

El Sarmiento de Gamboa en el Proyecto Malaspina



Alonso Hernández Guerra y David Domínguez Añino

◀ Proa del buque oceanográfico *Sarmiento de Gamboa* al inicio de la Expedición Malaspina 2010.

► Recorrido del *Sarmiento de Gamboa*

El *Sarmiento de Gamboa* partió de Gran Canaria el 27 de enero de 2011 rumbo a la República Dominicana, siguiendo una ruta similar a la realizada por Cristóbal Colón hace más de quinientos años, para llevar a cabo la campaña oceanográfica en la latitud 24,5° Norte, en aguas del océano Atlántico. Previamente, el *Sarmiento de Gamboa* había abandonado la ciudad de Vigo en su ruta hacia Gran Canaria con un grupo de investigadores y periodistas: los primeros explicaban a los segundos las tareas que se iban a realizar en la campaña oceanográfica, su importancia y sus pormenores. A pocas millas de Gran Canaria, cuando todo presagiaba que iban a arribar en menos de cinco horas, apareció un fuerte temporal que provocó un retraso de doce horas en su llegada a la isla. No era, precisamente, un comienzo muy prometedor para la travesía de cincuenta días que íbamos a realizar, y, sin embargo, no fue lo que ocurrió.

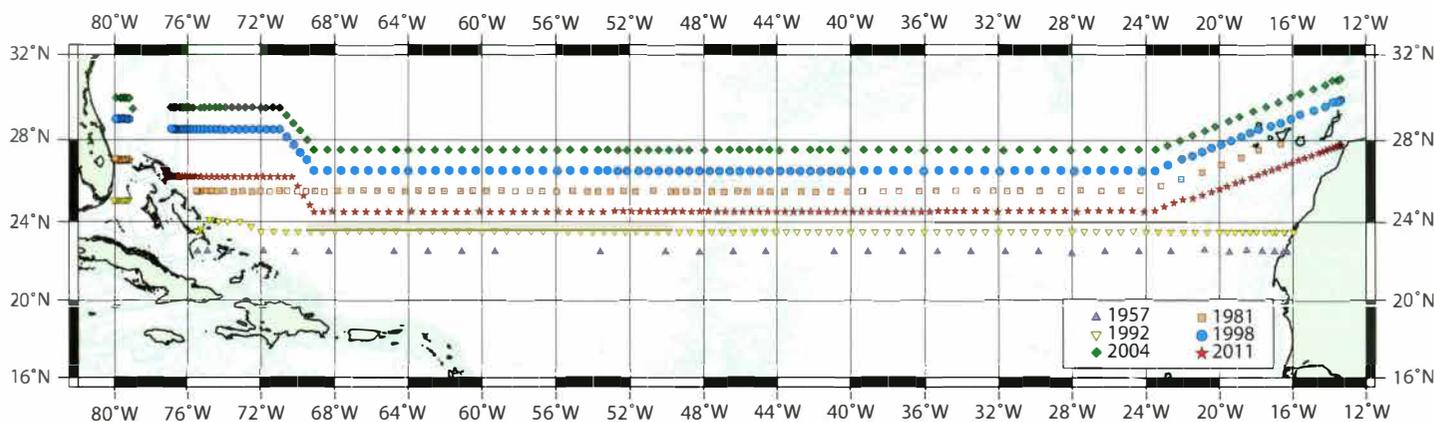
Gran Canaria, desde semanas atrás, se estaba preparando para la llegada del *Sarmiento de Gamboa* con conferencias en el Museo de la Ciencia, impartidas por Andrés Galera, Javier Arístegui y Santiago Hernández León. Estas conferencias, y la información que enviábamos a los medios de comunicación a través del gabinete de prensa de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, habían creado una atmós-

fera de expectación para que la llegada del buque fuera un éxito, como así ocurrió. Más de cuatro mil personas contactaron con el Museo de la Ciencia, organizador de la visita al buque, para conocerlo. Además de la visita al mismo, el público pudo disfrutar de la Exposición Malaspina, cuya comisaria, Sandra Rebock, vino expresamente a Gran Canaria para darla a conocer.

Después de una rueda de prensa en la que estuvieron presentes el presidente del CSIC, el rector de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, el director del Instituto Español de Oceanografía y el jefe científico de la campaña y donde se explicaron los pormenores del Proyecto Malaspina en general y de nuestra travesía en particular, partimos de Gran Canaria a las 15.00 horas hacia la primera estación, situada a 13 millas de Marruecos, en aguas de 100 metros de profundidad.

La primera estación en cualquier campaña oceanográfica es sumamente importante, ya que en ella se realiza lo que teóricamente todos conocemos. El proceso de recolección de datos físicos, químicos y biológicos ha de desarrollarse con exactitud, de tal modo que no haya retraso en sus tomas, pues ello repercutiría en el desarrollo de la campaña. A las ocho de la mañana, se llevó a cabo la primera estación con la presencia de todos los científicos de la expedición con un éxito total, que presagiaba un magnífico desarrollo de la campaña como efectivamente fue.

▼ Mapa de las estaciones realizadas en el *Sarmiento de Gamboa* en 2011. Se muestran también las estaciones de campañas anteriores. Todas las campañas se desarrollaron en la latitud 24,5° Norte, aunque se han desplazado hacia el norte y hacia el sur para poder observarlas mejor.





Después de esta primera estación, se llevaron a cabo una estación tras otra, recolectando muestras del océano desde la superficie hasta el fondo, en ocasiones hasta los 6.000 metros de profundidad, sin ningún percance notable. El tiempo nos acompañó en todo momento, ya que en los cincuenta días de campaña solo dejamos de trabajar durante dos noches debido a la mala mar, circunstancia inusual en una campaña de duración tan larga. El mal tiempo que sufrieron en la travesía de Vigo a Gran Canaria no volvió a aparecer durante la nuestra.

Durante más de cuarenta días no vimos tierra, solamente mar y de vez en cuando algún barco en el horizonte. En el día 43, Esther, la primera oficial del *Sarmiento de Gamboa*, divisó tierra y nos lo comunicó por megafonía. «¡¡Tierra!!», comentamos, y parecíamos los integrantes de la carabela *Pinta* cuando Rodrigo de Triana divisó tierra. Era, además, una isla de las Bahamas, como también se divisó por primera vez en el Nuevo Mundo.

Después de avistar las Bahamas, fuimos a muestrear la corriente de Florida, que fluye entre esta península norteamericana, de donde recibe el nombre, y el archipiélago de las Bahamas. Es una corriente muy intensa, diez veces superior a cualquier corriente de las que habíamos medido hasta ese momento.

Es tan intensa, que el cable que une la instrumentación que lanzamos al océano con el buque se inclinó de forma espectacular. Ninguno de nosotros había medido una corriente tan intensa anteriormente.

Una vez concluida la última estación oceanográfica, ¡que fue la número 167! —jamás se habían realizado tantas estaciones en la latitud 24,5° Norte—, navegamos hacia Santo Domingo durante cinco días.

Al anochecer, después de cincuenta días de navegación, arribamos a Santo Domingo, donde nos esperaba Arturo Castellón, jefe de buques de la Unidad Tecnológica Marina del CSIC. Estuvimos charlando con él mientras los trámites de aduanas finalizaban para poder desembarcar del *Sarmiento de Gamboa*. Cuando empiezas a caminar fuera del buque, resulta extraña la sensación de pisar tierra firme, después de tanto tiempo. Nos dirigimos hacia la zona colonial, que es grandiosa: el Parque de Colón, el Alcázar de Colón y la catedral de Santa María la Menor son tres ejemplos maravillosos de lo que se puede visitar. Pasear por su calles, en las que, de pronto, sin esperarlo, te salen al encuentro otros monumentos igual de impresionantes.

El recibimiento en Santo Domingo, que tantos lazos históricos y culturales tiene con España, fue extraordinario. Organizados por el Centro Cultural de

▲ El buque oceanográfico *Sarmiento de Gamboa*.



► Laboratorio en el interior del buque.

España en Santo Domingo, se realizó una serie de actos con gran afluencia de periodistas y público interesados en nuestras investigaciones.

Al día siguiente de nuestra llegada, se celebró una rueda de prensa a bordo del *Sarmiento de Gamboa*, en la que Juan José de Damborenea, vicepresidente adjunto de Áreas Científico Técnicas del CSIC, que había viajado expresamente a Santo Domingo, y los jefes científicos de la campaña oceanográfica que acababa de concluir y de la que comenzaba con el retorno del *Sarmiento de Gamboa* a España explicamos el Proyecto Malaspina.

Por la tarde del siguiente día, se organizó una conferencia en la que los responsables del Proyecto Malaspina expusieron las distintas facetas del mismo y de la campaña en la latitud 24,5° Norte. La conferencia fue tan multitudinaria, con un público versado, con preguntas y comentarios tan interesantes, que nos quedamos muy satisfechos.

También pudimos conocer y charlar con don Diego Bermejo, embajador de España, quien nos recibió con hospitalidad.

► La importancia del paralelo 24,5° Norte

Durante las décadas de 1980 y 1990 se desarrolló un proyecto internacional denominado WOCE (World Ocean Circulation Experiment), con el que se realizaron secciones transoceánicas, en todos los océanos

del mundo. El objetivo principal de estas campañas fue determinar la relación entre el océano y el clima. La contribución española a este proyecto, liderada por Gregorio Parrilla del Instituto Español de Oceanografía, fue la realización y el análisis de la sección 24,5° de latitud Norte en el Atlántico en 1992, la misma que, diecinueve años más tarde, hemos llevado a cabo nosotros.

Finalizado el proyecto WOCE y reconocida la importancia del océano en la conformación del clima terrestre, algunas de estas secciones oceanográficas localizadas en lugares clave para el estudio del clima se han repetido en varias ocasiones. La sección 24,5° de latitud Norte del Atlántico es la que se ha repetido en un mayor número de ocasiones, debido a que es la más importante para determinar el posible cambio climático. Y ello por varias razones.

En primer lugar, el Atlántico se comporta de una forma diferente a los demás océanos, el Pacífico y el Índico, en relación con el flujo de calor. Mientras que en los otros océanos este flujo de calor se dirige del ecuador hacia los polos, en el Atlántico este flujo se dirige hacia el norte en todas las latitudes. Es, además, en 24,5° Norte donde este flujo de calor es máximo.

Este hecho es el causante de que los inviernos europeos sean más benignos que los norteamericanos, lo que es fácilmente comprobable si analizamos la temperatura atmosférica de dos ciudades, situadas a la misma latitud, una en Europa y otra en América del Norte: por ejemplo, Lisboa y Nueva York. Lisboa



tiene un promedio de temperatura 8°C superior a la de Nueva York en los meses de invierno. Es, por tanto, fácilmente reconocible que, si hubiera alguna variación en este transporte de calor, habría una variación en el clima de Europa.

En segundo lugar, esta variación en el flujo de calor, si existiese, no solamente sería importante por su repercusión en el clima de Europa sino también sobre el clima de todo el globo terrestre, dado que en el Atlántico Norte, en las inmediaciones de Noruega, Groenlandia y el mar del Labrador, se forma agua profunda que hace unir todas las circulaciones oceánicas del globo en lo que se denomina la Cinta Transportadora Global (CTG), concepto introducido por Broecker en 1987. Cualquier variación de este flujo de calor o del transporte de masa asociado, ocasionaría también una variación en la formación de agua profunda y, consiguientemente, en la CTG y la circulación oceánica global.

El objetivo principal de nuestra campaña, por tanto, es el de determinar si ha habido alguna variación del flujo de calor que lleva las masas oceánicas hacia el norte. Para ello, compararemos nuestras medidas con las realizadas anteriormente en 1957, 1981, 1992, 1998 y 2004. Pero nuestra campaña pretende

determinar, además, si ha habido alguna variación en otros parámetros oceanográficos, como la temperatura, la salinidad, el oxígeno, el pH y el dióxido de carbono, entre otros. Algunos de estos parámetros ya pudieron analizarse en el *Sarmiento de Gamboa*, que cuenta con laboratorios análogos a los de tierra. Otros, sin embargo, se analizarán en los laboratorios de los distintos centros de investigación y sus resultados se conocerán en los próximos meses.

► Vida a bordo

En el buque oceanográfico *Sarmiento de Gamboa* se trabajó durante las 24 horas en los cincuenta días de travesía. Los turnos se realizaron de 8 a 12, de 12 a 4 y de 4 a 8, tanto en horario diurno como nocturno. Todos los científicos de la expedición están incluidos en uno de estos turnos excepto el jefe científico, que debe estar siempre disponible para solucionar cualquier problema sobrevenido.

El transcurso de los días en una campaña oceanográfica podría parecer, desde fuera, muy monótono: nos levantamos, desayunamos o almorzamos, según el turno, vamos al laboratorio a realizar los experi-

▲ El *Sarmiento de Gamboa* atracado en el puerto de Las Palmas.



▲ Preparando el material para la recogida de muestras.



mentos, cenamos y nos acostamos. Pero no todo es así. Aunque el mayor número de horas las pasamos en el laboratorio, hay tiempo también para un poco de esparcimiento. Después de almorzar, un grupo de científicos ve una película con siesta incluida, otros, por la tarde o al anochecer, se reúnen a jugar a las cartas, al mentiroso con los dados o a los dardos. El *Sarmiento de Gamboa* cuenta con un contenedor partido por la mitad, que se llena de agua de mar durante los días de buen tiempo y hace de piscina. El domingo es un día especial: por la mañana, en el desayuno, hay cruasanes o churros con chocolate. Muchos científicos, aunque tengan turno de madrugada, se levantan a la hora del desayuno para no perderse. Al mediodía, en el almuerzo, si hace buen tiempo, hay barbacoa en la cubierta del barco. Son formas de romper la rutina y nos hacen saber en qué día de la semana estamos.

En toda campaña oceanográfica se hace una novatada. En esta ocasión le tocó a María, la periodista que nos acompañó a bordo. Hay un sensor que se denomina XBT que tiene forma de bala de cañón. La broma consistió en convencerla de que era realmente una bala de cañón y que, por tanto, había que lanzarla con sumo cuidado al mar. Le preguntamos si quería ser ella la que lanzara el primer XBT de la campaña; naturalmente, tenía que hacerlo con mucho cuidado para que no sufriera las quemaduras que muchos habíamos padecido. Ella, sin dudarlo, nos comentó que le encantaría pero que tenía mucho miedo. A las ocho de la mañana comenzó con los preparativos, a pesar de que la hora prevista para el lanzamiento era las doce: se tuvo que poner un traje ignífugo, unas gafas especiales y unos guantes para poder lanzarlo. Estuvo cuatro horas sentada con el XBT en su regazo al tiempo que oía los comentarios de «no lo muevas mucho, que te puede explotar».

El capitán del *Sarmiento de Gamboa*, compinchado con nosotros, le avisa por los altavoces del buque que era el momento de lanzarlo ya que no avistaba ningún barco por las inmediaciones y le advertía de que tuviera cuidado con el retroceso. Hasta un marinero trajo un extintor para apagar el posible fuego que pudiera producir el lanzamiento del XBT. El XBT cae por su propio peso y no tiene ningún tipo de peligro, con lo que, una vez lanzado, la broma terminó con un fuerte aplauso de todos los científicos y de la tripulación a María por su gran hazaña.

Uno de los grandes inconvenientes de cualquier campaña oceanográfica es que deje de funcionar un instrumento en la toma de datos. Esta puede durar sobre las cuatro o cinco horas, de manera que si al finalizar nos damos cuenta de que uno de los instrumentos no ha funcionado puede ser terrible. En ese momento, se pueden hacer dos cosas: o ir hacia el siguiente punto de muestreo con el inconveniente de que no contemos con datos de ese instrumento en esa estación oceanográfica finalizada o que la repetamos, con la pérdida de tiempo que ello conlleva. Esto nos ocurrió en la estación 25 de las 167 que llevamos a cabo. Decidimos repetirla, ya que los datos suministrados por el instrumento oceanográfico que había dejado de operar son de gran importancia para los objetivos de nuestra campaña.

Repetimos la estación, esperamos las cinco horas para finalizarla, y una vez procesada, ocurrió una de esas cosas que pasan muy poco en ciencia pero que, cuando ocurren, maravillan a los científicos. Obtuvimos un resultado que no esperábamos y que nadie había descrito anteriormente: una vez comparada con la anterior, encontramos una variabilidad horaria en los valores de temperatura y salinidad en toda la columna de agua. Repetimos los cálculos varias veces y por distintos científicos, para

comprobar que no nos habíamos equivocado en las operaciones. Era cierta. «¡Existe una variación horaria en temperatura y salinidad!», empezó a recorrer el *Sarmiento de Gamboa*. «Comprueba que también ocurre en el oxígeno disuelto en el agua de mar», le decíamos a los compañeros que medían el oxígeno. «En el oxígeno se encuentra la misma variabilidad», nos contestaban. La excitación iba en aumento. «Comprueba que también se obtiene en el pH del océano», que mide la acidificación de este. «También se encuentra», nos respondían. Una estación que se repitió de forma rutinaria por el fallo de un instrumento nos había proporcionado un resultado que nadie esperaba.

Otro de los episodios para recordar fue la consecución de récords en el *Sarmiento de Gamboa*. En la dorsal Medioatlántica se encuentran profundidades de más de 6.500 metros a las que la instrumentación oceanográfica del *Sarmiento de Gamboa* nunca había llegado. Nosotros tampoco íbamos a alcanzar esa profundidad, ya que hacíamos uso de una instrumentación que solamente podía alcanzar los 6.000 metros; pero a esta profundidad, tampoco, había llegado la instrumentación oceanográfica del *Sarmiento de Gamboa*.

Empezamos a batir récords de 10 metros en 10 metros en estaciones consecutivas. Empezamos con 5.881 metros en la estación 46, récord alcanzado; 5.894 metros en la estación 48, nuevo récord; 5.909 metros en la estación 49, otro; 5.915 metros en la estación 50, ¡último récord alcanzado! Esta es la máxima profundidad a la que ha llegado la instrumentación del *Sarmiento de Gamboa*, y presupongo que será difícilmente superada. De modo que con nosotros, en nuestra campaña, el *Sarmiento de Gamboa* cuenta con dos nuevos récords: de días de navegación sin tocar puerto, los cincuenta días de nuestra campaña, y la profundidad máxima a la que ha llegado su instrumentación.

► El B/O *Sarmiento de Gamboa*

Características técnicas

Eslora: 70,5 m	Arqueo bruto: 2.758 toneladas
Manga: 15,5 m	Calado: 4,9 m
Puntal: 7,9 m	Velocidad máxima: 14 nudos

El B/O *Sarmiento de Gamboa* ha colocado a España entre los países punteros en la investigación oceanográfica. Su equipamiento lo sitúa en un lugar pri-



▲ Foto de familia.

vilegiado entre los mejores buques oceanográficos del mundo. El *Sarmiento de Gamboa* ha demostrado sus cualidades durante los cuatro años de funcionamiento, que cumpliremos el próximo mes de julio, en los que no se ha producido suspensión alguna en los trabajos encomendados.

El *Sarmiento de Gamboa* se define como un BUQUE OCEANOGRÁFICO MULTIPROPÓSITO OCEÁNICO. Esta definición nos da el marco de su área geográfica de trabajo, que abarca todos los mares del mundo (exceptuando zonas polares), y además nos habla de su principal característica: es un buque MULTIPROPÓSITO. Esta característica le da la capacidad de no limitarse a un tipo de investigación determinada, sino que tiene la posibilidad de poder ser configurado según la campaña que se tenga que realizar, es decir, podemos darle al buque la forma necesaria para cubrir las cinco áreas siguientes:

1. Oceanografía.
2. Hidrografía.
3. Geofísica. Sísmica. Dos compresores LMF25/138-207 con cañones G. Gun II compañía SERCEL.
4. Submarino ROV Victor 6000. Capacidad de trabajo hasta 6.000 metros.
5. Muestreo de pesca.

Para poder realizar esto, contamos con una amplia cubierta muy despejada, en la que, mediante diversidad de tipos de firmes, podremos colocar la maquinaria necesaria para cualquier operativa. Es decir, podemos transformar el barco, por ejemplo, de buque pesquero a sísmico en pocos días.



▲ GEOSTAR.

A estas características hay que añadirles los elementos fijos del buque, que le permiten abarcar un amplio campo en la investigación oceanográfica.

Contamos con capacidad para 26 técnicos e investigadores y 17 tripulantes, alojados en camarotes que pueden ser de dos plazas e individuales, y contamos con una autonomía que le permite permanecer en la mar, sin abastecimientos, más de cincuenta días, como quedó demostrado durante el Proyecto Malaspina.

El *Sarmiento de Gamboa* alcanza grandes niveles en cuanto a la capacidad de control del buque y emisión de ruido al mar, características principales que debe tener un buque oceanográfico. Contamos con propulsión DIÉSEL-ELÉCTRICA, que da un gran control sobre la plataforma, añadida a dos hélices

laterales (proa y popa). Todo ello está controlado por un automatismo, el Posicionamiento Dinámico (DP1), que permite al buque moverse con una precisión menor de un metro y variaciones de velocidad de una décima de nudo, satisfaciendo cualquier demanda por parte del investigador. Además, este sistema de propulsión es perfecto para que la emisión de ruidos al exterior sea mínima, lo que permite que las mediciones acústicas tengan una gran calidad.

Contamos con dos plataformas donde se reparan los transductores acústicos, lo que da una gran versatilidad al ir separados del casco. Con esto evitamos ruidos y burbujas que alterarían la recepción de la señal. Estas plataformas son la góndola, ubicada bajo el casco, en proa, y las quillas retráctiles.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL *SARMIENTO DE GAMBOA*

1. Sistema de propulsión y gobierno

- 1.1 **Motor de los propulsores:** 2 x 1.200 Kw. Motores eléctricos GENERAL ELECTRIC (CC) en Tándem con hélice de paso fijo.
- 1.2 **Motor de los generadores:** 3 x 1.400 Kw. Generadores Diésel-Eléctricos WARTSILA (CA), con sistema de Control de Potencia automático.
- 1.3 **Hélice transversal de proa:** Combinado Túnel/Azimutal de 590 Kw.
- 1.4 **Hélice transversal de popa:** Túnel de 350 Kw.
- 1.5 **Timón:** Tipo Becker.
- 1.5 **Posicionamiento dinámico:** Konsberg DP clase 1.

2. Pórticos, chigres y elementos de carga

- 2.1 **Principal:** Popa.
- 2.2 **Brazo-Grúa articulado CTD:** Estribor (bajo hangar).
- 2.3 **Pórtico lateral:** Corer/Plancton estribor.
- 2.4 **Grúa principal:** Babor (12 Tm - 16 m)
- 2.5 **Grúas auxiliares:** Proa y Popa.
- 2.6 **Chigre PESCAS:** Dos + 1 tambor red (doble).
- 2.7 **Chigre CTD:** Con transmisión de datos (8.000 m Coax. 11 mm Ø).
- 2.8 **Chigre CORER** (8.000 m 16mm Ø).
- 2.9 **Chigre PLANCTON** (6.000 m Coax. 6 mm Ø).
- 2.10 **Chigre REDES ELECT:** Con transmisión datos (7.000 m Coax. 14 mm Ø).
- 2.11 **Chigres MULTIPROPÓSITOS:** Dos móviles.
- 2.12 **Chigre SONDA DE RED:** Con transmisión de datos.

3. Equipamiento acústico.

- 3.1 **Ecosonda Biológica EK60:** Instalada en las quillas retráctiles, se emplean en la estimación acústica de biomasa (cinco frecuencias).
- 3.2 **Ecosondas MUTHAZ:** Realiza planos en tres dimensiones en aguas profundas y someras.
- 3.3 **Correntímetro Doppler (ADCP dos frecuencias):** Para mediciones de corriente.
- 3.4 **Ecosonda PARAMÉTRICA:** Con penetración en la primera capa de sedimentos del subsuelo.
- 3.5 **Posicionamiento submarino POSEIDONEA.**

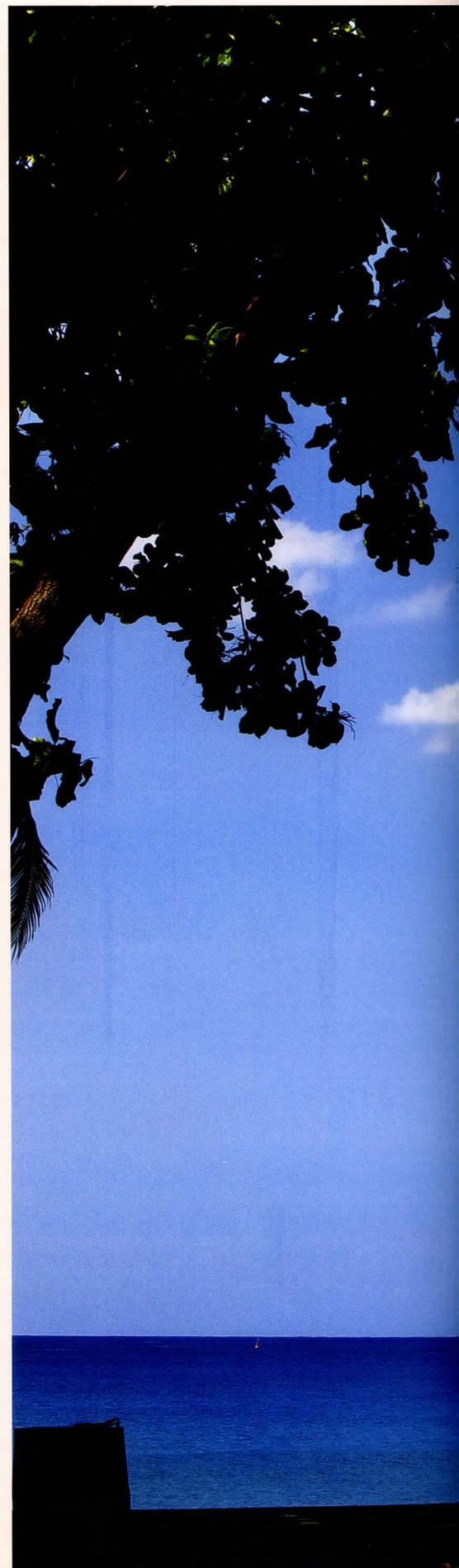
4. Comunicaciones

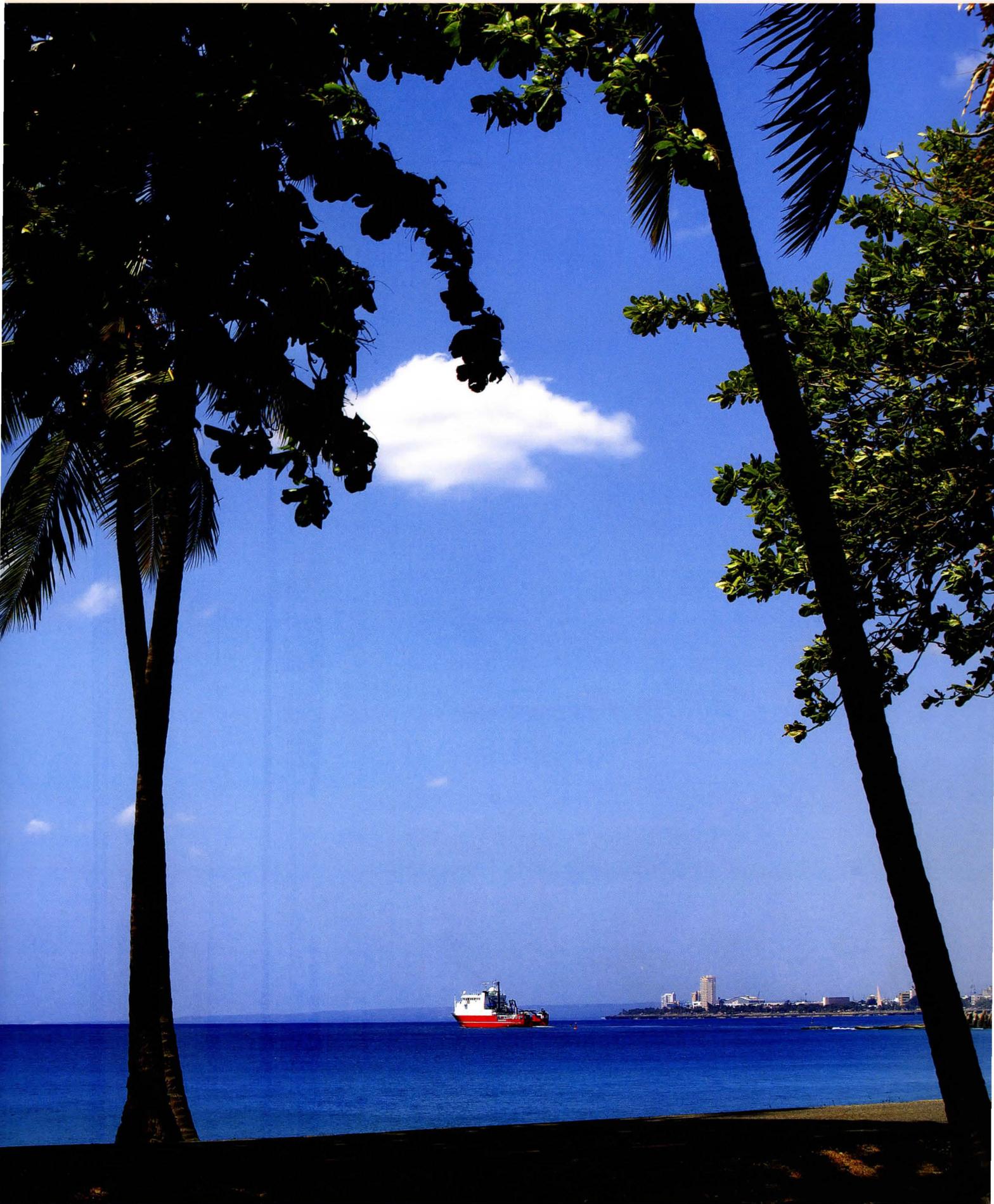
- 4.1 **Comunicaciones satelitales:** 2 Fleet 77+1 Fleet 33.
- 4.2 **GMDSS:** Sistema de comunicación de seguridad marítima.
- 4.3 **VSAT:** Banda ancha satelital, que permite transmisión de datos por Internet.

5. Laboratorios

- 5.1 **Área de trabajo en cub. principal:** 325 m².
- 5.2 **Laboratorio principal:** 94,3 m².
- 5.3 **Laboratorio termorregulado:** 19,5 m².
- 5.4 **Laboratorio de análisis:** 28 m².
- 5.5 **Laboratorio químico:** 21 m².
- 5.6 **Laboratorio disección pesca:** 26 m².
- 5.7 **Equipos electrónicos:** 35 m².
- 5.8 **Sala de procesado:** 32 m².
- 5.9 **Hangar CTD / Vía Húmeda:** 55 m².
- 5.10 **Neveras / Congeladores:** 49,8 m².

► Salida del puerto de Santo Domingo (República Dominicana) del *BIO Sarmiento de Gamboa* tras finalizar su leg 24 °N de la Expedición Malaspina.







▲ Fachada del Pabellón
Villanueva del Real Jardín
Botánico, en Madrid.