A pesar de encontrarse estos datos ya corregidos, el programa nos permite ver si se ha realizado correctamente, en caso contrario podemos volver a corregir esos datos a partir de los perfiles realizados durante la campaña. También podemos crear y editar estos perfiles de velocidad de sonido a partir del módulo “*SVP Editor*”

También tenemos la opción de corregir los datos por mareas. En nuestro caso no disponemos de datos de mareas en la zona, por lo cual no se ha llevado a cabo esta corrección.

5. *Combinar datos de posición y profundidad.*

Después de la comprobación en la corrección en la velocidad del sonido procedemos a combinar los cálculos de profundidad y de posición. En este proceso se combina toda la información de los desplazamientos verticales y horizontales necesarios para producir una profundidad y localización para la sonda. Esta información incluye:

- Profundidad observada
- Navegación
- Girocompás
- Marea (en el caso de disponer de datos)
- Parámetros de calibración
- Coeficientes de refracción
- Datos de movimiento (movimiento vertical, cabeceo y balanceo)
- Línea de flotación
- Calado dinámico

6. *Crear modelos digitales de profundidad a partir de mallas (Superficies BASE) con efecto de iluminación solar.*

Primero generamos hojas de campo dividiendo el área estudiada en tantas partes como queramos. Las hojas de campo tienen dos propósitos en HIPS, habilitan la creación de *superficies BASE* y también se utilizan para la generación de mapas en los diferentes software de CARIS.

CARIS HIPS soporta la habilidad de crear *superficies BASE* usando tres métodos diferentes de ponderación. Una *superficie BASE* es la representación de la superficie obtenida por la ecosonda multihaz mediante la reproducción de la geometría del sonar. Cuando creamos la *superficie BASE* tendremos la opción de seleccionar que método de ponderación usaremos. Los tipos de superficies usan diferentes algoritmos de ponderación para producir mallas de los datos de sonar, es decir una superficie suavizada que retiene la resolución del sonar. A partir de estas primeras mallas podremos observar en que zonas las sondas tienen un mayor ruido.

Para generar estas mallas nosotros hemos utilizado de los tres métodos mencionados anteriormente el denominado “Swath Angle”. La técnica de la superficie BASE modela la geometría con que se adquirieron los datos de tres formas:

- Radio de influencia variable

El radio de influencia de cada sonda se calcula a partir del ancho del haz del tipo de sonar seleccionado y por lo tanto se incrementará con la profundidad. El radio de influencia también se incrementará con el ángulo de contacto del haz a medida que se aleja del nadir.

- Ponderación de la distancia

Se aplica una función de peso para cada sonda la cual disminuye con la distancia desde el nodo. La magnitud del peso aplicado a cada sonda en un nodo es inversamente proporcional a la distancia desde el nodo. Esto está diseñado para reducir los efectos, en la creación de la *superficie BASE*, de las sondas más distantes.

- Peso del ángulo de contacto (incidencia)

Los errores en los datos multihaz tienden a incrementar en magnitud en los haces exteriores de las bandas de sondaje debido a la larga trayectoria del haz. Este esquema de ponderación se define por el usuario. Por defecto, a medida que el ángulo de contacto con el fondo disminuye

hacia el límite de la panda de sondaje, el peso del ángulo de contacto aplicado a la sonda también disminuirá.

El peso del ángulo de contacto permite proveer un mecanismo para ponderar preferentemente la porción interior de la banda de sondajes y reducir los efectos de las sondas provenientes de los haces exteriores.

7. Aplicación de filtros.

Al igual que con Neptuno al generar la superficie BASE se realiza un cálculo de la desviación estándar de los datos introducidos en relación con la superficie batimétrica generada.

Una vez calculado se procede al filtrado de los datos, donde se eliminan que superen 2 veces la desviación estándar calculada. Una vez filtrados generamos una nueva superficie BASE.

8. Edición de sondas con el módulo “Swath Editor” y eliminación de spikes.

Con el módulo “Swath Editor” editamos las bandas de sondaje. Nos proporciona diferentes vistas en 2D y 3D (fig. 2.2). A partir de estas diferentes vistas podremos seleccionar, aceptar, hacer búsqueda y rechazar las sondas eliminando así los spikes.

Con este módulo también podremos editar los datos de amplitud promediada del haz mostrándose como un píxel por haz.

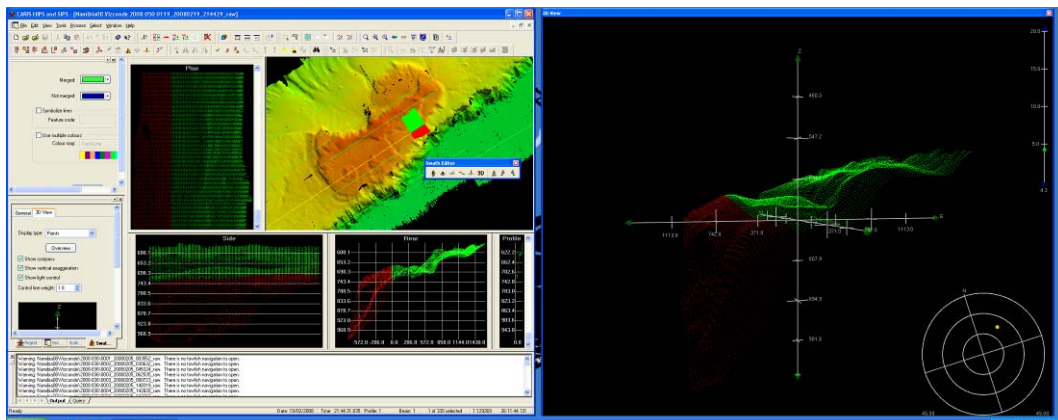


Figura 2.2: Pantalla de trabajo del módulo “Swath Editor” con vistas en 2D y 3D de las bandas de sondaje / **Work screen of the Swath Editor module with 2D and 3D views of sounding bands.**

También nos permite aplicar filtros a las bandas de sondaje. Podemos aplicar 3 tipos diferentes:

- *Spike Detection.* Diseñado para marcar profundidades de sondas que no son físicamente posibles dado el conocimiento que tenga el usuario de la topografía y morfología general del fondo marino.
- *Swath Reduction.* Diseñado para marcar sondas cuya ubicación registrada dentro del ancho de la banda de sondaje se considera redundante o fuera de los límites típicos de exactitud o dependencia requeridos.
- *Sonar Quality Flags.* Diseñado para usar las marcas de calidad generadas por el procesador de señales del sonar como indicadores de potenciales puntos con valores incorrectos.

Se han comprobado todos los archivos con datos de batimetría generados durante la campaña utilizando esta herramienta.

9. Edición de sondas con el módulo “Subset Editor” y eliminación de spikes.

Con el módulo “Subset Editor” subdividimos el levantamiento por áreas y examinamos todas las sondas dentro de cada área. El área llamada subset se abre con esta herramienta de edición espacial, nos permite examinar y editar los datos de sondas de todas las líneas juntas. Nos proporciona diferentes vistas en 2D y 3D (fig. 2.3). A partir de estas diferentes vistas podremos seleccionar, aceptar, hacer búsqueda y rechazar las sondas eliminando así los datos incorrectos.

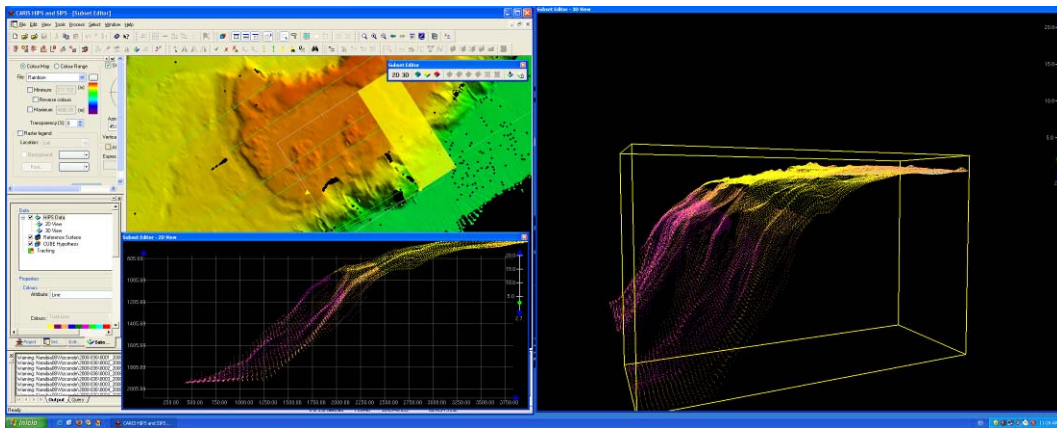


Figura 2.3: Pantalla de trabajo del módulo “Subset Editor” con vistas en 2D y 3D con las sondas pertenecientes al área seleccionada para limpiar / **Work screen of the Subset Editor module with 2D and 3D views with the sound to be cleaned.**

Este módulo proporciona una gran ayuda a la hora de eliminar el ruido en la zona de solape entre dos líneas diferentes.

Se han comprobado toda el área sondada durante la campaña utilizando esta herramienta.

10. Generación de nuevos modelos digitales de profundidad a partir de los datos limpios de ruido.

Después de haber terminado la edición y limpieza de los datos debemos volver a generar modelos digitales de profundidad, con las sondas aceptadas, usando la distancia entre nodos que consideremos adecuada para las posteriores interpretaciones. En nuestro caso, al igual que con el procesado en NEPTUNE hemos empleado incrementos de 50x50 (Fig. 2.4).

Después de generar la superficie BASE se han encontrado zonas donde la cobertura no es completa quedando huecos en la imagen. CARIS HIPS nos permite interpolar valores para estos huecos usando un valor promedio a partir de los valores de los píxeles más cercanos (Fig. 2.5).

La función de interpolado escanea las filas de la superficie BASE para encontrar los píxeles sin valor y genera una matriz de 3x3 ó 5x5 alrededor del píxel vacío. Si el número de píxeles rellenos alrededor del vacío es mayor o igual a el *número de vecinos* que hemos especificado, el píxel puede rellenarse con un valor promedio de estos píxeles.

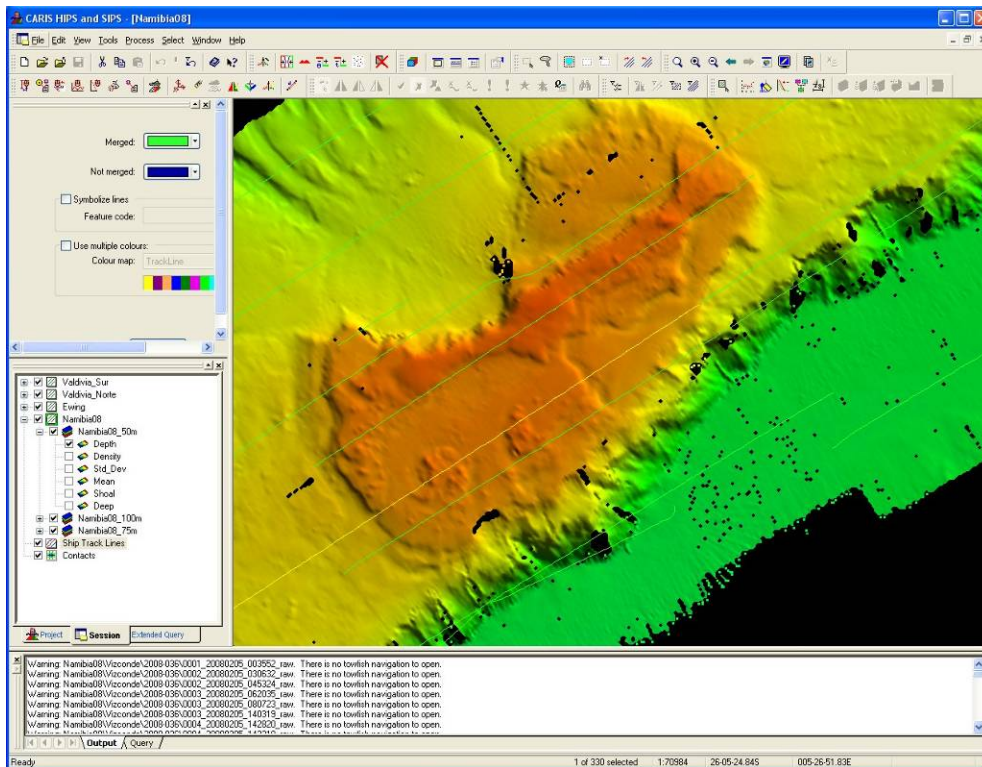


Figura 2.4: Detalle de superficie BASE generada después de la limpieza de los datos erróneos. Podemos observar como quedan zonas con huecos / **BASE surface detail generated after cleaning erroneous information. It is observed zones without data.**

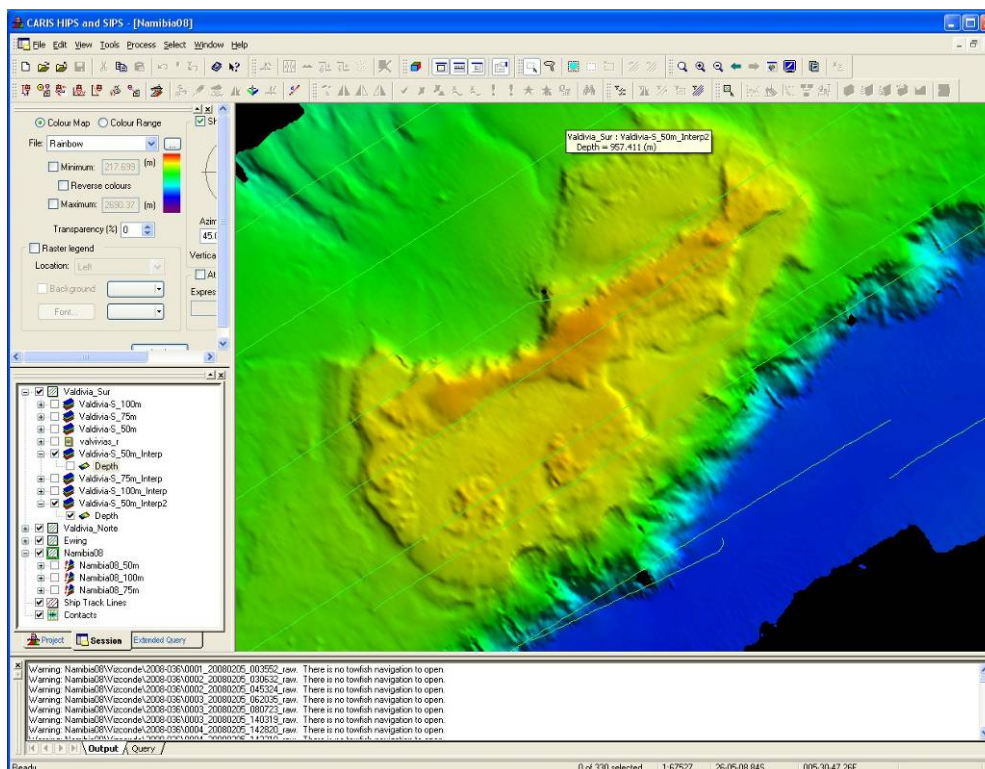


Figura 2.5: Detalle de superficie BASE generada después de realizar el interpolado / **BASE surface detail generated after the interpolation.**

11. Construcción de mosaicos de reflectividad a partir de los datos limpios de ruido.

Después de haber finalizada la edición y limpieza de los datos podemos generar mosaicos con los valores de amplitud promediada de los haces, obtenemos un valor de intensidad por haz a partir de los datos batimétricos. A partir de estos valores se ha construido una malla con las mismas características que la realizada para los modelos digitales de profundidad

12. Exportación de datos (sondas, isobatas e imágenes).

Una vez terminado el procesado de los datos podemos exportar los valores de las sondas aceptadas, las mallas e isobatas generadas con estas sondas y las imágenes georreferenciadas generadas con el programa, en diferentes formatos para ser incorporados a otros programas para su posterior interpretación.

13. Importación de las mallas en Fledermaus y elaboración de bloques 3D.

Las mallas anteriormente exportadas son incorporadas al paquete informático Fledermaus que nos permite la elaboración de bloques 3D y videos con vuelos sobre el modelo digital de profundidad.

2.3.3 Integración de los datos batimétricos en un Sistema de Información Geográfica (ArcGis)

Posteriormente los modelos digitales creados y los mosaicos de reflectividad generados son introducidos en el Sistema de Información Geográfica denominado ArcGIS (ESRI). Estos archivos permiten generar la siguiente información:

- Nuevos modelos digitales batimétricos
- Derrota de las líneas batimétricas
- Posición de los puntos de muestras y lances realizados
- otros datos de interés

El fin de integrar todos los datos en el Sistema de Información Geográfica, es poder hacer consultas y generar los mapas finales batimétricos y geomorfológicos

3 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

A continuación se presentan los mapas e imágenes resultantes del procesado de los datos batimétricos. En total se han cubierto 10285.2 Km² (2780 Mn²), 1381.1 km² correspondientes al Banco de Ewing y 8904.1 km² al Banco de Valdivia (Fig. 3.1).

Los mapas batimétricos están generados a partir de modelos digitales de profundidad con un paso de malla de 50 metros y veriles cada 100 metros. Los bloques 3D fueron creados con los mismos modelos digitales de profundidad, donde la escala vertical está exagerada 4 veces. Las vistas de estos bloques 3D están realizadas desde la posición de las flechas que aparecen en cada uno de los mapas batimétricos.

Los mosaicos de reflectividad son obtenidos por un valor de amplitud para cada sonda aceptada durante el procesado. A partir de estos valores se ha construido una malla con las mismas características que la realizada para los modelos digitales de profundidad.

Se ha dividido el área de estudio en las siguientes zonas (Fig. 3.1) denominados: Ewing, Valdivia Norte, Valdivia Centro, Valdivia Oeste y Valdivia Sur, que se corresponden a los principales montes submarinos que se han cartografiado. Las figuras con los mapas batimétricos, bloques 3D y mosaico de reflectividad de cada zona o monte submarino se muestran en las figuras 3.2 a 3.20.

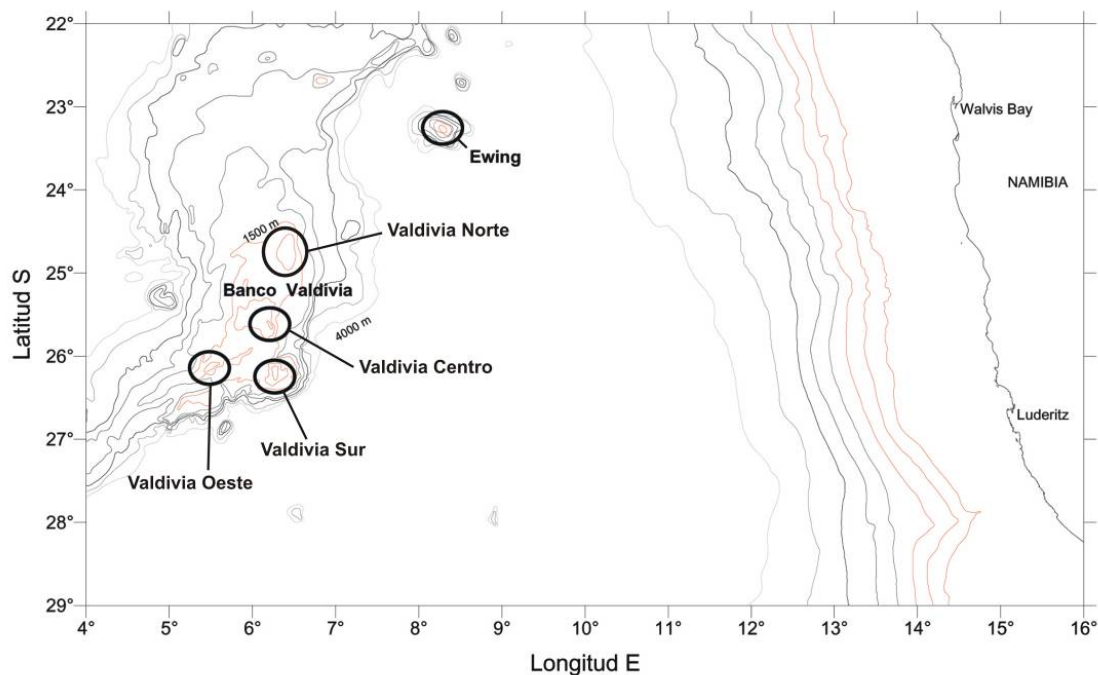


Figura 3.1: Subdivisión del área estudiada según los principales montes submarinos / **Subdivision of the area studied according to the main Seamounts.**

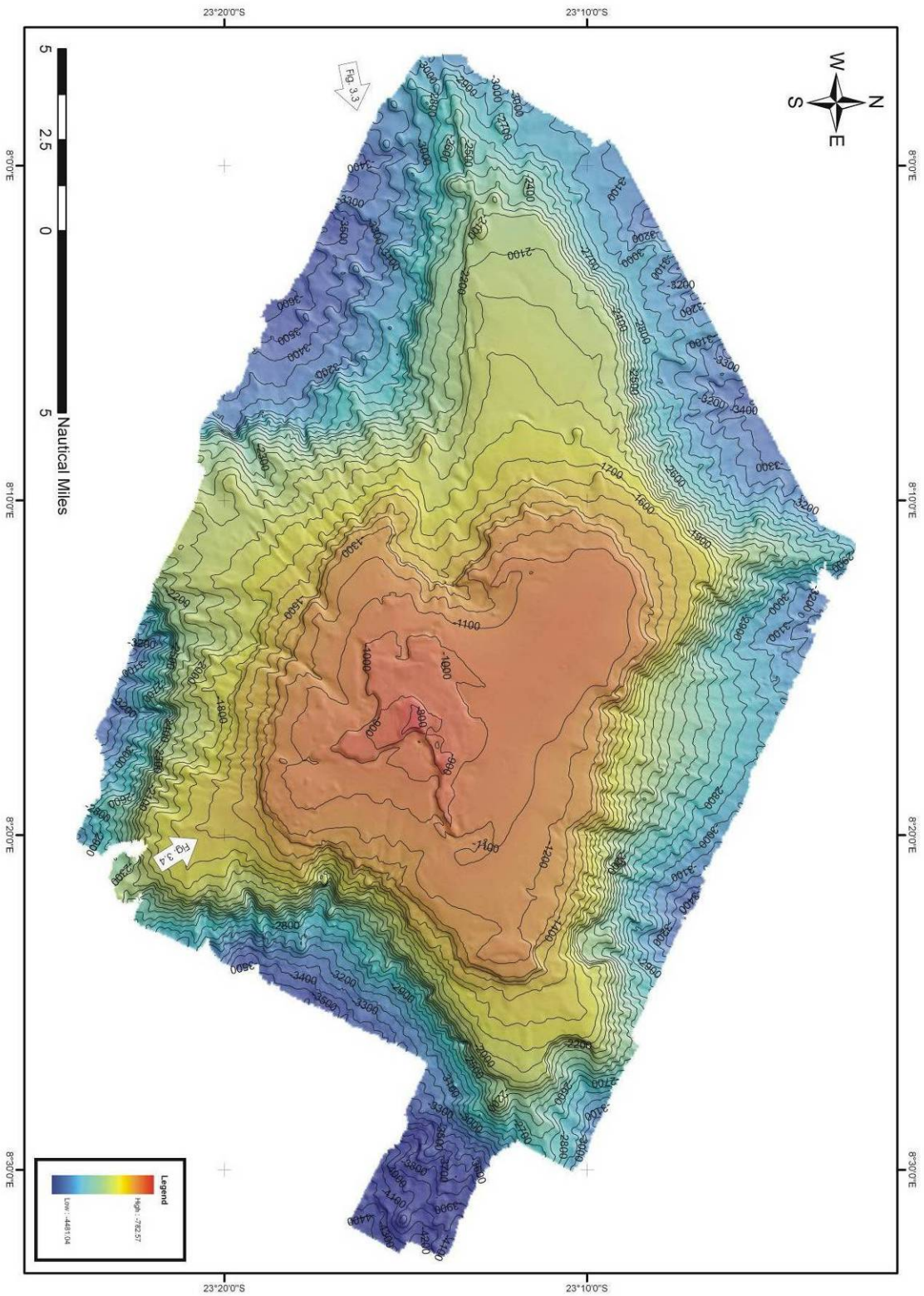


Figura 3.2: Mapa batimétrico del Monte Ewing / Bathymetric map of the Ewing Seamount.

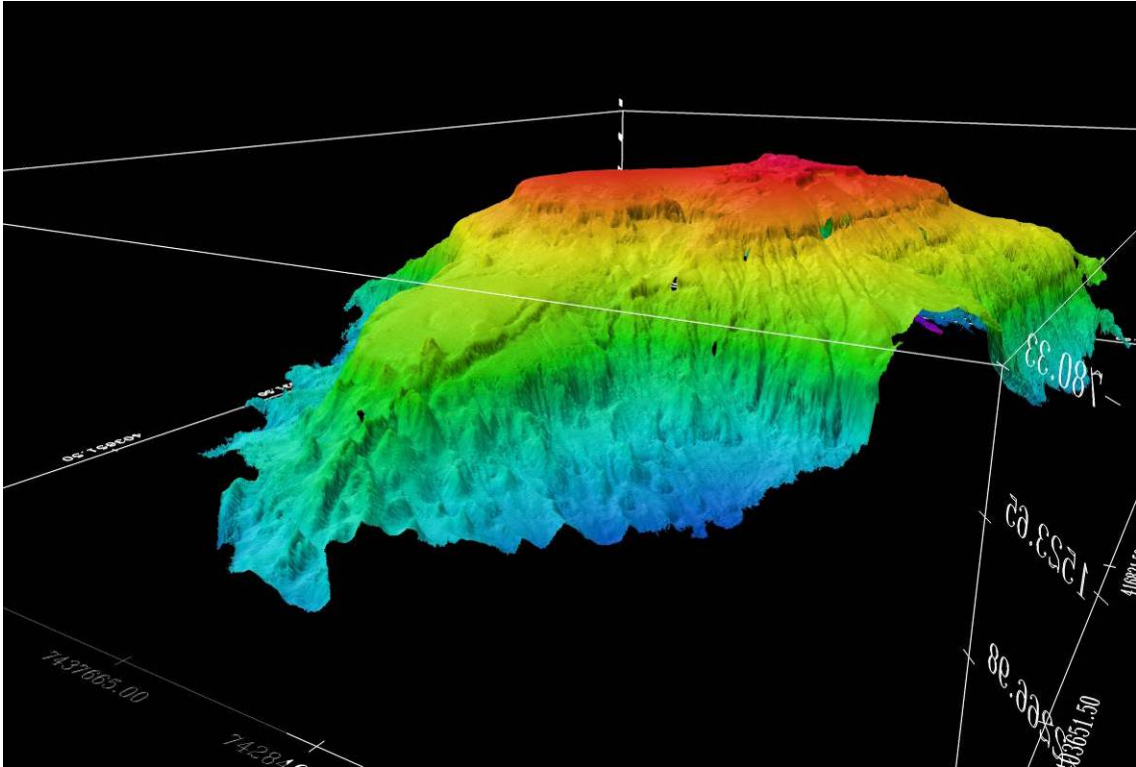


Figura 3.3: Bloque 3D del Monte Ewing / Ewing Seamount 3D block.

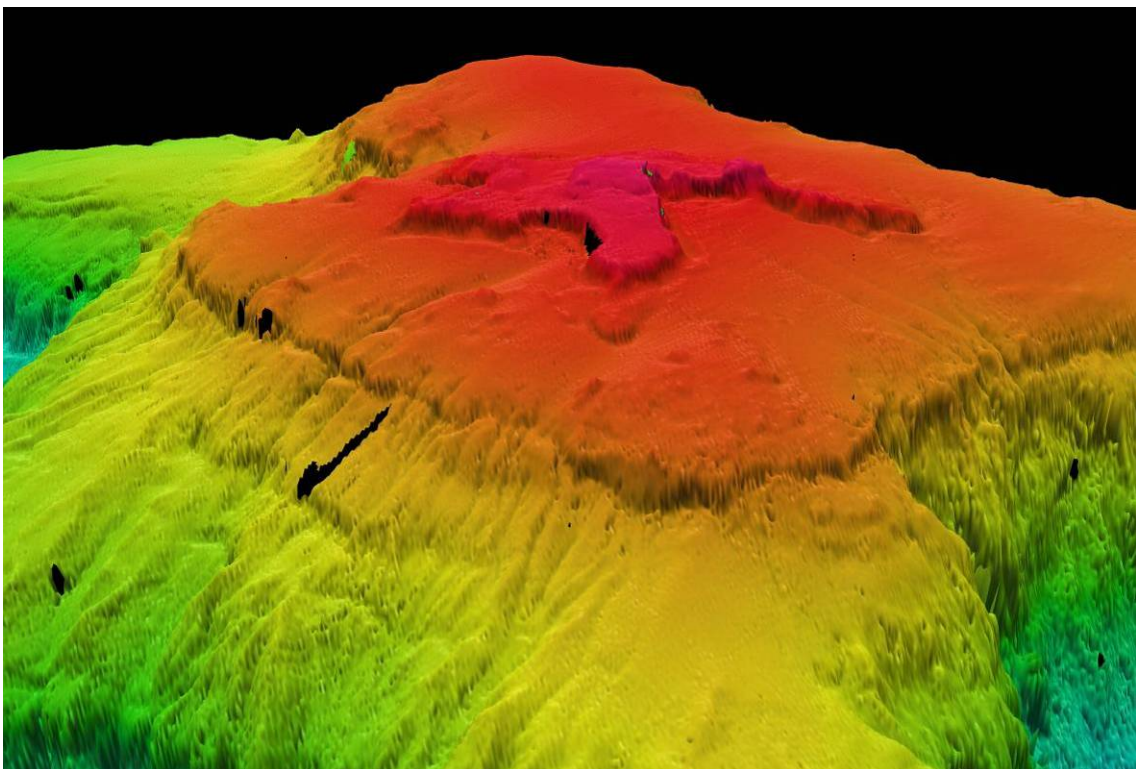


Figura 3.4: Bloque 3D detalle del Monte Ewing / Ewing Seamount 3D block detail.

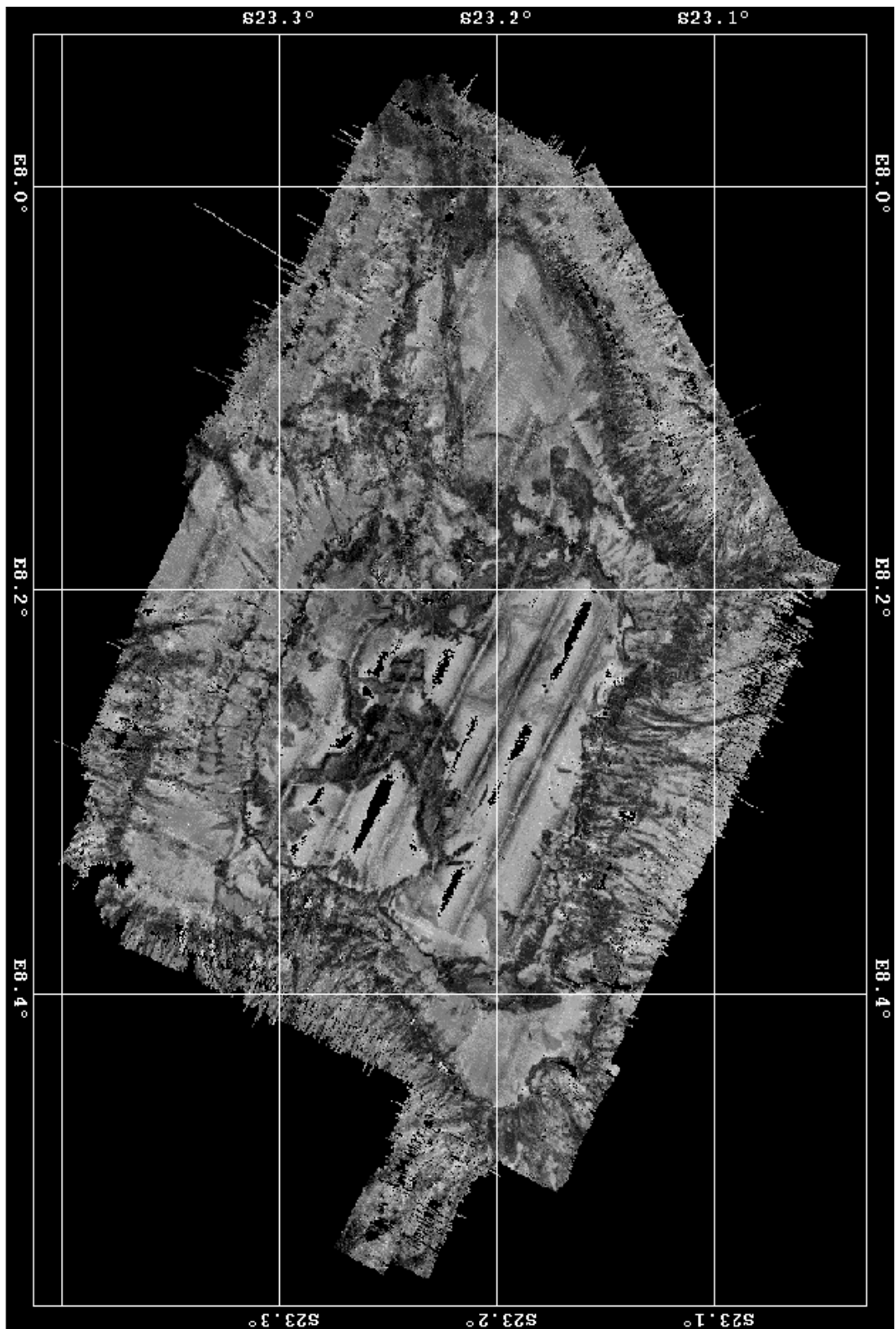


Figura 3.5: Mosaico de reflectividad del Monte Ewing / Ewing Seamount reflectivity map.

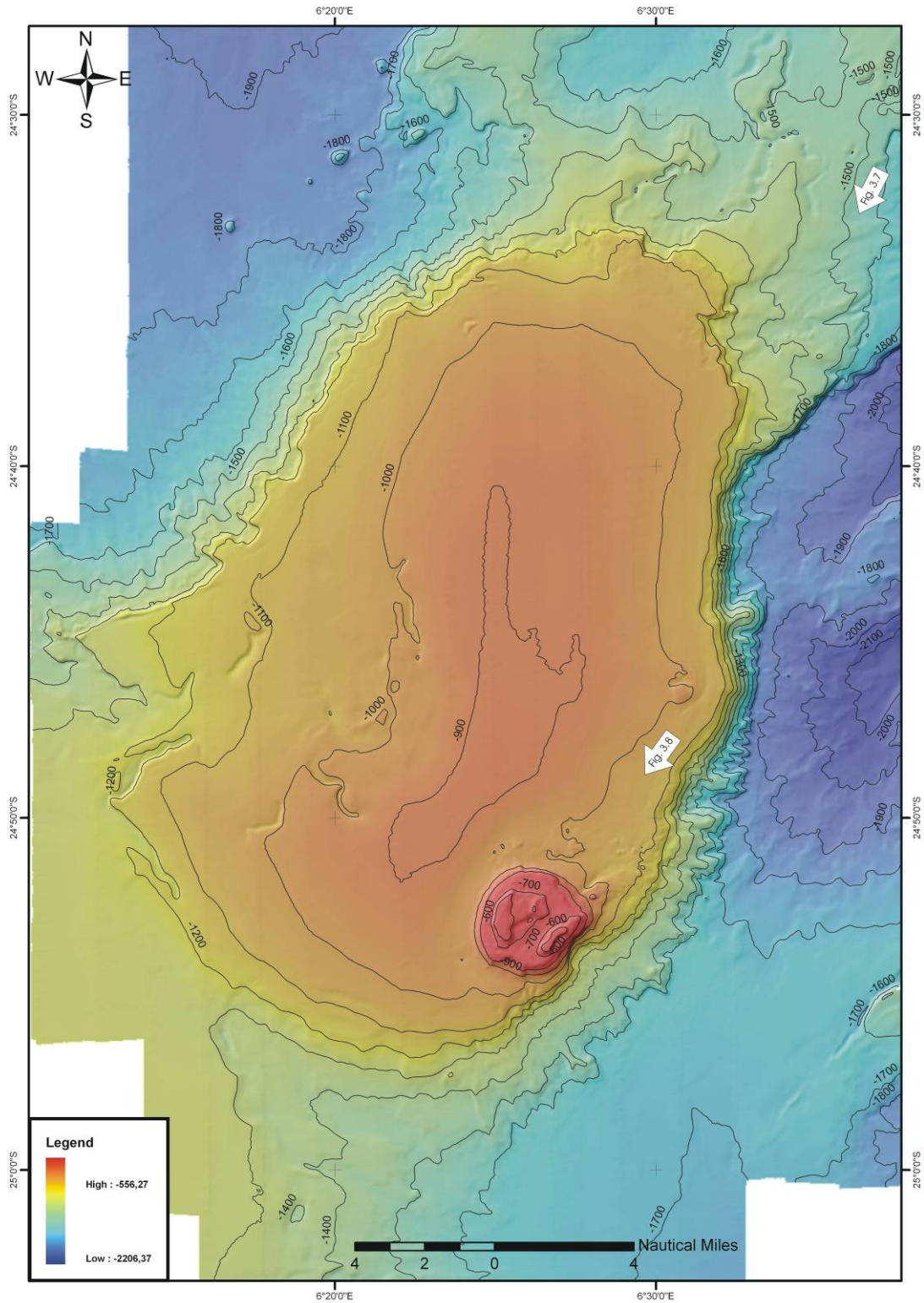


Figura 3.6: Mapa batimétrico del Monte Valdivia Norte / **Bathymetric map of the Valdivia North Seamount.**

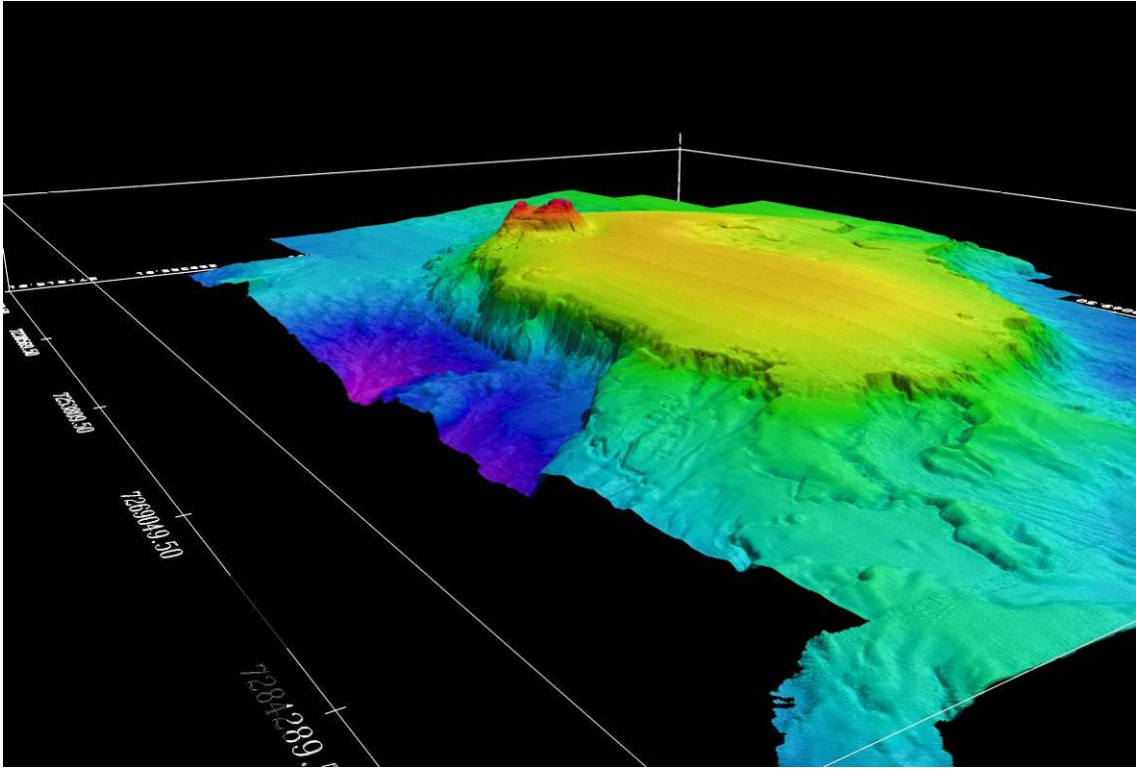


Figura 3.7: Bloque 3D del Monte Valdivia Norte / Valdivia North Seamount 3D block.

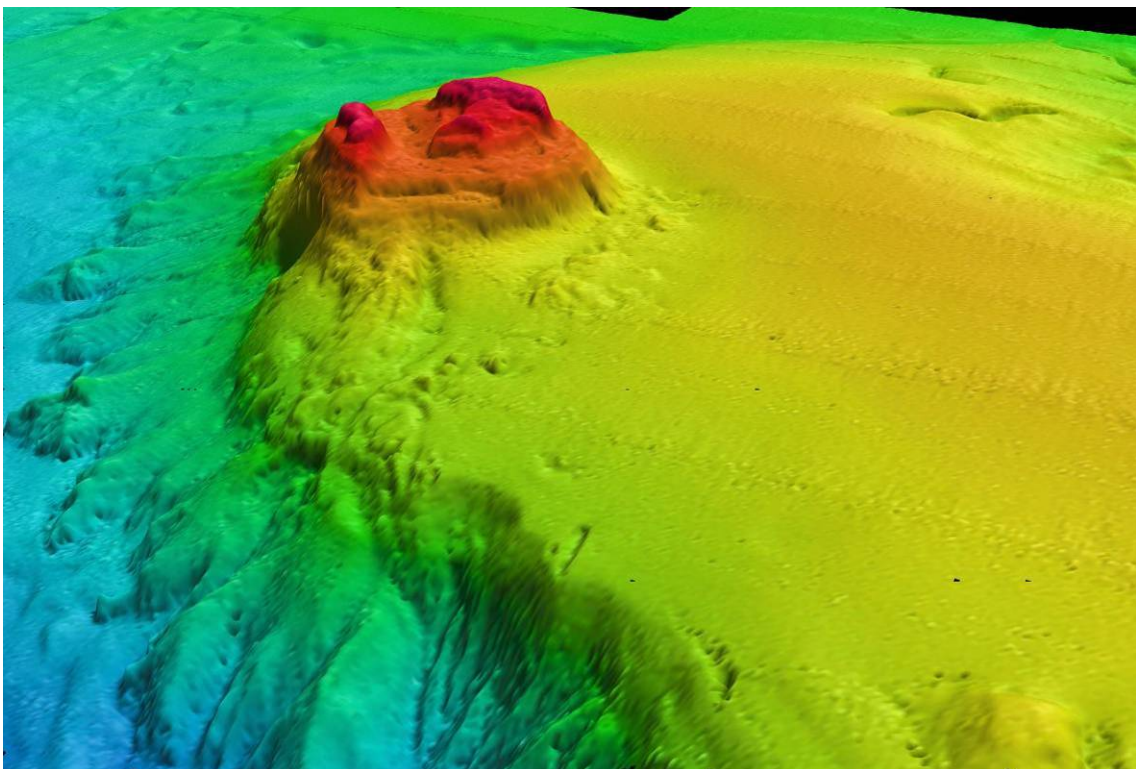


Figura 3.8: Bloque 3D detalle del Monte Valdivia Norte / Valdivia North Seamount 3D block detail.

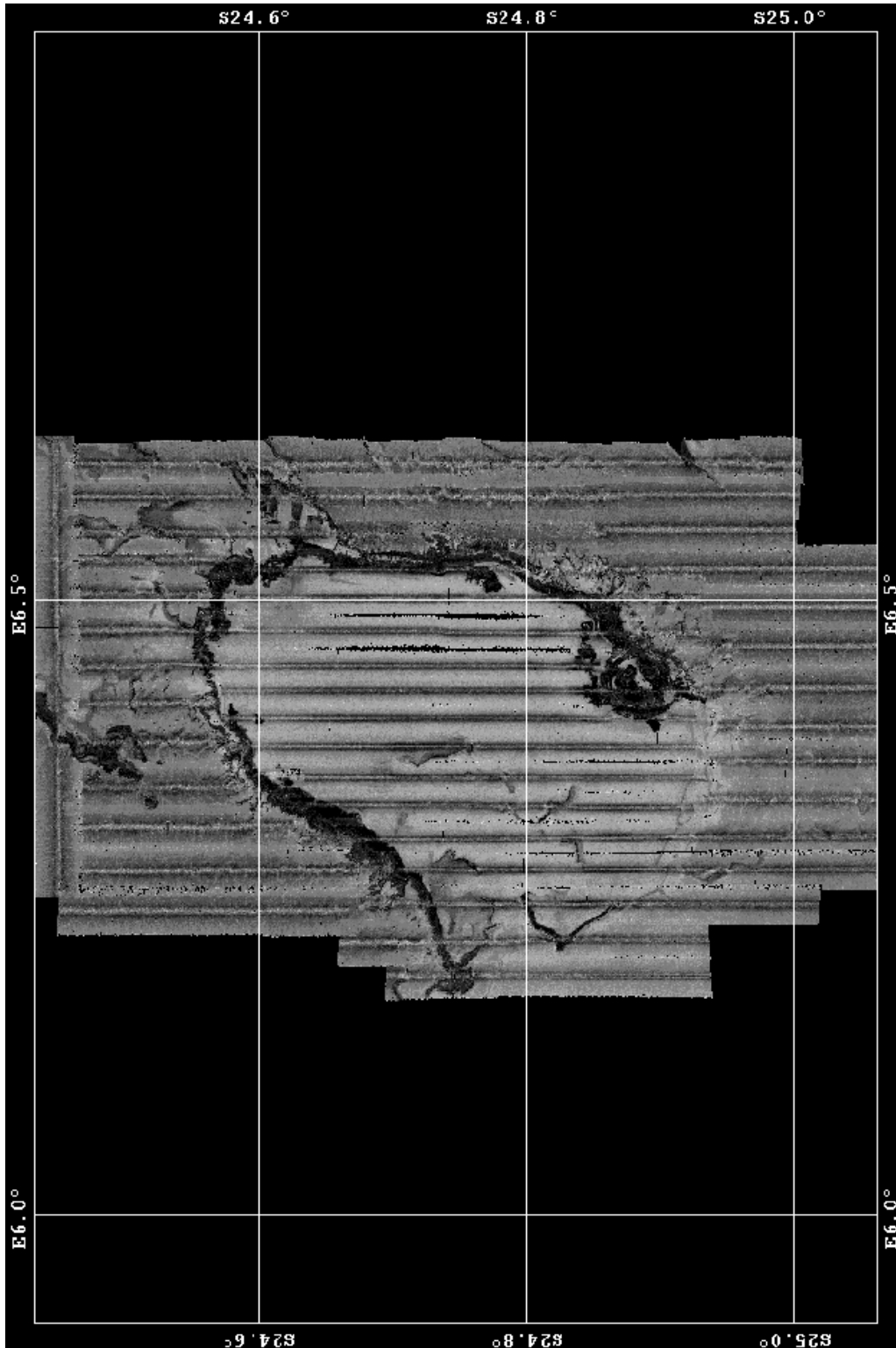


Figura 3.9: Mosaico de reflectividad del Monte Valdivia Norte / Valdivia North Seamount reflectivity map.

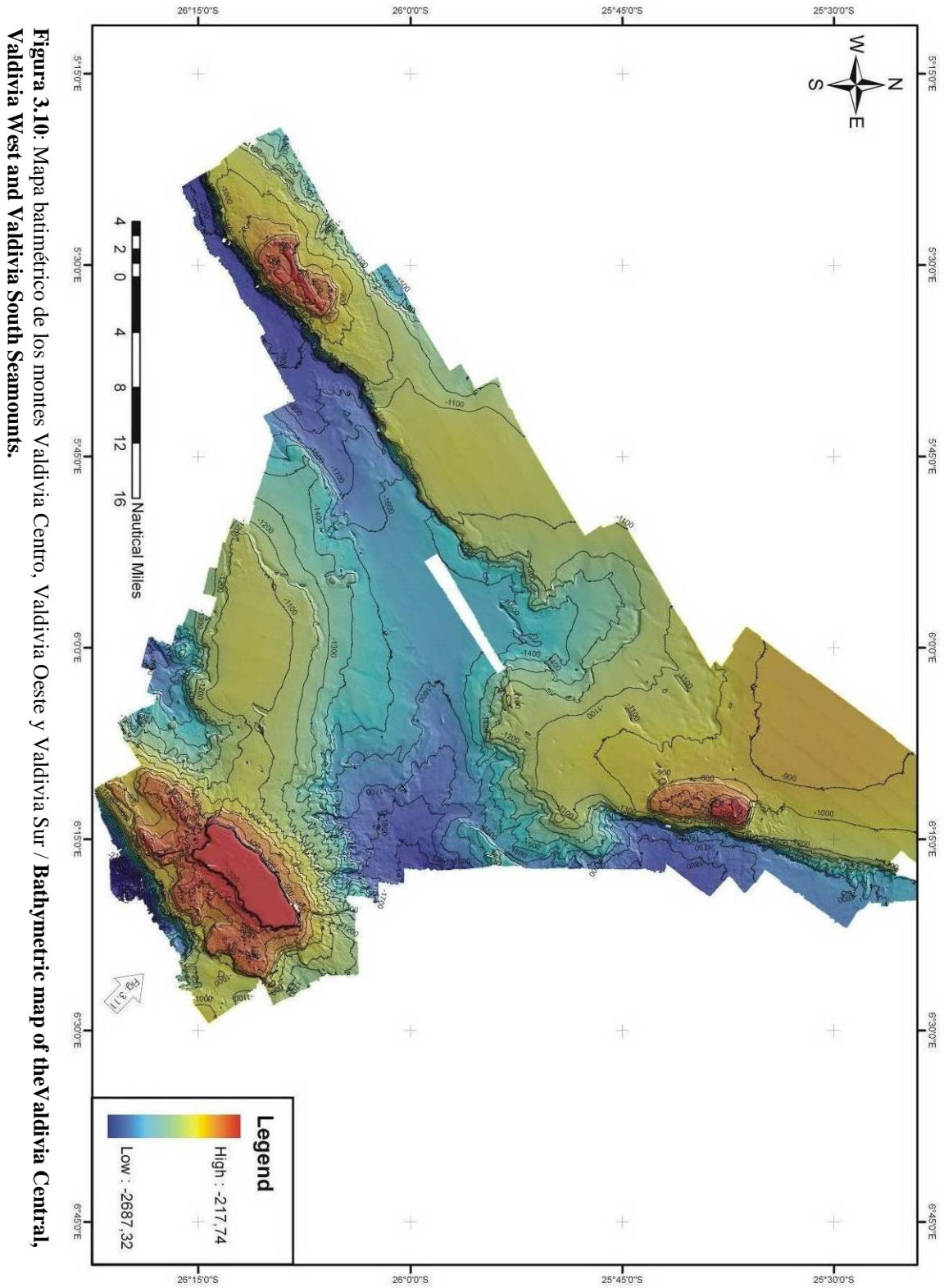


Figura 3.10: Mapa batimétrico de los montes Valdivia Centro, Valdivia Oeste y Valdivia Sur / Bathymetric map of the Valdivia Central, Valdivia West and Valdivia South Seamounts.

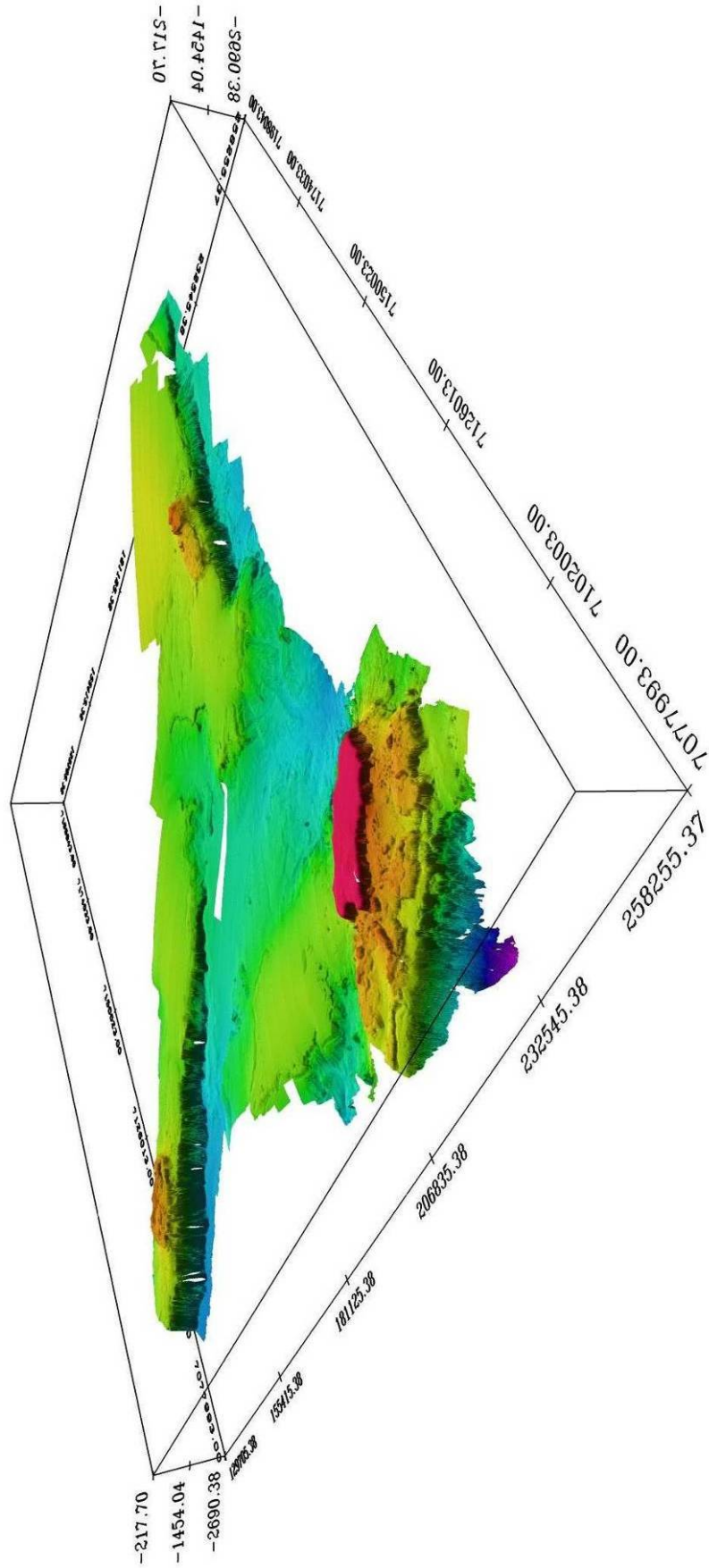


Figura 3.11: Bloque 3D de los montes Valdivia Centro, Valdivia Oeste y Valdivia Sur / Valdivia Central, Valdivia West and Valdivia South Seamounts.3D block.

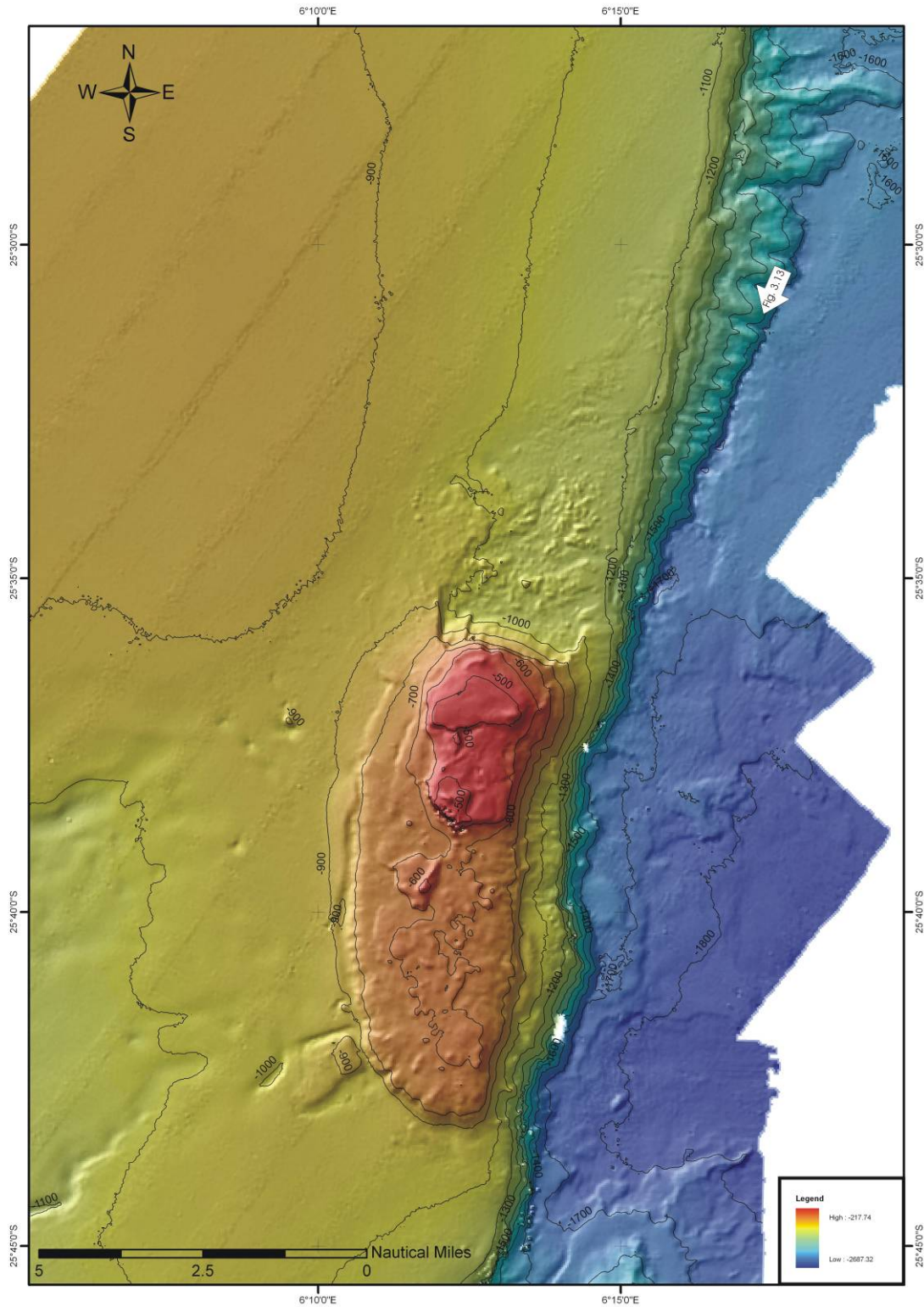


Figura 3.12: Mapa batimétrico del Monte Valdivia Centro / **Bathymetric map of the Valdivia Central Seamount.**

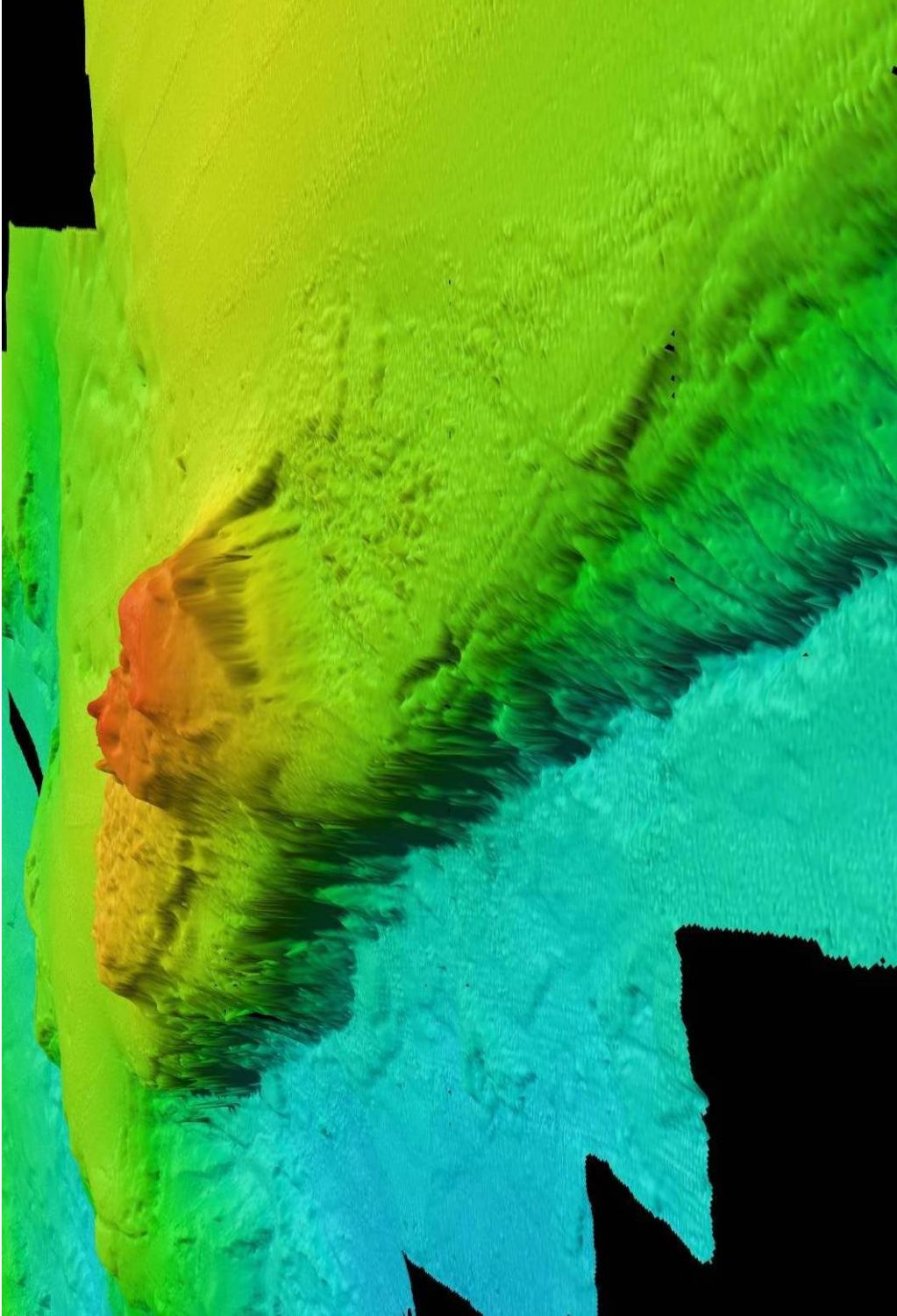


Figura 3.1.3: Bloque 3D del Monte Valdivia Centro / Valdivia Central Seamount 3D block.

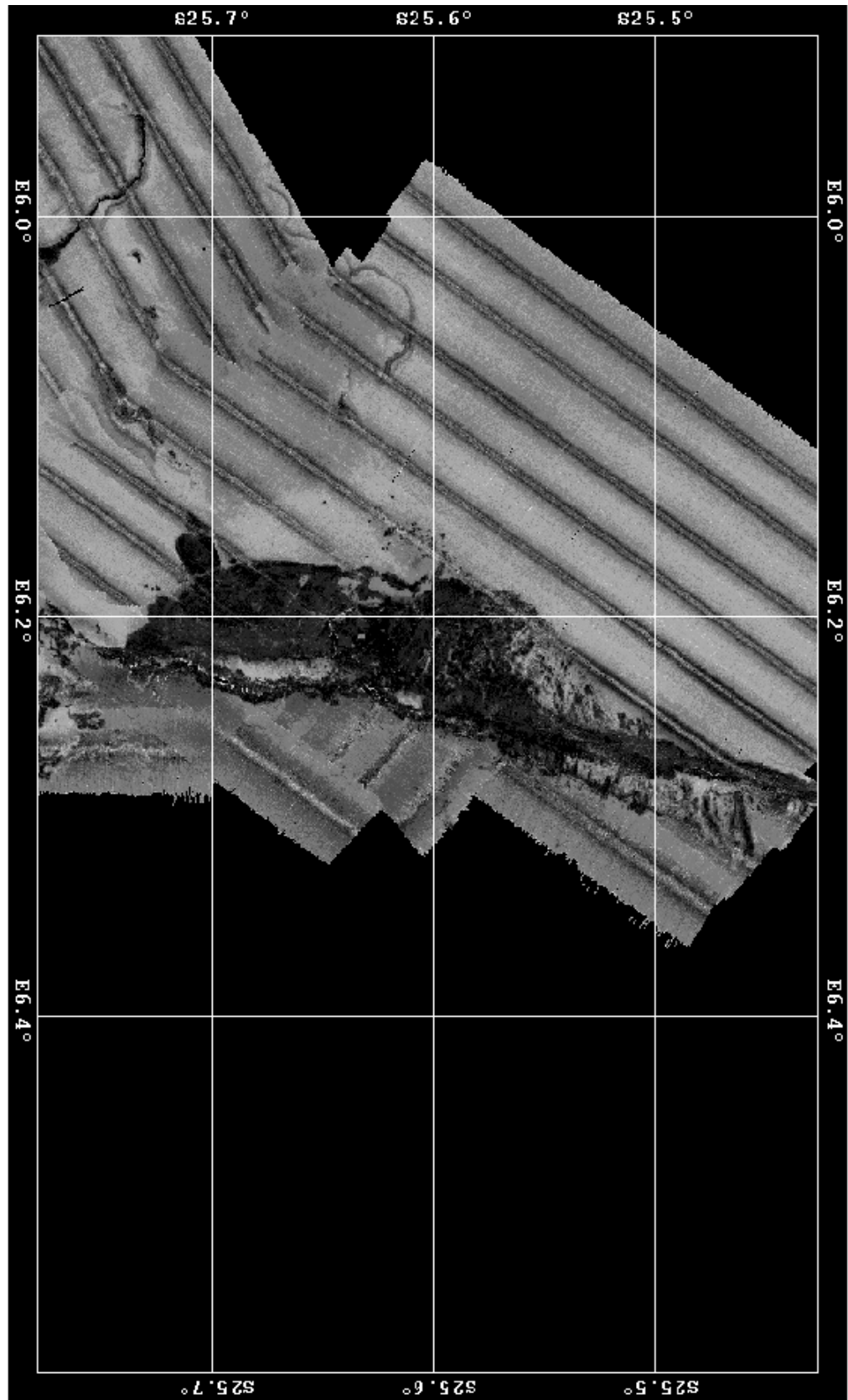


Figura 3.14: Mosaico de reflectividad del Monte Valdivia Centro / Valdivia Central Seamount reflectivity map.

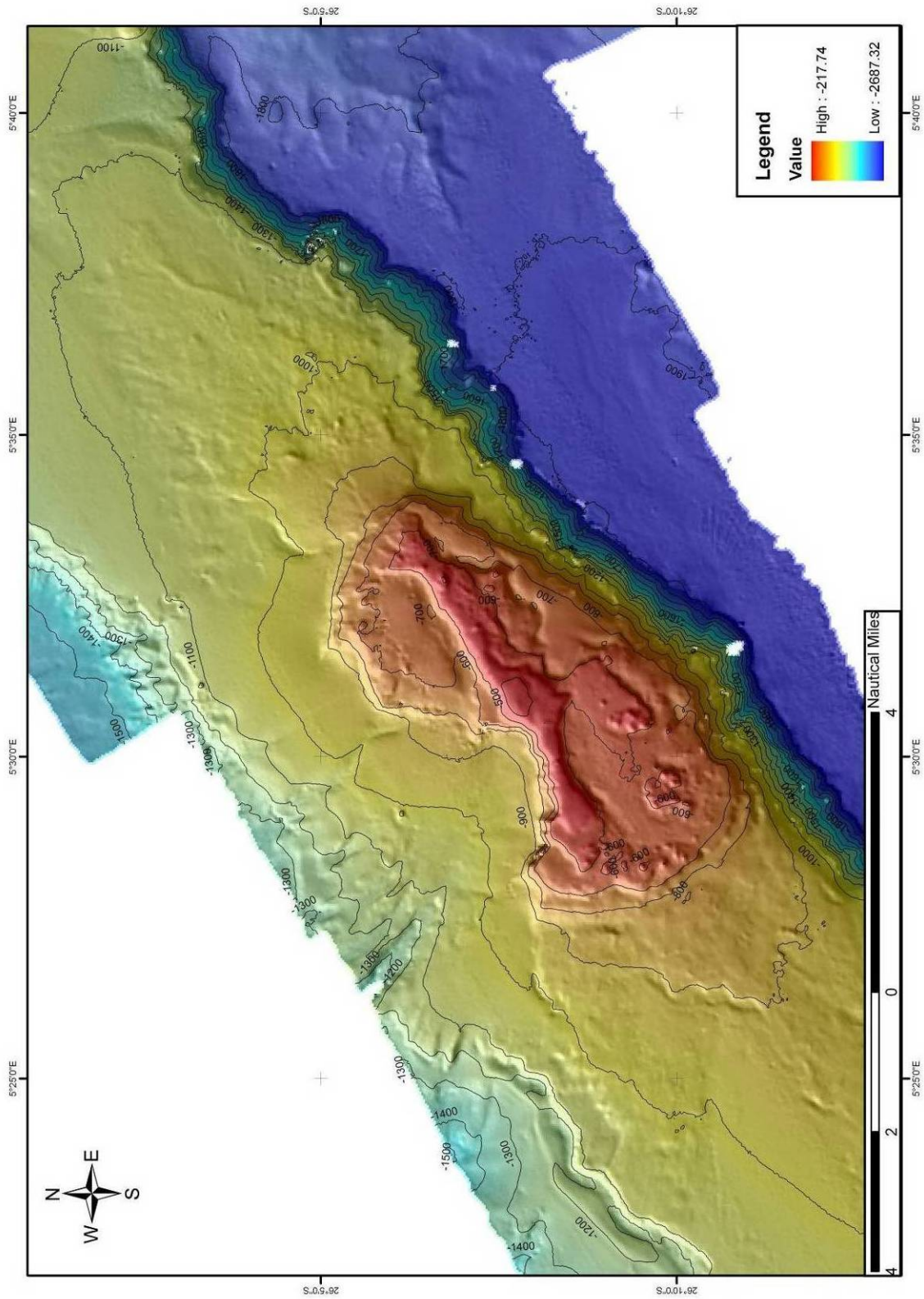


Figura 3.15: Mapa batimétrico del Monte Valdivia Oeste / Bathymetric map of the Valdivia West Seamount.

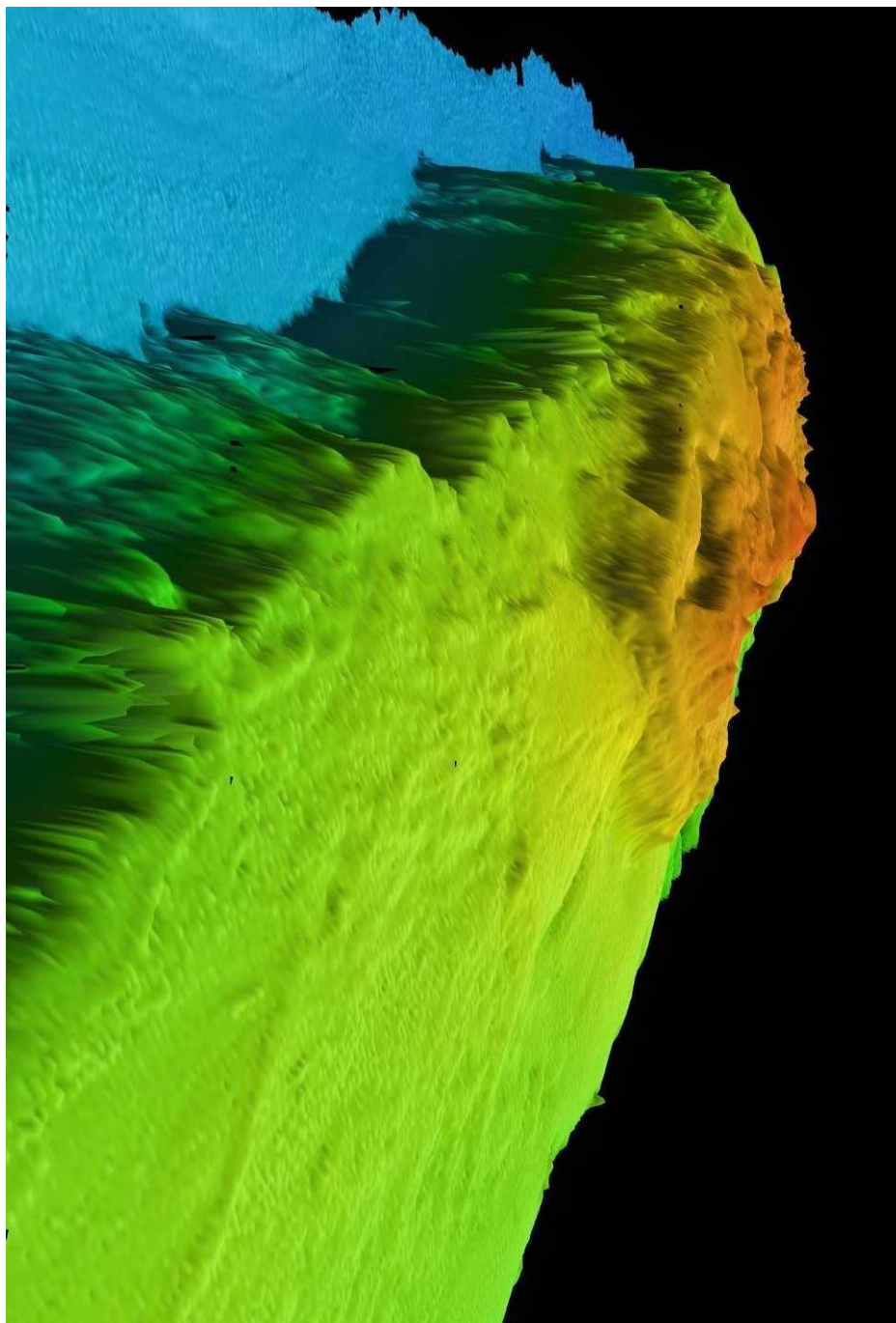


Figura 3.16: Bloque 3D del Monte Valdivia Oeste / Valdivia West Seamount 3D block.

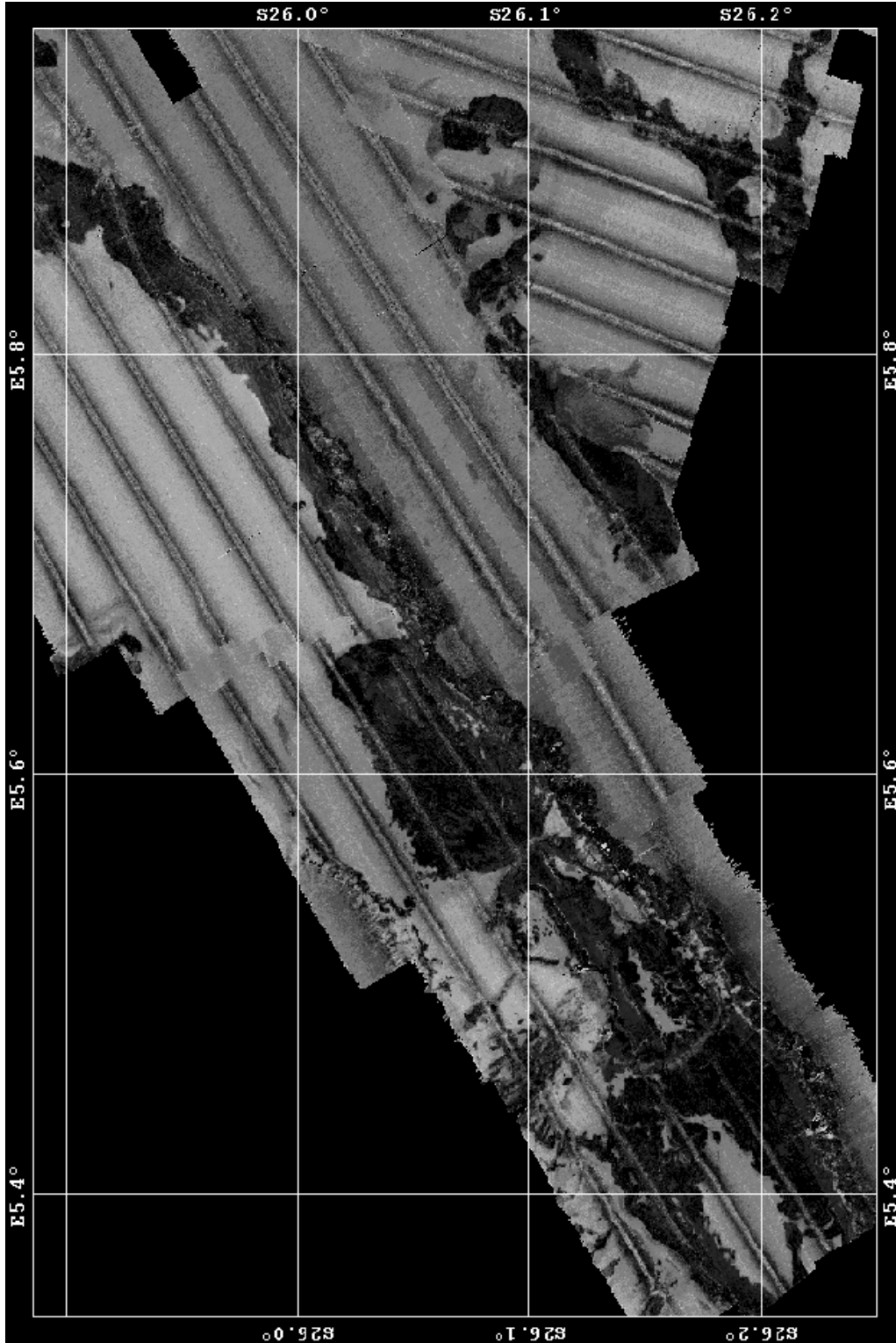


Figura 3.17: Mosaico de reflectividad del Monte Valdivia Oeste / Valdivia West Seamount reflectivity map.

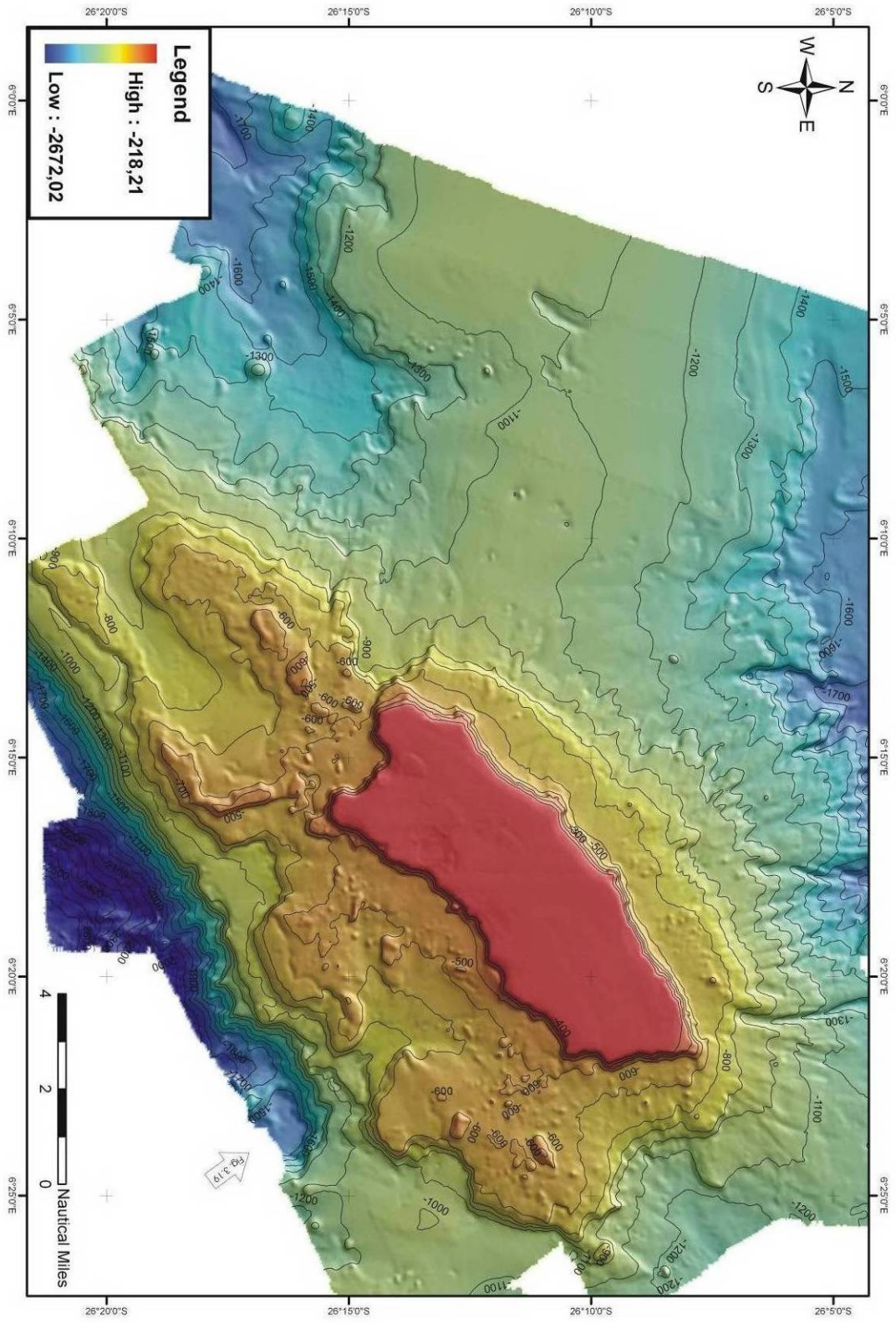


Figura 3.18: Mapa batimétrico del Monte Valdivia Sur / Bathymetric map of the Valdivia South Seamount.

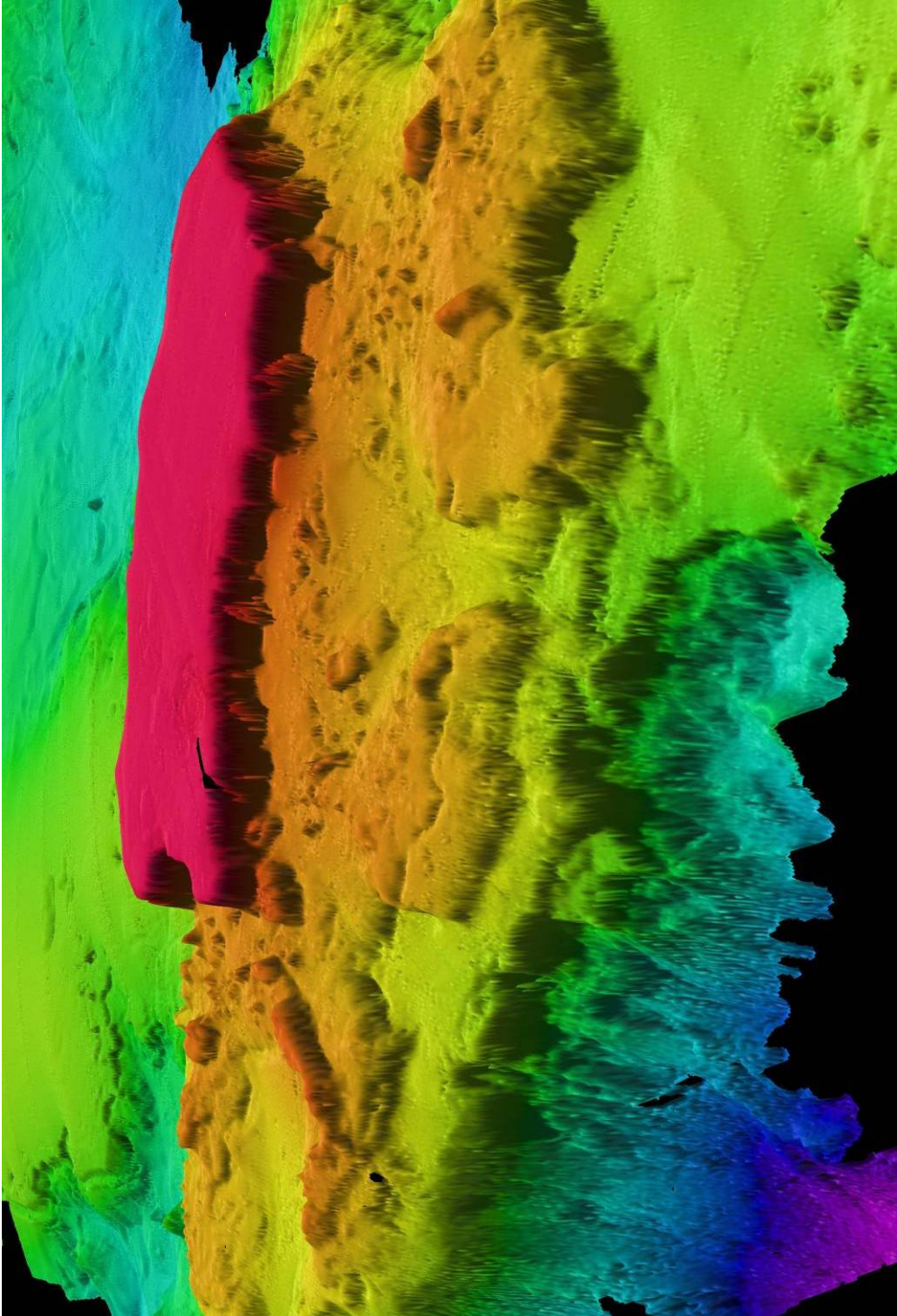


Figura 3.19: Bloque 3D del Monte Valdivia Sur / Valdivia South Seamount 3D block

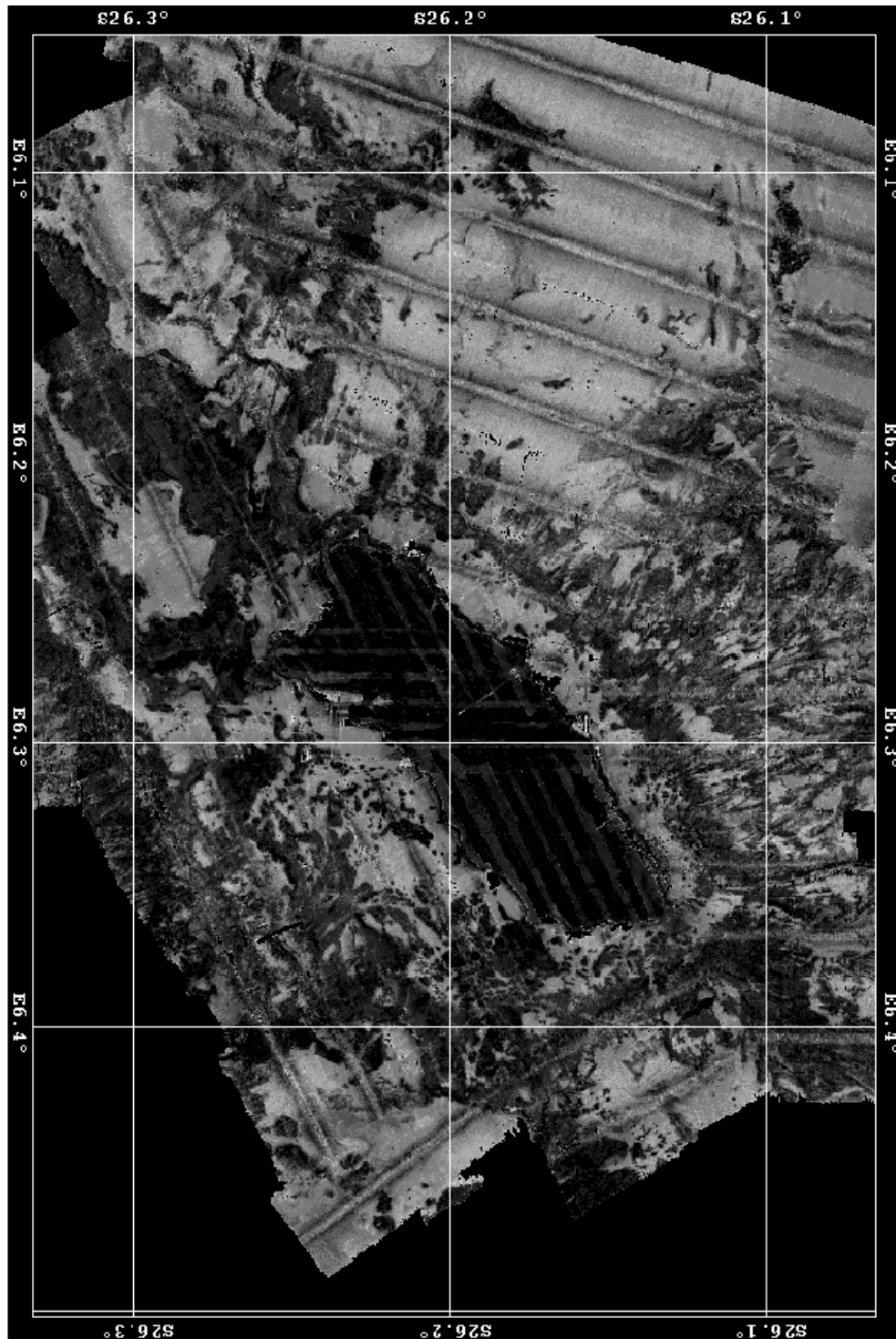


Figura 3.20: Mosaico de reflectividad del Monte Valdivia Sur / Valdivia South Seamount reflectivity map.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SEDIMENTO

El muestreo de sedimento se llevo a cabo durante los arrastres, mediante dos colectores incorporados al tren de bolos del arte de pesca (fig. 4.1).



Figura 4.1: Fotos del colector de sedimentos utilizado durante la campaña / **Sediment collector used during the survey.**

A continuación se realiza una breve descripción de las muestras encontradas en las diferentes áreas.

BANCO DE EWING

Las muestras se corresponden con los lances 2 y 3, realizados entre 1000-1150 m.

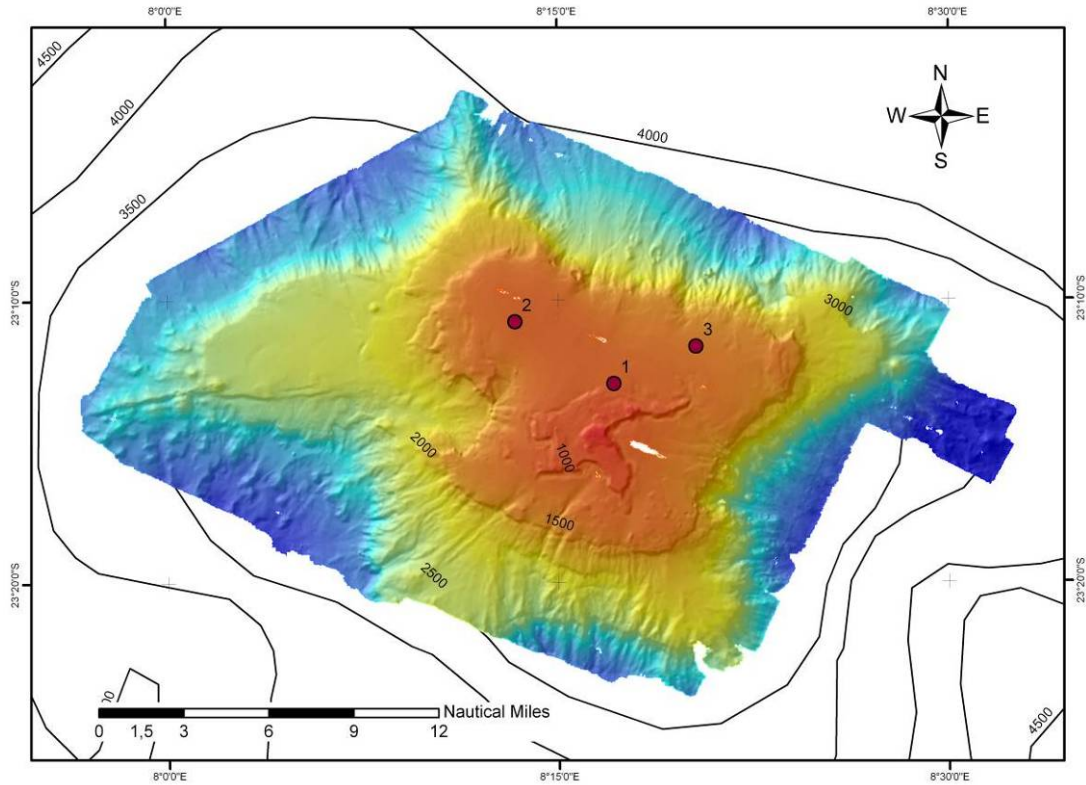


Figura 4.2: Localización de los arrastres realizados en el entorno del monte submarino Ewing / **Location of trawls in the Ewing Seamount.**

Muestras compuestas de arenas limosas de globigerinas de color marrón claro. Presencia de otros foraminíferos (Globorrotálidos y Orbitolínidos), microgasterópodos (<2mm) de la familia Planorbidae, Trochidae y otros sin identificar, microbivalvos (<2mm) sin identificar y tubos de poliquetos.

BANCO DE VALDIVIA NORTE

Las muestras se corresponden con los lances 20, 22, 23 y 24.

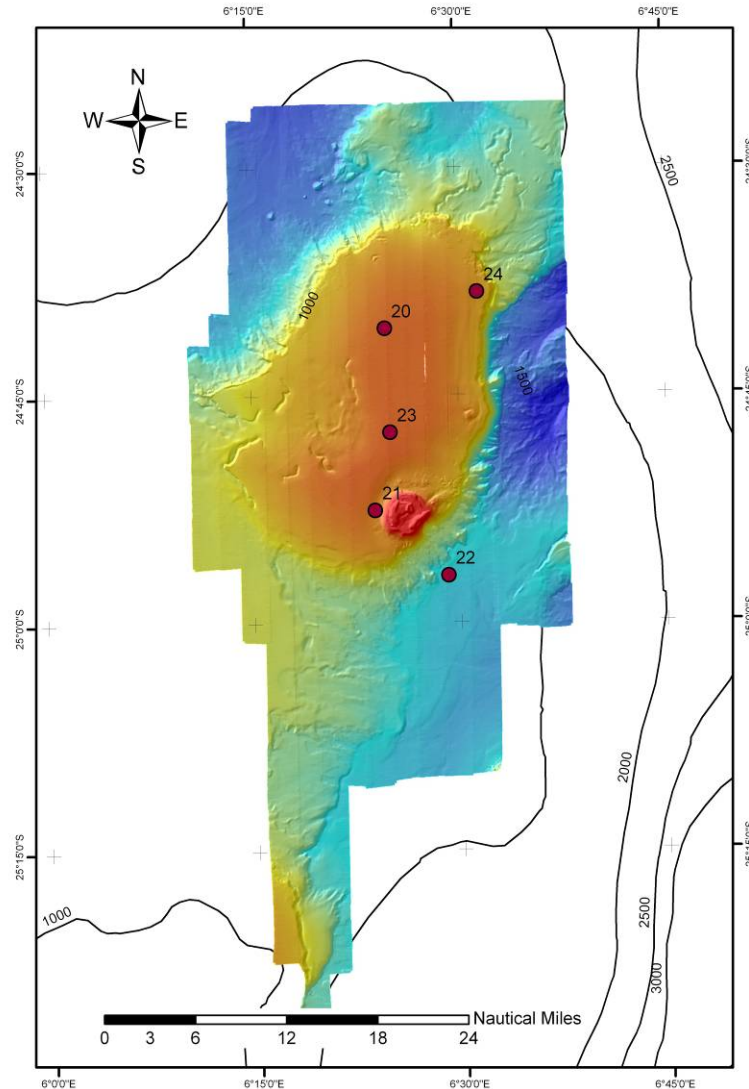


Figura 4.2: Localización de los arrastres realizados en el entorno del monte submarino Valdivia Norte / **Location of trawls in the Valdivia North Seamount.**

Las muestras de los lances 20, 23 y 24 se localizan entre los 900 y 1000 m de profundidad. Se caracterizan por arenas limosas de grano fino a muy fino de color marrón claro donde predomina la presencia de Globigerínidos. Presencia de otros foraminíferos (Globorrotálidos y Orbitolínidos), microgasterópodos de la familia Turrítelidae, Trochidae y otros sin identificar, restos de esponja sin identificar y restos de coral ramificado colonial muerto (Escleractínidos).

La muestra del lance 22 se localiza a una profundidad de 1650 m y esta formada por limos de globigerínidos, de color blanco.

BANCO DE VALDIVIA SUR

Las muestras se corresponden con los lances 4, 5, 6 y 7.

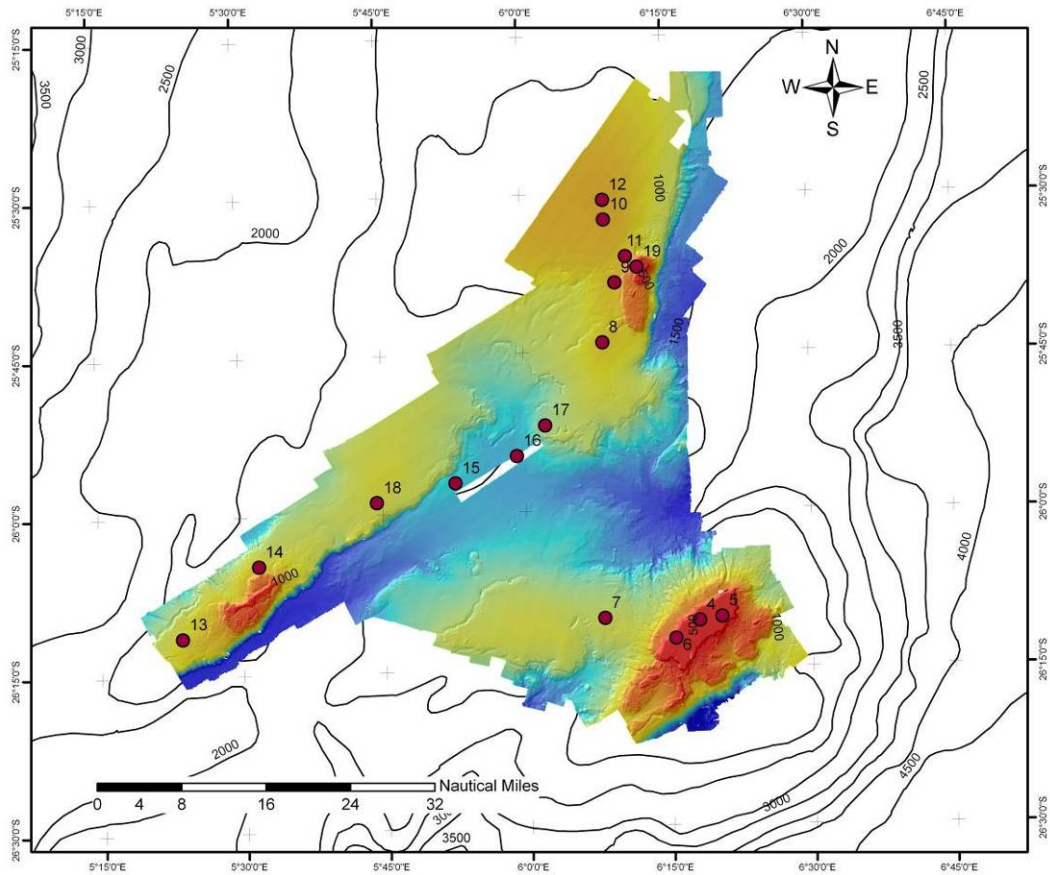


Figura 4.4: Localización de los arrastres realizados en el entorno de los montes submarinos Valdivia Centro, Oeste y Sur / **Location of trawls in the Valdivia Central, Valdivia West and Valdivia South Seamounts.**

Las muestras de los lances 4, 5 y 6 se realizaron a una profundidad entorno a los 230 m. Están formadas por arenas de grano medio a grueso de color con una pequeña proporción de limos, con un color que varía entre marrón claro y beis. Presentan un alto porcentaje de foraminíferos, principalmente de Globigerínidos, estando en menor proporción Globorrotálidos y algunos ejemplares de la familia Nosaridae. Microgasterópodos de la familia Planorbidae, Turritelidae, Trochidae y otros sin identificar.

La muestra del lance 7 se localiza a una profundidad de 1100 m. Esta constituida por limos arenosos de globigerinas de color blanquecino. Pueden observarse granos de mayor tamaño de color amarillento que podrían corresponderse con feldespatos. Presencia de otros foraminíferos (Globorrotálidos y Orbitolínidos), microgasterópodos de la familia Planorbidae, y otros sin identificar y tubos de poliquetos.

BANCO DE VALDIVIA CENTRO

Las muestras se corresponden con los lances 8, 9, 10 y 11.

Las muestras 8 y 9 se corresponden con lances realizados a una profundidad media de 950 m. Se encuentra caracterizadas por arenas de grano medio a grueso de color marrón oscuro anaranjado, con una alta representación de Globigerínidos y en menor proporción otros foraminíferos (Orbitolínidos, Globorotálidos y Chiloguembelinas). Microgasterópodos sin identificar.

Las muestras de los lances 10 y 12 se realizaron a una profundidad entorno a los 860 m. Están constituidas por arenas limosas de grano fino a muy fino de color marrón claro a beis. Predominio de Globigerínidos frente a los Globorrotálidos y Orbitolínidos. Presencia de microgasterópodos de la familia Trochidae y otros sin identificar.

BANCO DE VALDIVIA OESTE

Las muestras se corresponden con los lances 13, 14, 15, 16 Y 17, localizadas en un rango de profundidad entre los 970- 1540 m. Se constituyen de arenas limosas de grano fino a muy fino de color beis con una alta abundancia de Globigerínidos. Presencia de otros foraminíferos (Globorrotálidos y Orbitolínidos), microgasterópodos y microbivalvos sin identificar, restos de Escleractínidos solitarios (3mm) y Escleractínidos coloniales. Fragmentos de piedra pómez.

5 ANÁLISIS MORFOESTRUCTURAL

Como se comentó en el capítulo 3, se ha dividido el área estudiada en las siguientes zonas (Fig. 3.1): Ewing, Valdivia Norte, Valdivia Centro, Valdivia Oeste y Valdivia Sur, que se corresponden con los principales montes submarinos cartografiados.

A continuación se realiza una breve descripción morfoestructural de cada uno de ellos.

5.1 Monte Ewing

En su conjunto, el monte de Ewing se encuentra localizado entre las coordenadas de latitud 23°02'41S - 23°23'55S y longitud 007°56'40E - 008°30'00E y presenta una morfología irregular. Su longitud máxima se registra en dirección E-W siendo de 48 km y con una anchura máxima en dirección NNW-SSE de 41.2 km. El rango de profundidades oscila entre los 781.4 m que se alcanzan en el sector central del monte, hasta los 3000 m que se registran en la base de este.

Las características morfoestructurales más importantes (Fig. 5.1) que se pueden observar tanto en el monte como en sus alrededores son:

- Áreas de conos volcánicos, tanto en la base del monte como en sus laderas.
- Surcos, formados alrededor del afloramiento localizado en la parte central del monte.
- Cabeceras de deslizamiento, localizadas en las laderas inestables del monte, que se dan en la parte septentrional y oriental de este.
- Fractura, localizada en la parte occidental del monte.

Para una mejor descripción, se ha dividido el monte en cinco sectores: septentrional, meridional, oriental, occidental y central.

Sector septentrional.- En su ladera podemos encontrar una pequeña zona de conos volcánicos, la mayor parte de ellos cubiertos por sedimentos procedentes de la erosión y transporte que sufre parte de la cima del monte y sus laderas. Probablemente se produjera el colapso de parte de la ladera originando un gran lóbulo al pie del monte, tal y como se observa en la geometría convexa de las isobatas.

Sector meridional.- Este sector está incompleto, ya que por lo que se intuye en la morfología del monte, este se prolonga más al sur, que no está cartografiado.

Sector oriental.- Este es sin duda, la parte del monte donde se alcanza una mayor pendiente desde el techo a la base del monte. Se pueden observar varias zonas de conos volcánicos en sus laderas y una gran cabecera de deslizamiento en la zona nororiental de 2.7 km de anchura.

Sector occidental.- La parte suroccidental se caracteriza por una amplia área de conos volcánicos, localizados tanto en la base del monte como en sus laderas. En la extensión occidental del monte, encontramos una estructura alongada formada por multitud de conos volcánicos, con una dirección ENE-WSW. Probablemente, ésta se encuentre condicionada por una zona de fractura asociada a una zona de debilidad.

Sector central.- Este sector hace referencia principalmente a la cima del monte y a las estructuras que en ella encontramos. Lo más relevante, es el afloramiento en forma de "C" y los surcos creados en la base de éste. Las dimensiones máximas de longitud y anchura del afloramiento son de 9.5 km y 7.3 km, respectivamente. Los surcos llegan a tener profundidades entre 20-30 m.

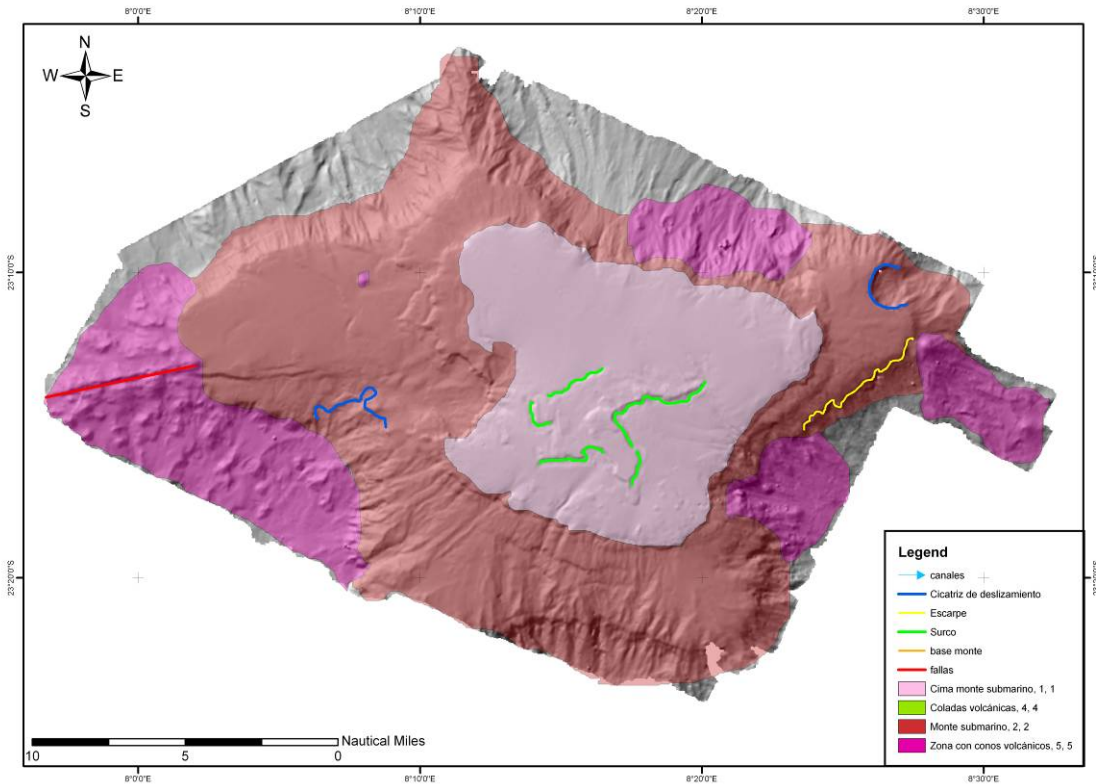


Figura 5.1: Principales rasgos geomorfológicos en el monte submarino Ewing / **Main geomorphologic features in the Ewing Seamount.**

5.2 Monte Valdivia Norte

Este monte se caracteriza por presentar una morfología elíptica, presentando su mayor eje en la dirección NE-SW. Se localiza entre las coordenadas de latitud 24°32'52S - 24°59'15S y longitud 006°11'43E - 006°33'18E. Las dimensiones máximas de longitud y anchura son 48.7 km y 36.3 km respectivamente, siendo su área aproximada de 1324 km². El rango de profundidades oscila entre los 554.2 m que se alcanzan en el afloramiento que se localiza en el sector sur-oriental del monte, a los 1800 m que se dan en la base de este en su sector oriental.

Las características morfoestructurales más destacadas de este monte son (Fig.5.2):

- Zona de coladas volcánicas, que se extienden a lo largo de la ladera sur-oriental.
- Surcos, localizados en el sector centro-occidental.
- Área de conos volcánicos, situada en la periferia norte del monte.
- Lóbulos, tanto en la ladera septentrional como en la occidental.

La base y el techo del monte, no han podido ser delimitados completamente en la parte septentrional y meridional, ya que se encuentran cubiertas por sedimento.

En el sector septentrional, se pueden observar varias cabeceras de deslizamiento con distinta morfología, y cuya génesis da lugar a la generación de lóbulos. La distribución de los sedimentos se realiza a través de diversos canales. En el techo de este sector se localizan unas estructuras de geometría irregular, que podrían identificarse como posibles bioconstrucciones.

En el sector meridional lo más característico es el enorme área de posibles coladas volcánicas que se dan en toda la ladera sur-oriental ocupando un área de 174 km² y un afloramiento de morfología cónica y cuya génesis está relacionada con un episodio volcánico posterior a la formación del monte. Este afloramiento ocupa un área de 31.1 km² y cuyas dimensiones máximas de longitud y anchura son 6 km y 5.5 km. Esta es una de las zonas propuestas para estudios posteriores, ya que se han localizados estructuras que podrían albergar ecosistemas potencialmente vulnerables.

Tanto su ladera oriental como la occidental, presentan pendientes pronunciadas, en las que se dan diversos episodios de inestabilidad.

Los surcos se centran principalmente en la mitad occidental, llegando a alcanzar profundidades de hasta 60 m.

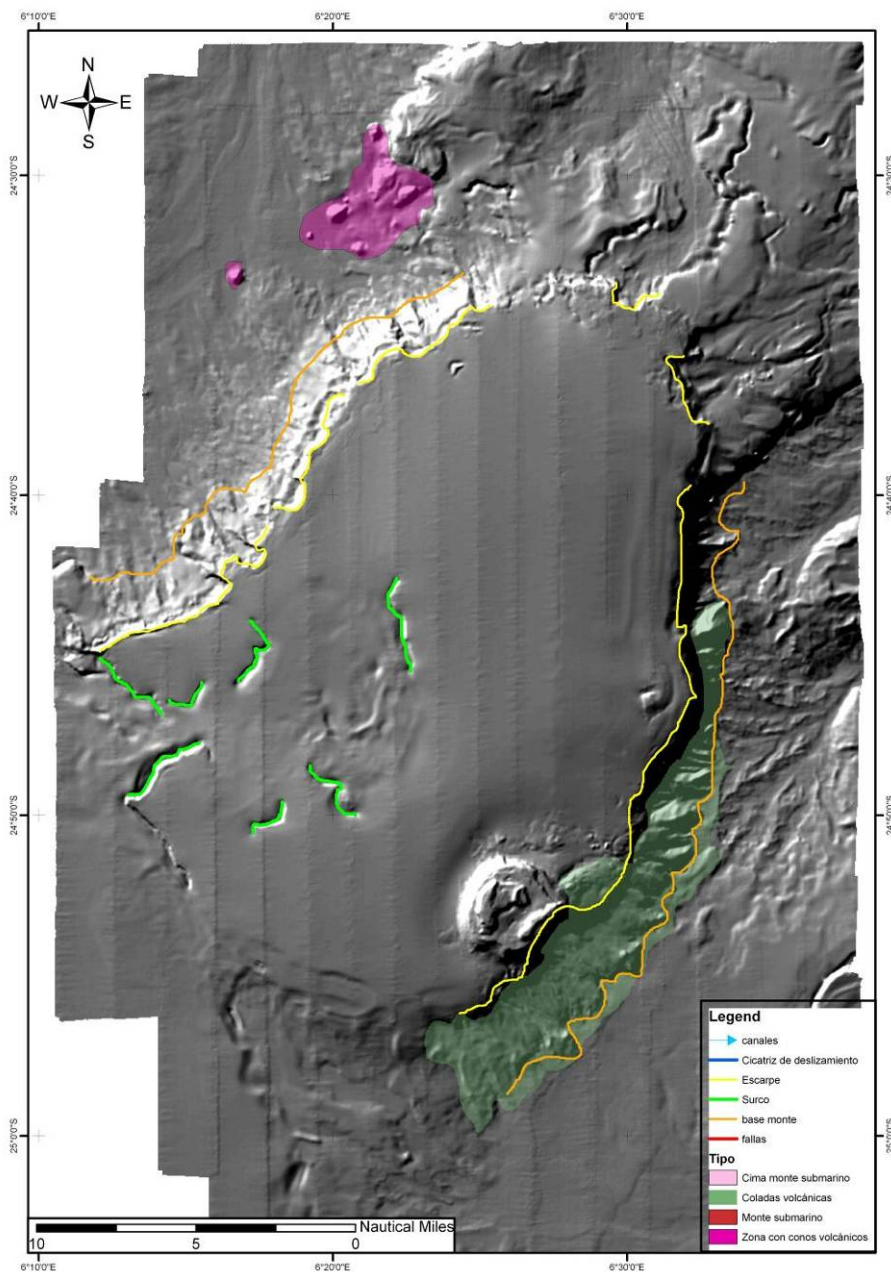


Figura 5.2: Principales rasgos geomorfológicos en el monte submarino Valdivia Norte / **Main geomorphologic features in the Valdivia North Seamount.**

5.3 Monte Valdivia Centro

El monte submarino de Valdivia Centro (Fig. 5.3), está localizado entre los 25° 35' S y los 25° 44' S de latitud y entre los 006° 10' E y 006° 14' E de longitud. El rango de profundidades oscila entre los 420 m que se alcanzan en el afloramiento que se localiza en el sector norte de la cima del monte, a los 1700 m al este.

Se encuentra asociado a una fractura de dirección NNE-SSW con aproximadamente 1000 m de salto de falla y con una pendiente muy pronunciada. Esta dirección de fracturación no coincide con la dirección general de la Dorsal de Walvis (NE-SW).

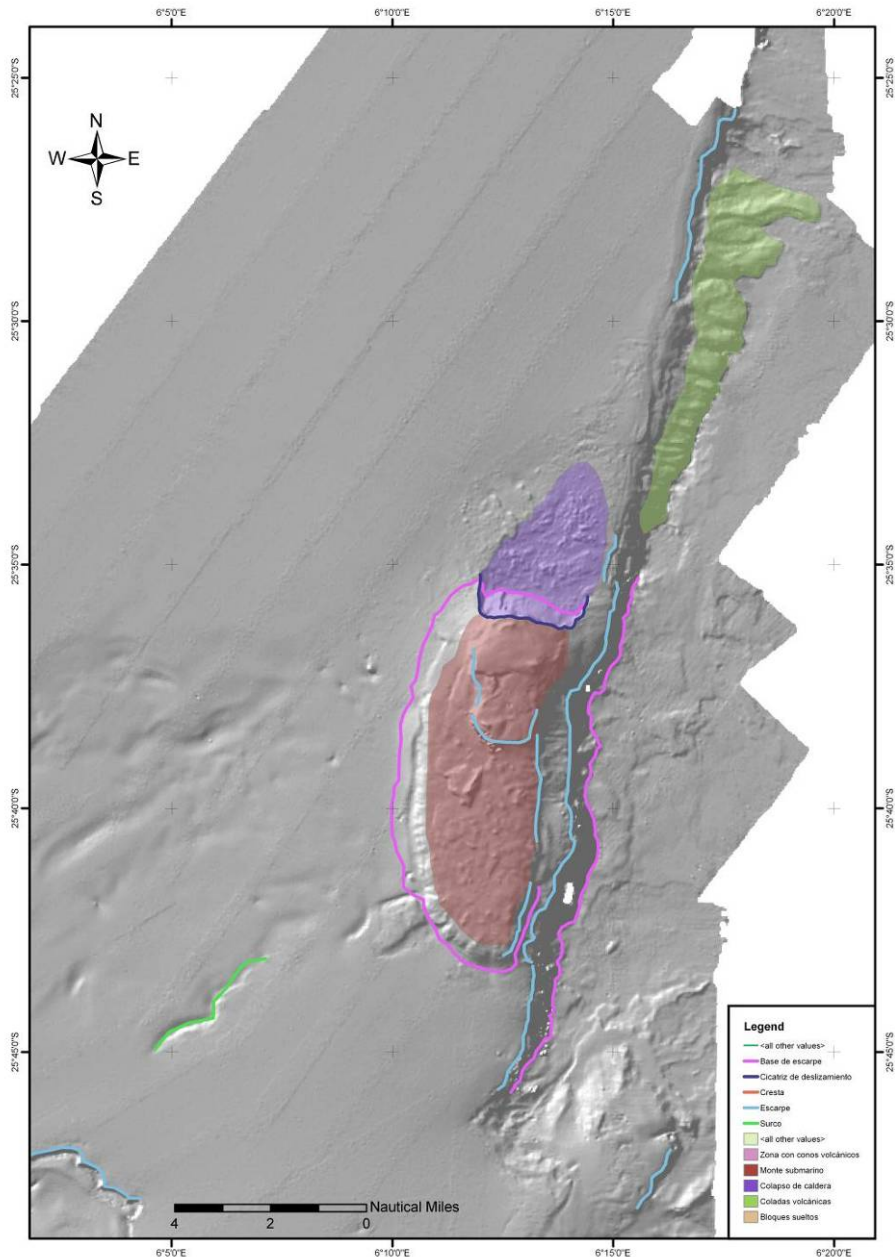


Figura 5.3: Principales rasgos geomorfológicos en el monte submarino Valdivia Centro / **Main geomorphologic features in the Valdivia Central Seamount.**

Según nos dirigimos al norte, y nos alejamos del monte submarino, la fractura tiende a una menor pendiente y se observan posibles coladas de lava y una zona abombada en la cresta de la

misma, la cual podría tratarse de una zona bastante reciente de episodios volcánicos y extensión. Esta zona resulta muy interesante para futuros estudios de fauna asociada a emisiones de gases en áreas volcánicas.

Al sur del monte submarino la fractura termina desapareciendo. Si se observa una vista más general, como la que muestra la figura 3.10, se puede ver hacia el oeste otra zona de fractura igual de importante que la anteriormente descrita, a la cual se asocia el monte submarino de Valdivia Oeste, con una dirección coincidente con la dirección general de la Dorsal de Walvis (NE-SW).

En la zona norte del monte submarino se puede ver una zona más deprimida y con la presencia de bloques sueltos, esta morfología estaría asociada a un colapso de caldera. En la figura 5.3 aparece delimitada esta zona de colapso de caldera.

La cima del monte submarino se sitúa a poco más de 200m de profundidad. No aparece completamente rasada como ocurre en el monte submarino de Valdivia Sur. Esto puede ser debido a la existencia de erupciones volcánicas posteriores a la elevación del nivel mar.

Desde el punto de vista biológico, las morfologías abruptas de esta cima y la zona de colapso de caldera, ofrecen habitats interesantes al bentos, por lo que tendría un gran interés el estudio más detallado de estas áreas.

5.4 Monte Valdivia Oeste

El monte submarino de Valdivia Oeste (Fig. 5.4) está localizado entre los 26° 05' S y los 25° 12' S de latitud y entre los 005° 25' E y 005° 35' E de longitud. El rango de profundidades oscila entre 475 m y 1900 m.

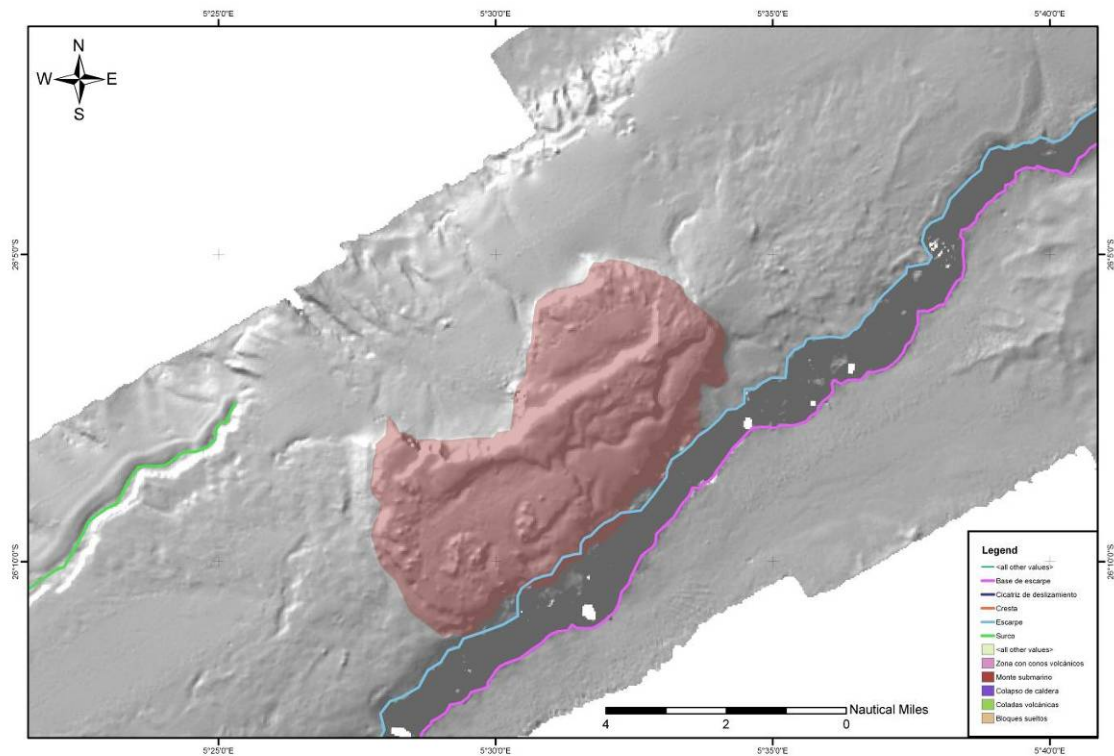


Figura 5.4: Principales rasgos geomorfológicos en el monte submarino Valdivia Oeste / **Main geomorphologic features in the Valdivia West Seamount.**

Se encuentra asociado a una fractura de dirección NE-SW, coincidente con la dirección general de la Dorsal de Walvis, y con aproximadamente 1000 m de salto de falla y una pendiente muy pronunciada. Dado el salto de falla y la pendiente todo parece indicar que se trata de una falla con una componente direccional muy importante. Hacia el NE la fractura va perdiendo tamaño en su salto hasta desaparecer.

Al norte y al noreste del monte submarino aparecen formas lobuladas que podrían corresponder a posibles coladas de lava. Concretamente en el lóbulo situado en la zona NE se observan otras morfologías que parecen tratarse de conos volcánicos posteriores a la colada y en algún caso quizás correspondan a bioconstrucciones. Sería interesante observar más en detalle esta zona en posteriores estudios.

La cima del monte presenta un relieve más abrupto que otras cimas de montes submarinos importantes en la zona. Esto es debido a la presencia de una fracturación más intensa y a episodios volcánicos posteriores al episodio volcánico principal de generación del monte submarino. En esta cima, en su parte SO, cerca del escarpe de la falla se observan pequeñas irregularidades que podrían tratarse de bioconstrucciones.

5.5 Monte Valdivia Sur

El monte submarino de Valdivia Sur (Fig. 5.5) está localizado entre los 26° 05' S y los 26° 20' S de latitud y entre los 006° 10' E y 006° 27' E de longitud. El rango de profundidades oscila entre los 218 m que se alcanzan en el afloramiento que se localiza en el sector suroriental del monte, a los 2700 m que podemos encontrar al sur.

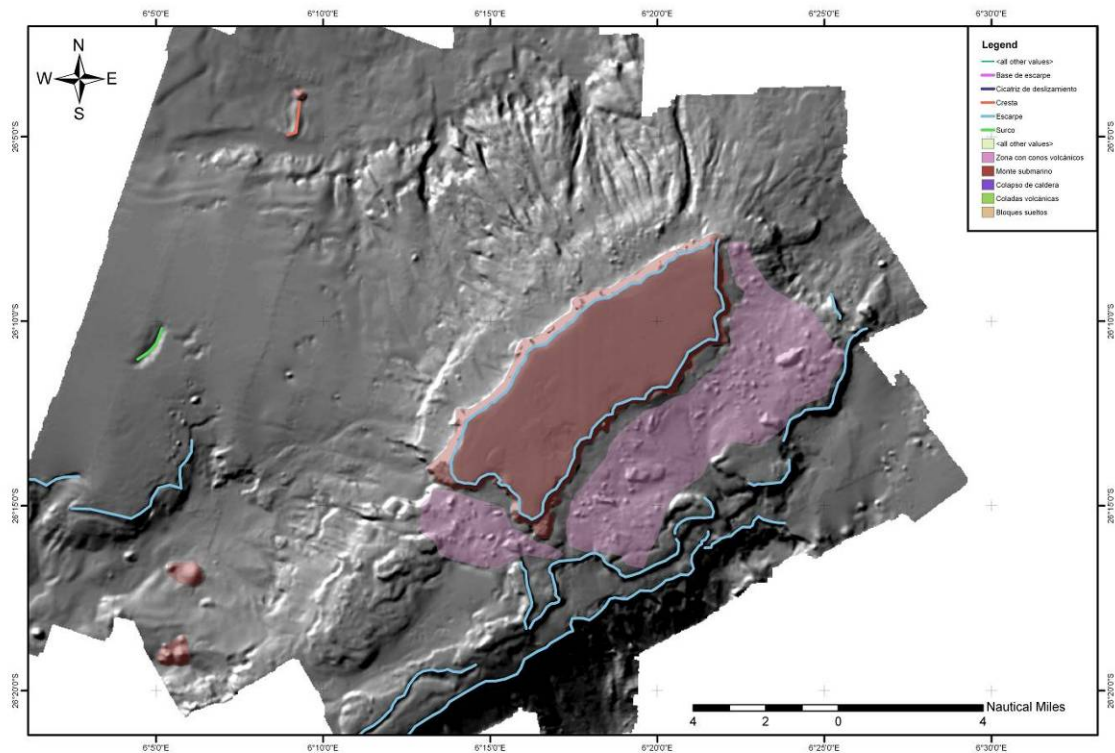


Figura 5.5: Principales rasgos geomorfológicos en el monte submarino Valdivia Sur / **Main geomorphologic features in the Valdivia South Seamount.**

Se encuentra asociado a una fractura de dirección NE-SW, coincidente con la dirección general de la Dorsal de Walvis, y con aproximadamente 1000 m de salto de falla, que se halla situada al sur del monte. Podemos observar en este caso que la cima del monte se encuentra más separada de la zona de fractura que en el caso de los montes Valdivia Norte, Centro y Oeste.

La cima se encuentra completamente rasada, por lo que se puede suponer que no han existido episodios volcánicos, en la cima del monte, posteriores a la elevación del nivel del mar.

Entre la cima y el escarpe de falla, se encuentra una zona, situada entre 500 y 800 metros de profundidad, con una morfología muy abrupta asociada a conos volcánicos, bloques sueltos y posibles bioconstrucciones. Sería muy interesante realizar un estudio más en detalle de esta zona. Desde el punto de vista biológico puede esperarse mayor riqueza y variedad del bentos en esta zona, dada la complejidad geomorfológico, lo que favorece diferentes habitats, además de que la estabilidad geológica (no se ven indicios de avalanchas) permite una mayor seguridad a las posibles poblaciones.

En la zona norte de la cima del monte no se observan estos pequeños relieves, si no que parece corresponder a una zona de coladas de lava, surcadas por pequeños canales posteriores, con algún cono volcánico o bloque suelto aunque, como hemos dicho, en mucha menor cantidad en comparación con la zona sur. En esta zona las características geomorfológicos pueden disminuir la riqueza y masa biológica, además las fuertes corrientes existentes, que se reflejan en las características geomorfológicas de la cima deben dificultar la presencia ricas en bentos.

6 CONCLUSIONES Y FUTURAS ACTUACIONES

Es importante señalar que la falta de muestreos sedimentológicos sistemáticos y la carencia de perfiles sísmicos debido a las incidencias con la sonda paramétrica TOPAS, que se comentaron en el apartado 2.2.1, han impedido determinar de forma más precisa las características de los cuerpos sedimentarios y la naturaleza de los fondos.

6.1 Conclusiones

- Se ha realizado un levantamiento cartográfico sistemático de la zona del Banco de Ewing y del Banco de Valdivia, cubriéndose un área 10285,2 Km² (2780 Mn²), 1381.1 km² correspondientes al Banco de Ewing y 8904.1 km² al Banco de Valdivia.
- Se han realizado mapas y modelos en 3D de los montes submarinos más importante a partir de los datos obtenidos, y se han incorporado a un sistema de información geográfica para su análisis (Figs. 3.2, 3.3, 3.4, 3.6, 3.7, 3.8, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.15, 3.16, 3.18 y 3.19).
- Se ha llevado a cabo un muestreo sedimentario mediante colectores amarrados al arte de pesca para su posterior descripción.
- Se han construido mosaicos de reflectividad a partir de los de amplitud obtenidos, con los cuales se pueden realizar análisis sobre la naturaleza del fondo (Figs. 3.5, 3.9, 3.14, 3.17 y 3.20).
- Se ha descrito la morfología de los principales accidentes geográficos y estructuras geomorfológicas. Se ha analizado su relación con posibles bioconstrucciones y se han indicado áreas que por su morfología pueden ser de gran interés biológico debido a los posibles habitats que ofrecen.
- Finalmente, se ha constatado que el Banco de Ewing y el Banco de Valdivia se localizan en zonas geoambientales diferentes. Este hecho podría estar relacionado con una génesis distinta para cada banco.

6.2 Futuras actuaciones

A tenor de los resultados obtenidos a continuación proponemos una serie de trabajos en determinadas zonas de interés. Estas zonas de interés (Figs. 6.1, 6.3, 6.5, 6.7 y 6.9) se corresponden con estructuras dentro de los principales montes submarinos, que a partir de los análisis realizados podrían corresponder a zonas de alto valor ecológico. Estos estudios se basarían en el análisis bentónico y caracterización sísmica de las zonas de interés.

En primer lugar se realizaría un estudio sísmico en las zonas de interés determinadas en este trabajo, siguiendo una serie de líneas sísmicas planificadas para cada área (Figs. 6.2, 6.4, 6.6, 6.8 y 6.10). Una vez adquiridos los datos, estos serían sometidos a un procesado previo si hiciese falta y un posterior análisis, para poder identificar puntos concretos de interés.

Una vez localizados estos puntos de interés, se realizaría un estudio bentónico y de calidad del fondo, mediante la toma de muestras tanto directas como indirectas del fondo marino.

La técnica de muestreo indirecta, se basaría en la captación de imágenes del fondo marino mediante ROVs (*Remote Operated Vehicles*). Esta podría convertirse en un muestreo directo, ya que el ROV está equipado con un brazo, para poder recolectar muestras.

Las técnicas de muestreo directo de material del fondo marino, se realizarían mediante las dragas Box-Corer ó Shipeck para los sedimentos sin consolidación, y la draga de roca para los sedimentos ya consolidados.

La obtención de muestras directas asociadas a perfiles sísmicos, batimetría y reflectividad nos permitiría la realización de una cartografía detallada de los habitats del fondo marino en el área de estudio, tal y como se ha demostrado en otras zonas donde se ha realizado este tipo de estudios (Coggan, 2007).

6.2.1 Monte Ewing

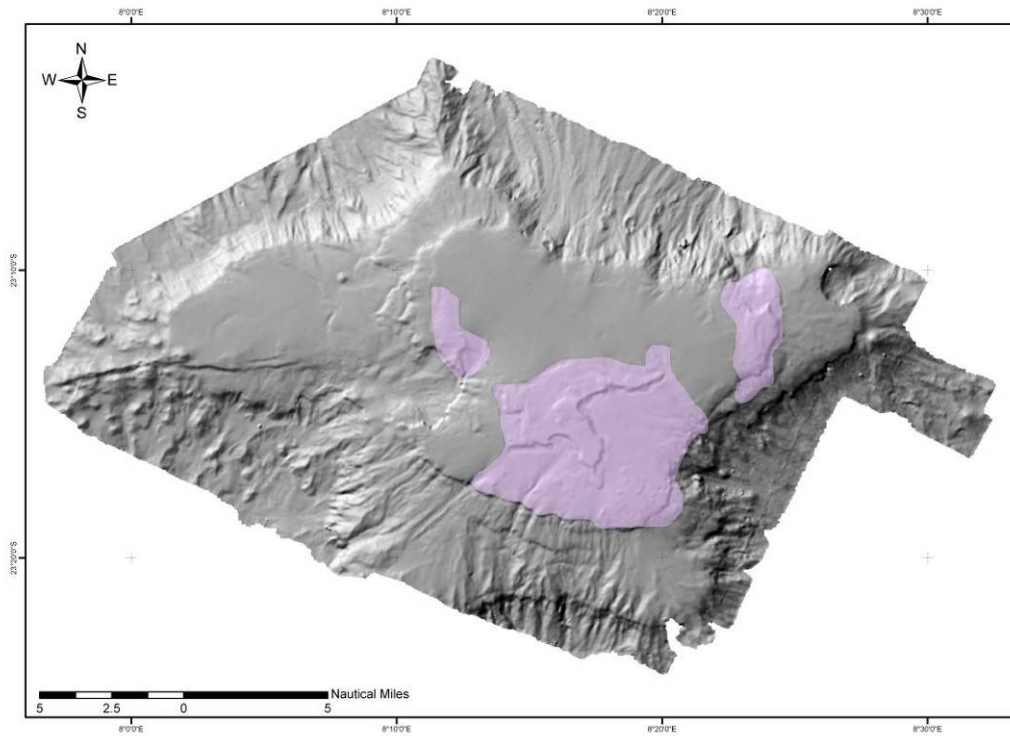


Figura 6.1: Zona de interés para estudio más detallado de localización de posibles bioconstrucciones en el Monte de Ewing / **Zones of interest to be studied to localize possible bioconstructions in the Ewing Seamount.**

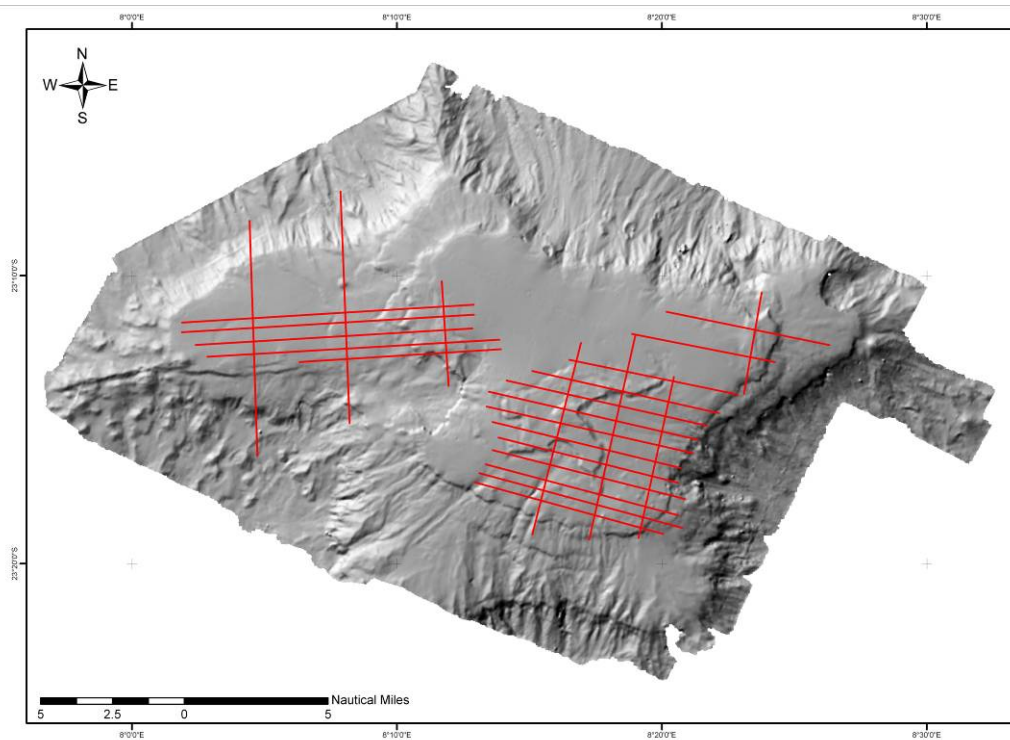


Figura 6.2: Diseño de líneas de navegación para prospección sísmica de la zona del Monte de Ewing con la sonda paramétrica TOPAS / **Navigation lines design for seismic exploration of the Ewing Seamount using parametric sounding (TOPAS).**

6.2.2 Monte Valdivia Norte

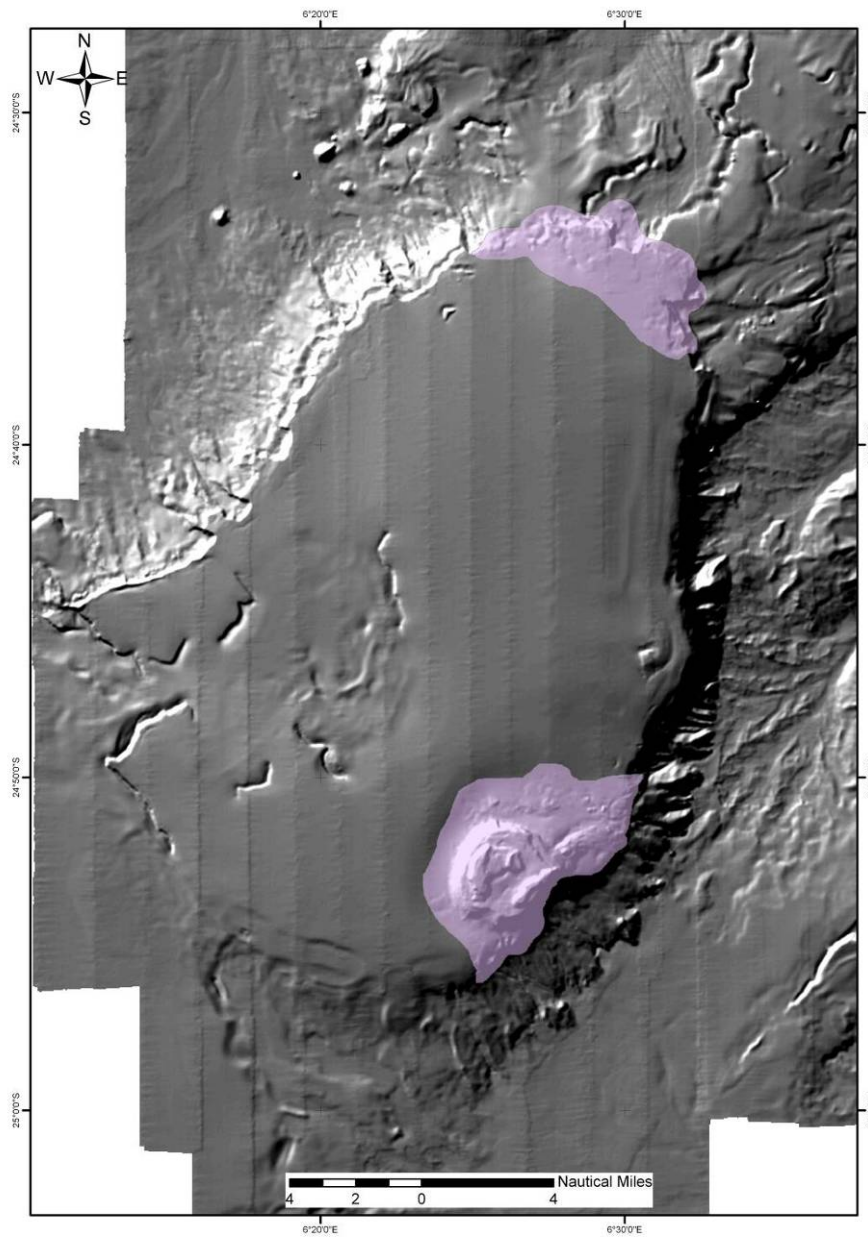


Figura 6.3: Zona de interés para estudio mas detallado de localización de posibles bioconstrucciones en le Monte de Valdivia Norte / **Zones of interest to be studied to localize possible bioconstructions in the Valdivia North Seamount.**

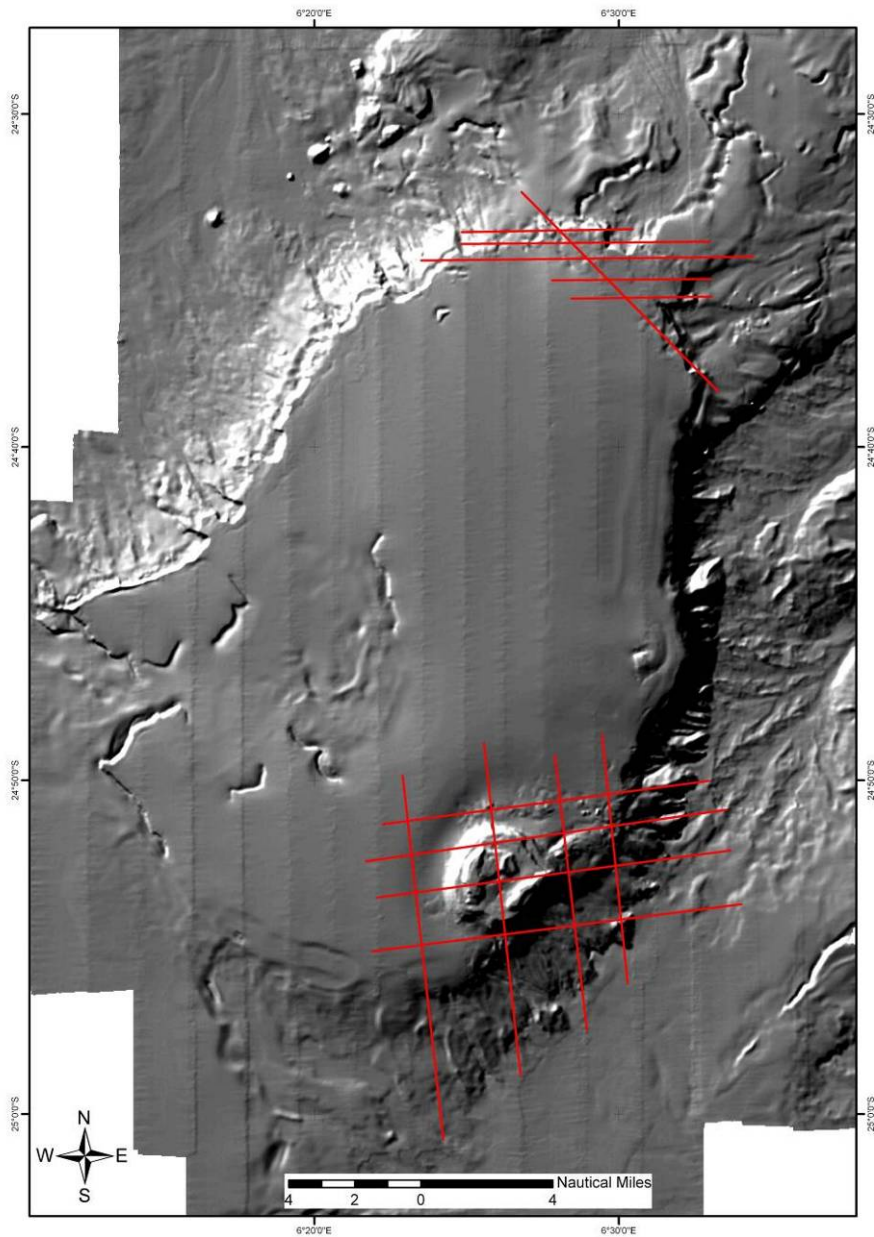


Figura 6.4: Diseño de líneas de navegación para prospección sísmica de la zona del Monte de Valdivia Norte con la sonda paramétrica TOPAS / **Navigation lines design for seismic exploration of the Valdivia North Seamount using parametric sounding (TOPAS).**

6.2.3 Monte Valdivia Centro

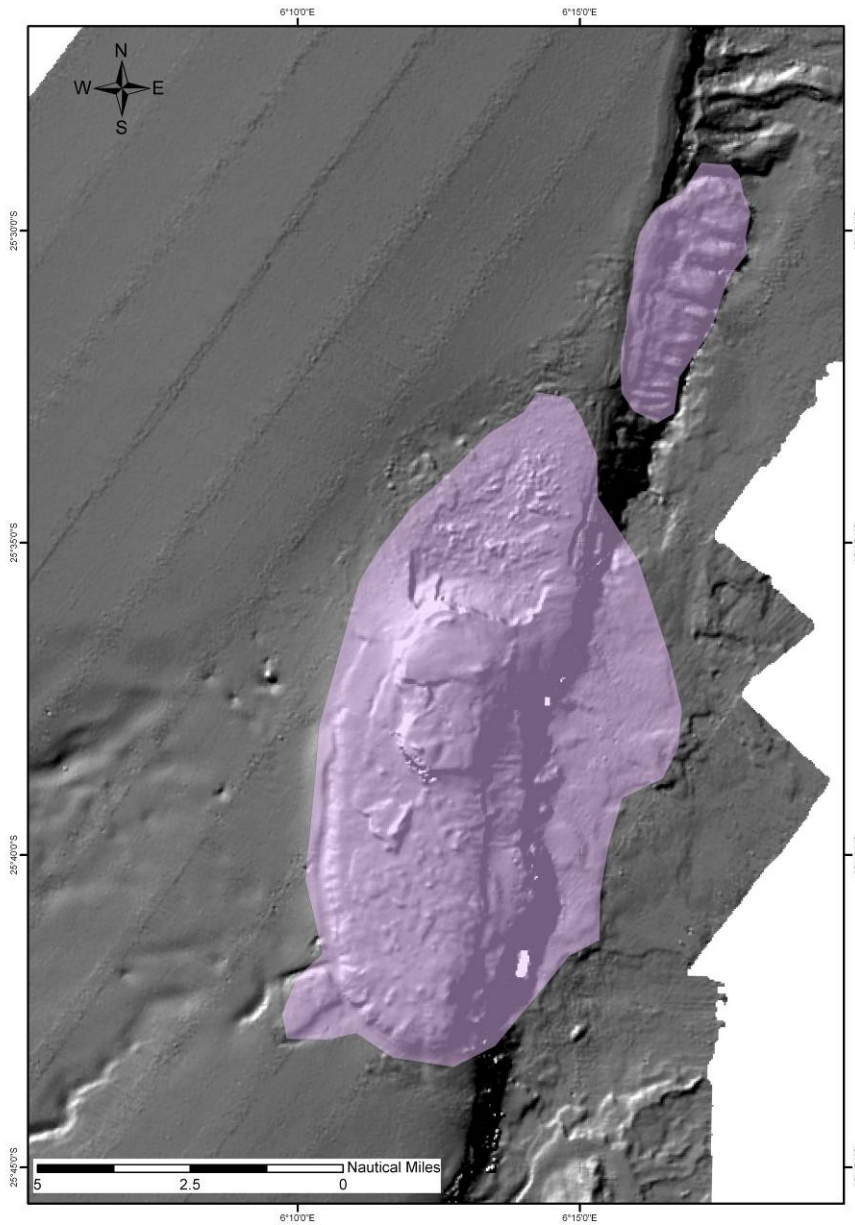


Figura 6.5: Zona de interés para estudio mas detallado de localización de posibles bioconstrucciones en le Monte de Valdivia Centro / **Zones of interest to be studied to localize possible bioconstructions in the Valdivia Central Seamount.**

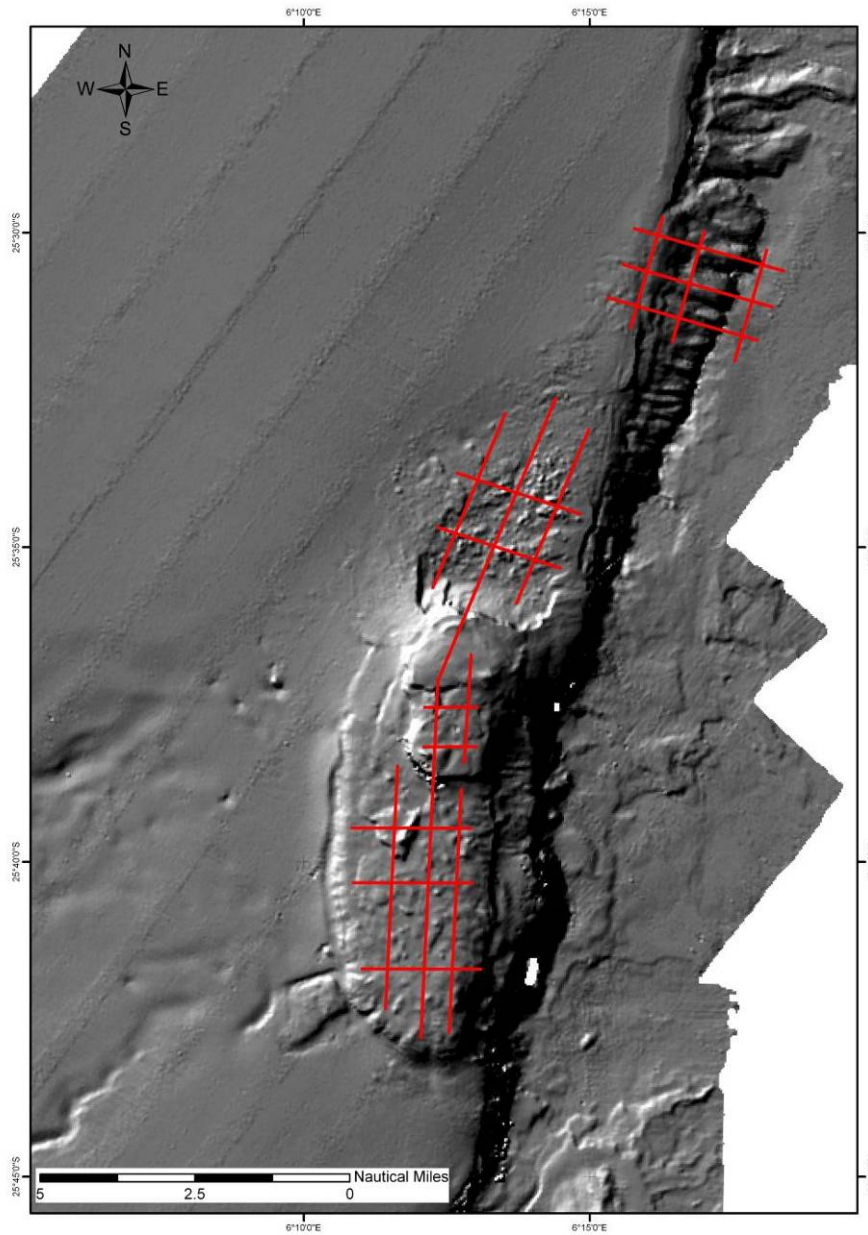


Figura 6.6: Diseño de líneas de navegación para prospección sísmica de la zona del Monte de Valdivia Centro con la sonda paramétrica TOPAS **Navigation lines design for seismic exploration of the Valdivia Central Seamount using parametric sounding (TOPAS).**

6.2.4 Monte Valdivia Oeste

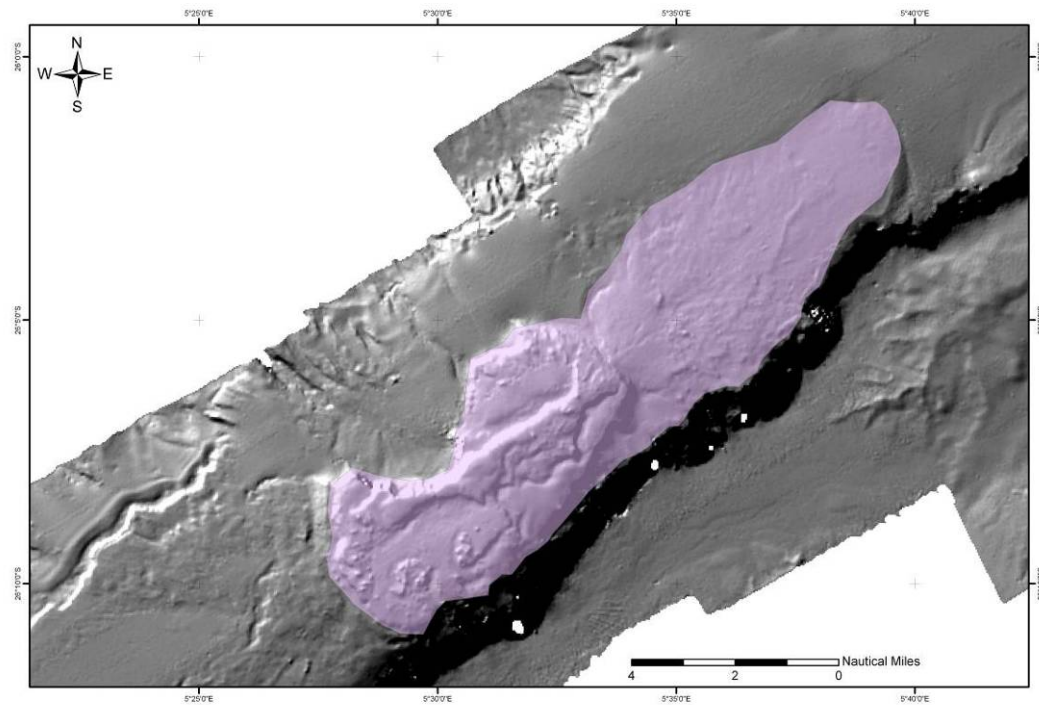


Figura 6.7: Zona de interés para estudio mas detallado de localización de posibles bioconstrucciones en le Monte de Valdivia Oeste / **Zones of interest to be studied to localize possible bioconstructions in the Valdivia West Seamount.**

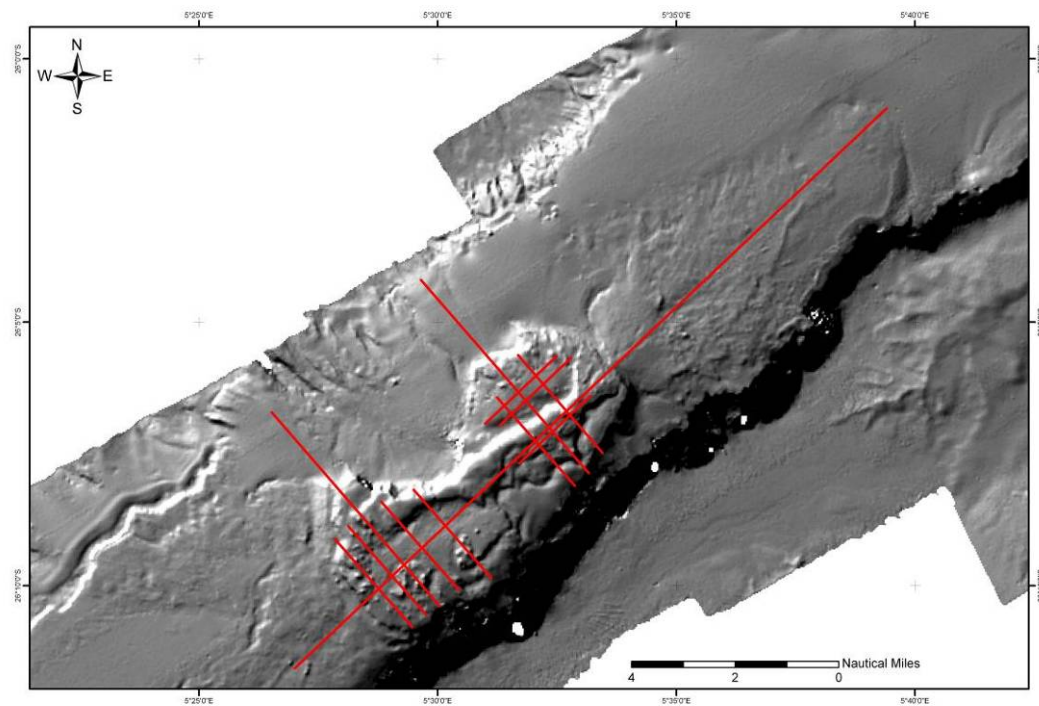


Figura 6.8: Diseño de líneas de navegación para prospección sísmica de la zona del Monte de Valdivia Oeste con la sonda paramétrica TOPAS **Navigation lines design for seismic exploration of the Valdivia West Seamount using parametric sounding (TOPAS).**

6.2.5 Monte Valdivia Sur

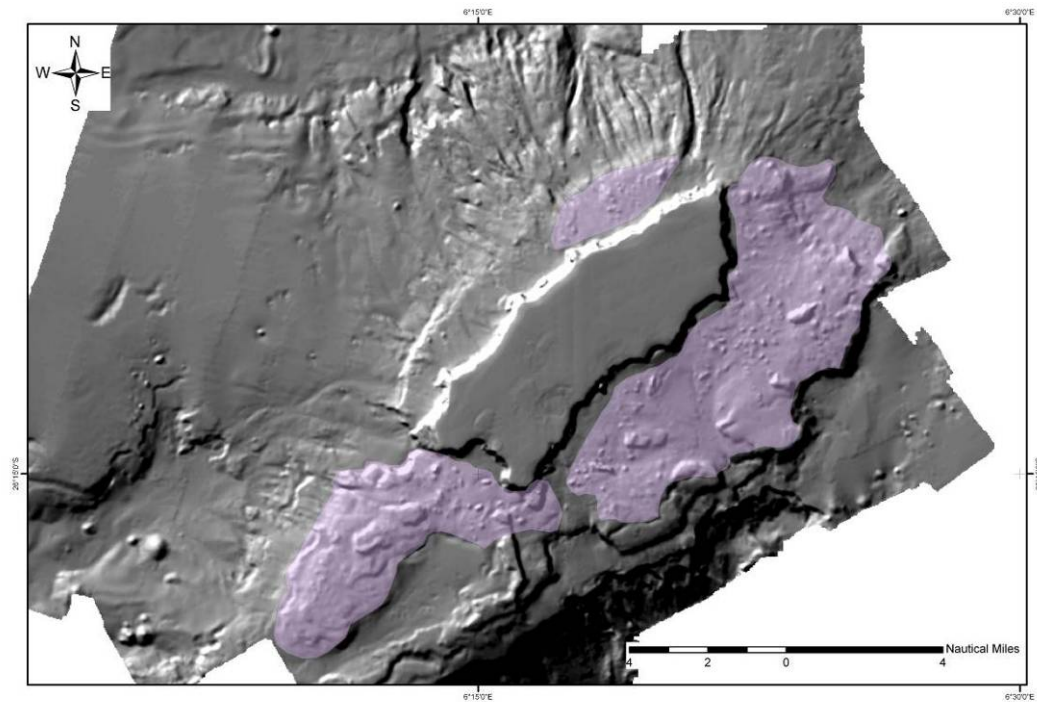


Figura 6.9: Zona de interés para estudio mas detallado de localización de posibles bioconstrucciones en le Monte de Valdivia Sur / **Zones of interest to be studied to localize possible bioconstructions in the Valdivia South Seamount.**

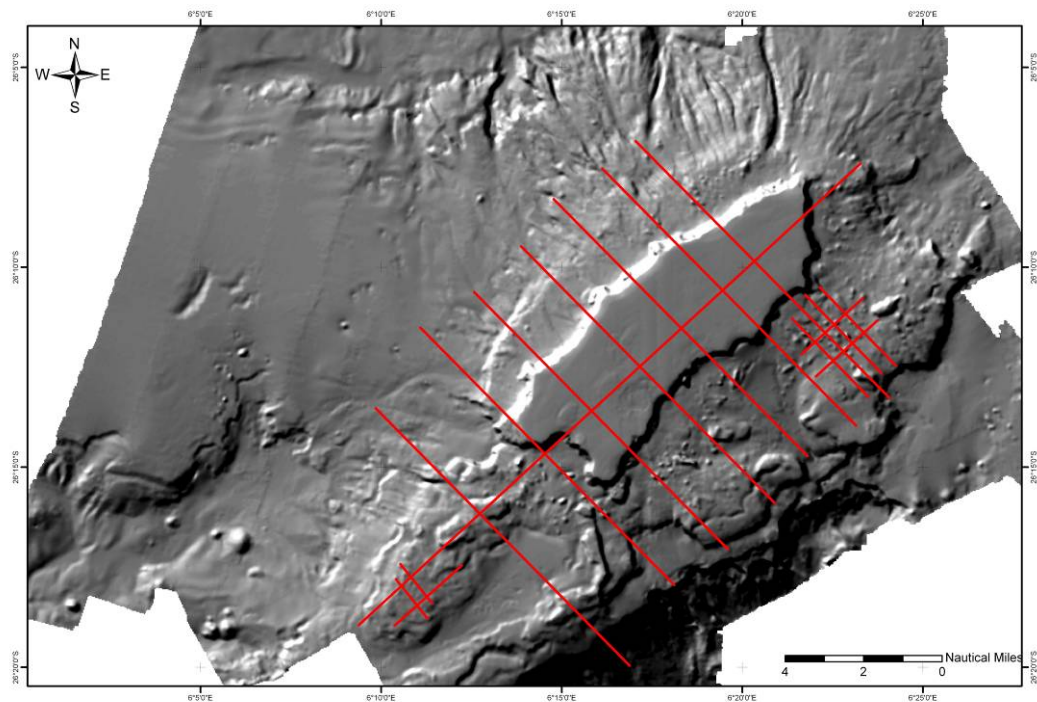


Figura 6.10: Diseño de líneas de navegación para prospección sísmica de la zona del Monte de Valdivia Sur con la sonda paramétrica TOPAS **Navigation lines design for seismic exploration of the Valdivia South Seamount using parametric sounding (TOPAS).**

7 BIBLIOGRAFÍA

- Fairhead, J.D. y M. Wilson (2005). Plate tectonic processes in the South Atlantic Ocean: Do we need deep mantle plumes? En: *Plates, Plumes and Paradigms*, G. R. Foulger et al. (eds.) *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 388, (in press).
- O'Connor, J.M. y R. A. Duncan (1990). Evolution of the Walvis Ridge-Rio Grande Rise hotspot system: Implications for African and South American plate motions over plumes. *J. Geophys. Res.*, 95: 17.475-17.502.
- O'Connor, J.M. y A. P. le Roex (1992). South Atlantic hotspot-plume systems: 1. Distribution of volcanism in time and space. *Earth Planetary Science Letters.*, 113: 343-364.
- Morgan, W.J. (1971). Convection plumes in the lower mantle. *Nature*, 230: 42-43.
- Haxel, J.H., y Dziak, R.P. (2005). Evidence of explosive seafloor volcanic activity from the Walvis Ridge South Atlantic Ocean. *Geophysical Research Letters*, 32, L13609, doi:10.1029/2005GL023205.
- Cande, S.C., J.L. LaBrecque, R.L. Larson, W.C. Pitmann III, X. Golovchenko y W.F. Haxby (1989). Magnetic Lineations of the World's Ocean Basin (map). Scale: approximately 1:27.4000.000 at the equator, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma.
- GEBCO General Bathymetric Chart of the Oceans. http://www.bodc.ac.uk/products/bodc_products/gebco/
- Coggan, R., Populus, J., White, J., Sheehan, K., Fitzpatrick, F. y Piel, S. (eds.) (2007). Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH.
- Bolli, H. M., W.R.B. Ryan, J. B. Foresman, W. E. Hottman, H. Kagami, J. F. Longoria, B. K. McKnight, M. Melguen, J. Natland, F. Proto-Decima y W.G. Siesser (1978). Cape Basin continental rise: Site 360 and 361. *Init. Rep. of Deep Sea Drilling project*, 40: 29 - 75.
- Dingle, R. (1999). Walvis Ridge barrier: its influence on palaeoenvironments and source rock generation deduced from ostracod distributions in the early South Atlantic Ocean. En: *The oil and gas habitat of the South Atlantic*. N. Cameron, R. Bate y V. Clure (eds.), *The geological Society, London, Special Publication*, 153: 293 - 302.
- Natland, J. (1978). Composition, provenance, and diagenesis of Cretaceous clastic sediments drilled on the Atlantic continental rise off southern Africa, DSDP site 361 - implications for the early circulation of the South Atlantic. *Init. Rep. of Deep Sea Drilling project*, 40: 1025 - 1050.
- Stein, R. (1989). Changes in paleoenvironments in the Atlantic Ocean during Cretaceous times: results from black shales studies. *Geologische Rundschau*, 73(3): 883 - 901.
- Szatmari, P. (2000). Habitat of Petroleum along the South Atlantic margins. *AAPG Memoir*, 73: 69 - 75.

Tissot, B., J. Delteil, G. Demaison, A. Combaz y P. Masson (1980). Paleoenvironment and petroleum potential of middle Cretaceous black shales in Atlantic basins. *AAPG Bulletin*, 64: 2051 - 2063.

Schümann, T., N. Ellouz, D. Franke, K. hinz y R. litke (2002). The Hydrocarbon Potential of the Deep Offshore along the Argentine Passive, Volcanic Margin – A Basin Modelling Study, AAPG HEDBERG CONFERENCE "*Hydrocarbon Habitat of Volcanic Rifted Passive Margins*" September 8-11, 2002, Stavanger, Norway.

ANNEX II
BENTHOS

Resultados preliminares del estudio de los invertebrados bentónicos de la campaña NAMIBIA-0802

Marcos González-Porto

Lab. Zooloxía Mariña
Facultade de Ciencias do Mar
Universidade de Vigo

INTRODUCCIÓN

Este informe pretende dar una visión de los resultados de la campaña Namibia 0802, referentes al estudio de los invertebrados bentónicos recogidos en los 24 lances realizados.

Con los resultados obtenidos se tratará de describir las comunidades en función de su riqueza específica, biomasa y abundancia. Así mismo, durante la campaña se ha elaborado un archivo fotográfico y guardado ejemplares para su posterior estudio en laboratorio. Esto ayudará, en futuros estudios, al reconocimiento de la fauna presente en la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los lances fueron realizados en montes submarinos localizados en la Dorsal de Walvis y sus proximidades. Concretamente se llevaron a cabo tres arrastres en Ewing, y el resto, veintiuno, en los alrededores del Banco de Valdivia.

Las profundidades muestreadas se encuentran entre los 220 m y los 1660 m. A menos de 500 m se realizaron 4 lances; entre 500 y 1000 m 11 lances, de los cuales uno resulto nulo (lance 11); y en profundidades mayores de 1000 metros, 8 pescas.

La pesca se realizó con un arte de arrastre tipo Lofoten, con arrastres que rondaron la media hora.

El estudio del bentos a bordo comenzaba en cubierta, con la revisión del arte en busca de pequeños invertebrados que pudieran quedar enganchados en la red (hidrozoos, poliquetos, etc...), y recogida de otros ejemplares que, aún cayendo a cubierta, pudieran ser recogidos en mejores condiciones que en el parque de pesca.

Una vez separados por especies, o en el taxón más fino posible, se anotaron pesos y número de individuos, se realizaron fotografías generales y de detalle y se guardó para colección los mejores ejemplares disponibles. Según la naturaleza de los especímenes, se procedió a su fijación y conservación en alcohol, formol o se recurrió a la congelación.

Con los datos obtenidos se elaboró una base de datos, que ayude al estudio de los resultados de la campaña.

El material fue trasladado a bordo del B/O “Vizconde de Eza” hasta Vigo, en donde, en un futuro, se llevarán a cabo los trabajos de laboratorio encaminados a la identificación de las especies recolectadas.

RESULTADOS

El total de invertebrados bentónicos capturado ha sido de 11989 individuos con un peso de 39358 g. En los resultados no se incluyen datos de invertebrados comerciales, crustáceos y cefalópodos.

Las pescas se han realizado en dos zonas separadas de las inmediaciones de la Dorsal de Walvis, el monte Ewing y el Banco de Valdivia. Por ello presentaremos los resultados por separado.

Monte Ewing

En esta zona se realizaron tres lances, a profundidades situadas entre los 980 y los 1150 metros. En estos lances se recogieron un total de 65 invertebrados bentónicos, pertenecientes a 3 filos, cuyo peso en fresco fue de 7267 gramos.

Aparecen tres especies comunes a los distintos arrastres de esta zona: *Hygrosoma petersii*, un erizo de la familia Echinothuridae, grupo común a estas profundidades; y el zoanthario *Epizoanthus paguriphilus*, asociado siempre al cangrejo ermitaño *Parapagurus pilosimanus*, también habituales en el océano profundo.

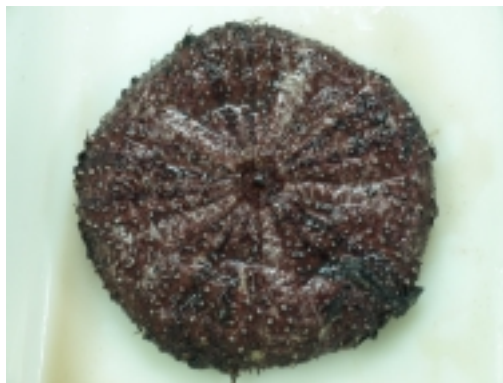
Otras especies que se recogieron en estos lances pertenecen a los grupos Hydrozoa, Gorgonacea (concretamente de la familia Isidiidae, “corales bambú”), y Echinoidea. También se han recogido invertebrados en los colectores colocados en el arte, destacando la presencia de Pteropoda.



Isidiidae



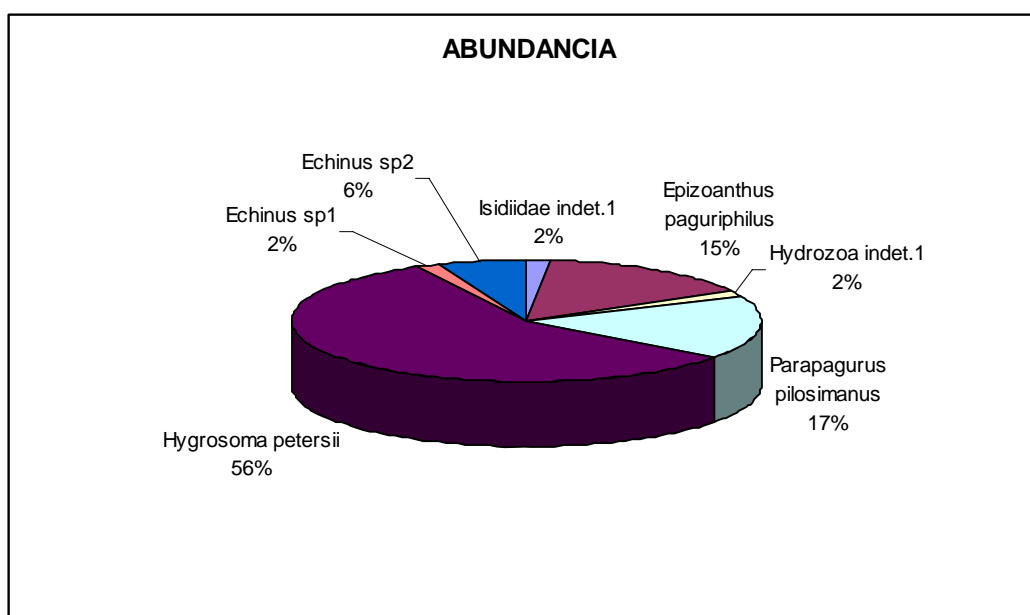
Epizoanthus paguriphilus y
Parapagurus pilosimanus

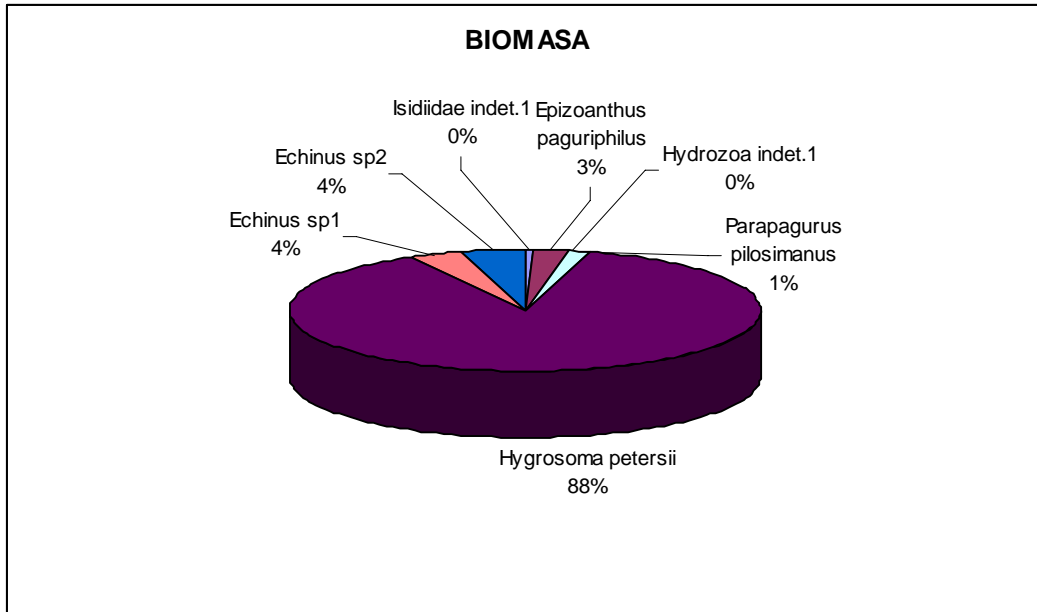


Hygrosoma petersii

En la siguiente tabla y figuras se resumen los resultados para esta zona.

Abundancia, riqueza específica y biomasa en el Monte Ewing			
	Abundancia	Especies estimadas	Biomasa (g)
Cnidaria	12	3	228
Arthropoda	11	1	97
Echinodermata	42	3	6942
Totales	65	7	7267
Media por Lance	21,7	2,3	2422,3





Banco de Valdivia

Se han realizado 21 lances, de los cuales uno fue nulo (lance 11). Los arrastres se llevaron a cabo en distintas zonas del banco, norte, centro sur y este, y a profundidades comprendidas entre los 480 y los 1660 m.

No encontramos, como pasa en el monte Ewing, especies que aparezcan en todos los lances. Son las colonias de hidrozooos los representantes más numerosos, así como actinarios, destacando los de la familia Hormathiidae, y asteroideos como *Echinaster reticulatus*. En total se recogieron 11871 invertebrados bentónicos.

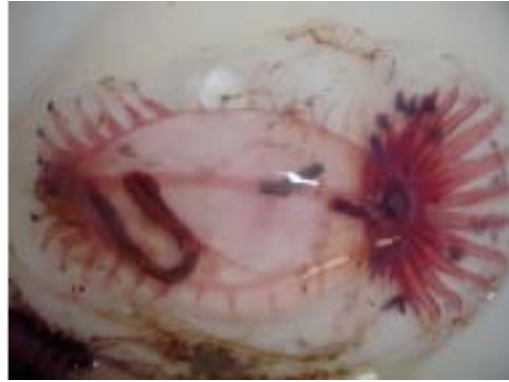
En lo que se refiere al peso, vuelven a destacar la familia de actinarios Hormathiidae, la presencia en dos lances de la demosponja *Pachastrella monilifera* y echinoideos regulares del género *Echinus*. La biomasa total fue de 32084 gramos.



Pachimastia monilifera

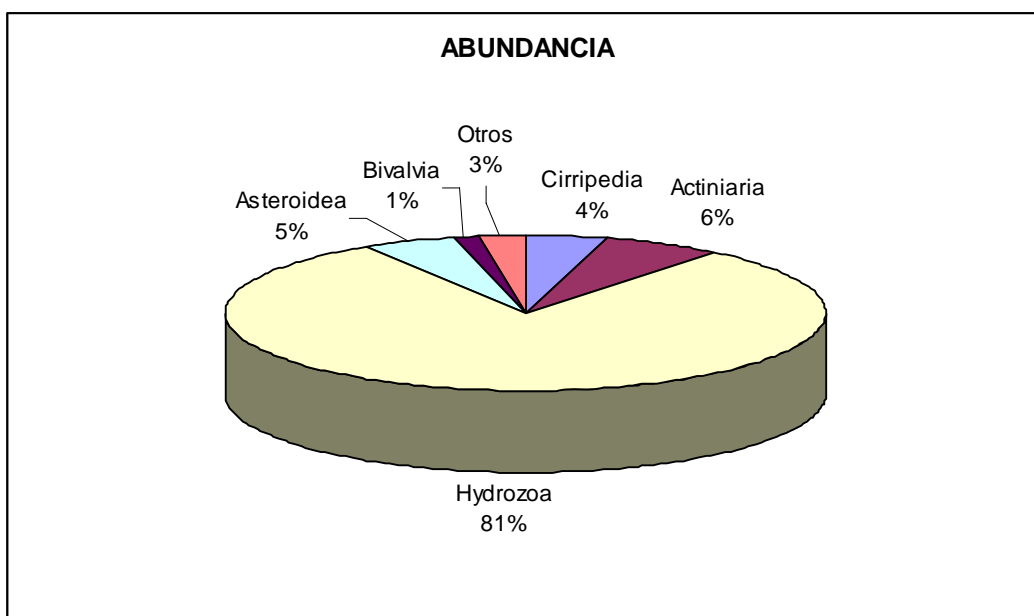


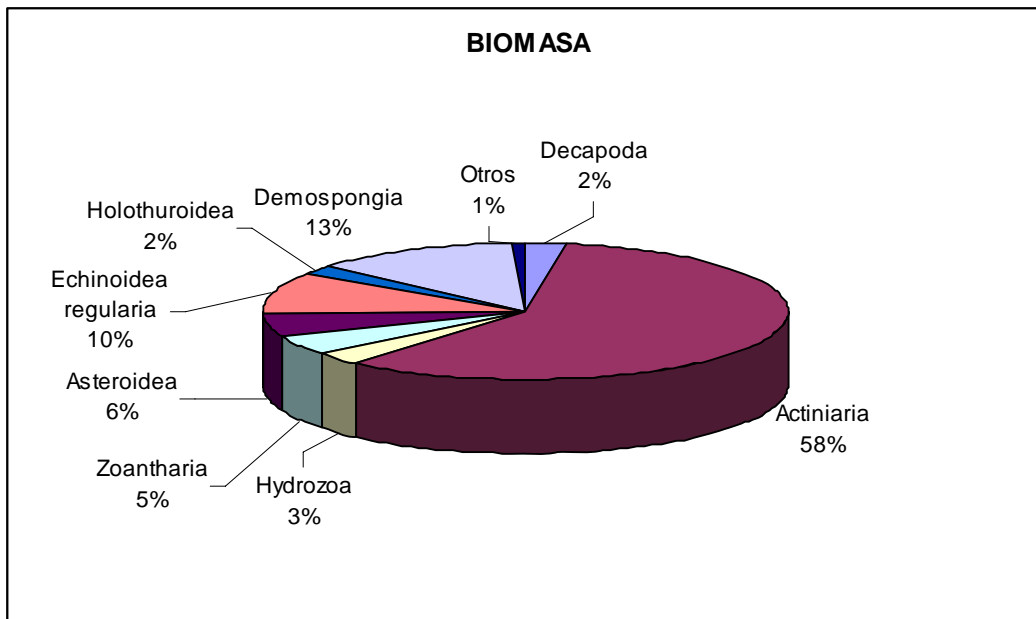
Actinauge sp.

*Echinaster reticulatus**Eynpniastes eximia*

En la siguiente tabla y figuras se resumen los resultados para esta zona.

Abundancia, riqueza específica y biomasa en el Banco de Valdivia			
	Abundancia	Especies estimadas	Biomasa (g)
Porifera	11	3	4028
Cnidaria	10366	19	21431
Priapulida	1	1	3
Echiurida	1	1	9
Annelida	109	4	13
Arthropoda	579	7	891
Mollusca	174	3	65
Echinodermata	630	15	5644
Totales	11871	53	32084
Media por Lance	593,6	2,7	1604,2





DISCUSIÓN

El número de lances en el caso del monte de Ewing, es escaso para poder realizar una valoración pormenorizada, pero al igual que en Valdivia podemos afirmar que son zonas que presentan valores bajos tanto de diversidad como de abundancia y biomasa.

Sólo encontramos valores altos muy puntuales, en lances como el 12, en el que se recogieron dos nasas utilizadas en la pesca de crustáceos, que proporcionaron el sustrato necesario para el desarrollo de colonias de hydrozoos, así como poliquetos y bivalvos de la familia Pectinidae.



Nasa de Crustáceos



Hydrozoa y Pectinidae en nasa

En el resto de lances lo que encontramos es un sustrato blando, fangoso, fangoso-arenoso en algunos casos, en el que van a habitar especies vágiles.

Dentro de este informe sobre los invertebrados bentónicos, como ya expusimos en un principio, no se incluyen datos sobre los crustáceos comerciales, pero que sin embargo sí nos dan una pista importante en cuanto a su presencia, mayor y más importante que la del resto de los invertebrados. Estas zonas son, en algunos casos, propicias para la flota de arrastre, y por tanto la presencia de un número y masa importante de crustáceos decápodos, que se alimentan de los descartes de la pesca, podría ser un indicativo importante, pero esto tendría que ser visto con más detenimiento.

En Vigo, a 26 de julio de 2008

LISTADO FAUNÍSTICO NAMIBIA-0802 Monte Ewing y Banco de Valdivia

Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
1	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	4,00	18,00
1	Cnidaria	Gorgonaria	Isidiidae indet.1	1,00	31,00
1	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.1	1,00	3,00
1	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	4,00	35,00
1	Echinodermata	Echinoidea regularia	Hygrosoma petersii	3,00	498,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
2	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	5,00	72,00
2	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	4,00	145,00
2	Echinodermata	Echinoidea regularia	Hygrosoma petersii	14,00	1578,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
3	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	2,00	7,00
3	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	2,00	14,00
3	Echinodermata	Echinoidea regularia	Echinus sp1	1,00	270,00
3	Echinodermata	Echinoidea regularia	Echinus sp2	4,00	320,00
3	Echinodermata	Echinoidea regularia	Hygrosoma petersii	20,00	4276,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
4	Annelida	Polychaeta	Polychaeta indet.0802	1,00	1,00
4	Annelida	Polychaeta	Polychaeta indet.0803	2,00	1,00
4	Cnidaria	Actiniaria	Hormathiidae indet.44	242,00	7693,00
4	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.0802	3,00	7,00
4	Cnidaria	Pennatularia	Pennatulacea indet.0801	9,00	34,00
4	Cnidaria	Stolonifera	Stolonifera indet.0801	1,00	1,00
4	Cnidaria	Stolonifera	Stolonifera indet.0802	3,00	1,00
4	Echinodermata	Asteroidea	Benthopectinidae indet.1	2,00	7,00
4	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0801	206,00	335,00
4	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0802	2,00	51,00
4	Echinodermata	Asteroidea	Goniasteridae indet.2	2,00	33,00
4	Echinodermata	Echinoidea regularia	Echinoida indet.0801	2,00	160,00
4	Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiuroidea indet.0801	1,00	1,00
4	Mollusca	Prosobranchia	Prosobranchia indet.0802	1,00	1,00
4	Porifera	Demospongia	Demospongiae indet.0801	3,00	1,00
4	Porifera	Demospongia	Demospongiae indet.0802	3,00	1,00
4	Porifera	Demospongia	Porifera sp.4	4,00	3904,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
5	Cnidaria	Actiniaria	Hormathiidae indet.44	163,00	3548,00
5	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.0803	1,00	1,00
5	Cnidaria	Pennatularia	Pennatulacea indet.0801	8,00	22,00
5	Cnidaria	Stolonifera	Stolonifera indet.0801	1,00	1,00
5	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0801	142,00	411,00

5	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0802	1,00	7,00
5	Echinodermata	Asteroidea	Goniasteridae indet.2	2,00	35,00
5	Echinodermata	Echinoidea regularia	Echinoida indet.0801	9,00	720,00
5	Porifera	Demospongia	Porifera sp.4	1,00	122,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
6	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet.0801	1,00	1,00
6	Cnidaria	Actiniaria	Ceriantharia indet.0801	1,00	2,00
6	Cnidaria	Actiniaria	Hormathiidae indet.44	69,00	2817,00
6	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.0803	11,00	11,00
6	Cnidaria	Pennatularia	Pennatulacea indet.0801	2,00	3,00
6	Cnidaria	Stolonifera	Stolonifera indet.0801	15,00	23,00
6	Echinodermata	Asteroidea	Asterinidae indet.0801	1,00	1,00
6	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0801	226,00	516,00
6	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0802	2,00	24,00
6	Echinodermata	Asteroidea	Goniasteridae indet.2	2,00	26,00
6	Echinodermata	Echinoidea regularia	Echinoida indet.0801	7,00	560,00
6	Mollusca	Opisthobranchia	Nudibranchia indet.0801	15,00	16,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
8	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	3,00	69,00
8	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.0804	1,00	1,00
8	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	3,00	138,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
9	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	6,00	121,00
9	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	6,00	242,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
12	Annelida	Polychaeta	Polychaeta indet.0805	106,00	10,00
12	Arthropoda	Cirripedia	Poecilasmataidae indet.1	528,00	106,00
12	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	3,00	78,00
12	Cnidaria	Actiniaria	Actiniaria indet.6	264,00	352,00
12	Cnidaria	Actiniaria	Hormathiidae indet.0801	6,00	1013,00
12	Cnidaria	Actiniaria	Hormathiidae indet.0802	1,00	12,00
12	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.0805	9520,00	952,00
12	Cnidaria	Scyphozoa	Coronatae indet.1	50,00	1280,00
12	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	3,00	157,00
12	Mollusca	Bivalvia	Pectinidae indet.0801	158,00	48,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
14	Arthropoda	Amphipoda	Amphipoda indet.1	1,00	1,00
14	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet.1	2,00	1,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
15	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	1,00	3,00
15	Arthropoda	Isopoda	Syscenus sp	1,00	4,00
15	Echinodermata	Holothuroidea	Holothuroidea indet.0801	2,00	44,00
15	Echinodermata	Holothuroidea	Holothuroidea indet.67	4,00	91,00
15	Echiurida	Echiurida	Echiurida indet.0801	1,00	9,00

Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
16	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	1,00	1,00
16	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	1,00	40,00
16	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	1,00	80,00
16	Echinodermata	Holothuroidea	Enypniastes eximia	1,00	12,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
17	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	2,00	4,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
19	Annelida	Polychaeta	Serpulidae indet.0801	1,00	1,00
19	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	1,00	1,00
19	Arthropoda	Decapoda	Paguridae indet.0801	3,00	10,00
19	Cnidaria	Actiniaria	Actinauge sp.0801	2,00	3400,00
19	Cnidaria	Actiniaria	Actiniaria indet.0805	1,00	3,00
19	Cnidaria	Actiniaria	Actiniaria indet.0806	8,00	2,00
19	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet.0801	1,00	7,00
19	Echinodermata	Asteroidea	Echinasteriidae indet. 1	2,00	294,00
19	Echinodermata	Asteroidea	Goniasteridae indet.4	1,00	10,00
19	Echinodermata	Echinoidea regularia	Echinoida indet.0802	8,00	1744,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
20	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	2,00	1,00
20	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	6,00	158,00
20	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	6,00	316,00
20	Echinodermata	Holothuroidea	Holothuroidea indet.0803	1,00	484,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
21	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	2,00	1,00
21	Cnidaria	Gorgonaria	Plexauridae indet.0801	1,00	18,00
21	Priapulida	Priapulida	Priapulida indet.0801	1,00	3,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
22	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	1,00	1,00
22	Echinodermata	Holothuroidea	Enypniastes eximia	1,00	7,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
23	Annelida	Polychaeta	Aphroditida indet.0801	1,00	1,00
23	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	1,00	2,00
23	Arthropoda	Decapoda	Parapagurus pilosimanus	12,00	287,00
23	Cnidaria	Zoantharia	Epizoanthus paguriphilus	12,00	574,00
23	Echinodermata	Asteroidea	Ceramaster sp.1	2,00	64,00
Lance	Grupo principal	Grupo general	Taxón	Nº muestra	Peso muestra
24	Annelida	Polychaeta	Polychaeta indet.0810	1,00	1,00
24	Arthropoda	Decapoda	Crustacea indet. 1	1,00	1,00
24	Cnidaria	Hydrozoa	Hydrozoa indet.0810	1,00	1,00
24	Cnidaria	Scleractinia	Sceractinia solitaria indet.0801	1,00	6,00