



**PRIMERA EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DE COLOMBIA EN LA ANTÁRTIDA**  
**(REPORTE DE CRUCERO)**  
**VERANO AUSTRAL 2014/2015**

**Documento elaborado por:****CN Ricardo Molares Babra**

Jefe Científico de la Expedición

Director Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas

**Con la cooperación de los investigadores embarcados a bordo del ARC "20 DE JULIO", durante la Primera Expedición Antártica de Colombia:****CN (RA) Francisco Arias**

Investigador INVEMAR

Director INVEMAR

**CF Nelson Murillo**

Investigador ENAP

**Juan Camilo Restrepo**

Investigador UNINORTE

**Diego Mojica**

Investigador CCO

**Diana Quintana**

Investigadora CIOH

**TN Cesar Grisales**

Investigador CIOH

**SJ Richard Guzmán**

Jefe de Levantamiento CIOH

**Sandra Bessudo**

Investigadora Fundación Malpelo

**Maria Claudia Diazgranados**

Investigadora Conservación Internacional

**Constanza Ricaurte**

Investigadora INVEMAR

**Diana Marcela Ramírez**

Investigadora COTECMAR

**MY Juan Castro Herrera**

Investigador CMAE / FAC

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN</b> .....	14
<b>2. PLANEACIÓN DE LA EXPEDICIÓN ANTÁRTICA</b> .....	17
<b>2.1 XXXVI Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA)</b> .....	18
<b>2.2 Reunión Comité Hidrográfico Antártico</b> .....	18
<b>2.3 Definición de los Proyectos de Investigación</b> .....	19
<b>2.4 Estudio de Impacto Ambiental de la Expedición</b> .....	20
<b>2.5 Coloquio Antártico</b> .....	20
<b>2.6 Preparación de la Plataforma de Investigación</b> .....	21
<b>3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	26
<b>3.1 Seguridad Marítima</b> .....	26
<b>3.1.1 I.C.E.M.A.N / CIOH</b> .....	26
<b>3.2 Relación entre Suramérica y la Antártida</b> .....	27
<b>3.2.1 Estudio de la relación entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el cambio de Temperatura en la Península de Antártica</b> .....	28
<b>3.2.2 Conexión entre el Niño Oscilación del Sur y los cambios en el clima de la Antártica</b> .....	28
<b>3.2.3 Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico Suramericano y conexión con las aguas antárticas en el verano austral del 2015</b> .....	29
<b>3.2.4 Mamíferos marinos antárticos: con especial atención hacia cetáceos migratorios a aguas colombianas</b> .....	29
<b>3.3 Medio Ambiente y otras Iniciativas</b> .....	30
<b>3.3.1 Aplicación de materiales compuestos en ejes y hélices, caso de estudio OPV 80- ARC “20 DE JULIO”</b> .....	30
<b>3.3.2 Determinación de cambios fisiológicos cardiorrespiratorios y de composición corporal y su correlación con factores ambientales en un grupo de integrantes de las fuerzas militares de Colombia durante la primera misión a la Antártida (misión naval y misión aérea)</b> .....	31
<b>3.4 Biodiversidad de Organismos Antárticos</b> .....	31
<b>3.4.1 Aproximación a la caracterización del zooplancton con énfasis en ictioplancton, para aportar al conocimiento de la biodiversidad, en la costa Danco - península antártica, en el marco de la primera expedición colombiana a la Antártida</b> .....	31
<b>3.5 Proyectos de investigación y cooperación internacional</b> .....	32

3.5.1	Variabilidad de las facies y procesos de sedimentación en pequeñas bahías y fiordos de la costa de Danco, Península Antártica.....	32
3.5.2	Elaboración de la carta náutica INT 9103 Bahía Markmann a Bahía Andvord.....	33
4.	Área DE ESTUDIO .....	34
4.1	Consideraciones para la escogencia del área de estudio.....	34
4.2	Descripción del área de estudio.....	35
5.	PARTICIPANTES.....	38
5.1	INSTITUCIONES PARTICIPANTES.....	38
5.1.1	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH / DIMAR. 38	
5.1.2	Corporación de Ciencia y Tecnología del Mar - COTECMAR / ARMADA NACIONAL.....	39
5.1.3	Escuela Naval Almirante Padilla - ENAP / ARMADA NACIONAL.....	40
5.1.4	Instituto de Investigaciones Marinas - INVEMAR.....	41
5.1.5	Universidad del Norte.....	43
5.1.6	CCO / U.VALLE / U. ANTIOQUIA / ICM UB.....	43
5.1.7	F. Malpelo / F.Omacha / F.Yubarta / Cons. Internacional /U.ANDES / CCO 45	
5.1.8	Centro de Medicina Aero Espacial - CEMAE / FAC.....	48
5.1.9	Universidad Andrés Bello (Chile).....	49
5.2	PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN.....	49
5.3	INVESTIGADORES.....	52
6.	EQUIPO CIENTÍFICO.....	64
7.	NARRACIÓN DEL CRUCERO DE INVESTIGACIÓN.....	66
7.1	ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN Y PRUEBA DEL EQUIPO CIENTÍFICO.....	66
7.2	MUESTREO Y MEDICIONES EN LA GRILLA OCENOGRÁFICA.....	75
7.3	LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO.....	79
7.4	SEGUIMIENTO DE TEMPANOS DE HIELO A LA DERIVA.....	80
7.5	MEDICIONES EN BAHÍAS DEL ESTRECHO DE GERLACHE.....	81
7.6	ACTIVIDADES DE AVISTAMIENTO DE MAMÍFEROS MARINOS.....	81
7.7	OTRAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.....	83
7.8	ESTACIONES OCENOGRÁFICAS EN EL OCÉANO PACÍFICO.....	86
8.	RESULTADOS PRELIMINARES.....	87
8.1	CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	87

8.2	MASAS DE AGUA DEL ESTRECHO DE GERLACHE .....	89
8.3	REGISTRO DE MAREA.....	89
8.4	MORFOLOGÍA SUBMARINA.....	90
8.5	FRENTE POLAR Y GEOMORFOLOGÍA SUBMARINA EN EL PASO DE DRAKE.....	91
8.6	CORALES PROFUNDOS.....	92
8.7	ZOOPLANCTON.....	95
8.8	MAMÍFEROS MARINOS ANTÁRTICOS.....	96
8.9	MASAS DE AGUA EN EL OCEANO PACÍFICO .....	97
8.10	CAMBIOS FISIOLÓGICOS DEL CUERPO HUMANO EN EL AMBIENTE ANTÁRTICO.....	99
9.	PRINCIPALES RETOS SUPERADOS DURANTE LA EXPEDICIÓN .....	100
10.	RECOMENDACIONES PARA FUTURAS EXPEDICIONES.....	102
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104

## Lista de fotografías

<b>Fotografía 1.</b> Representantes de Colombia en la XXXVI RCTA departe de DIMAR, CCO, Cancillería, FAC.....	18
<b>Fotografía 2.</b> Arriba: maniobra de embarque del LOME. Abajo, vista interior del LOME..	22
<b>Fotografía 3.</b> PMO. Izq. arriba. Prediseño en maqueta; der. Abajo, durante la maniobra de prueba. ....	23
<b>Fotografía 4.</b> Buque de la Armada Nacional de Colombia, ARC “20 DE JULIO” .....	49
<b>Fotografía 5.</b> Se muestran algunas imágenes durante el foro científico con diferentes autoridades tanto del INOCAR como del INAE. Cada uno de los investigadores colombianos que hacen parte de la expedición, expuso su proyecto de investigación. ....	66
<b>Fotografía 6.</b> Ejercicio de prueba de funcionamiento de equipos. ....	67
<b>Fotografía 7.</b> Recepción por el CN (R) Hugo Gorziglia, exdirector de OHI, a la delegación colombiana de la expedición antártica, en el SHOA.....	67
<b>Fotografía 8.</b> Reunión de coordinación de actividades científicas con la Universidad Andrés Bello de Chile. ....	688
<b>Fotografía 9.</b> Reunión de coordinación con personal y Jefe de Hidrografía del SHOA.....	68
<b>Fotografía 10.</b> Imágenes tomadas durante la presentación de la Expedición Antártica a investigadores y directivos del SHOA (Izq.); entrega de presentes departe de la delegación colombiana al Subdirector del SHOA. ....	68
<b>Fotografía 11.</b> Rueda de prensa con medios chilenos en las instalaciones del SHOA. ....	69
<b>Fotografía 12.</b> Reunión en la sala de juntas del INACH. ....	69
<b>Fotografía 13.</b> Intercambio de experiencias entre investigadores colombianos y chilenos. ....	70
<b>Fotografía 14.</b> Presentación de la expedición y de la Agenda Científica Antártica en el auditorio del INACH. ....	70
<b>Fotografía 15.</b> Atención a medios de comunicación por parte del INACH, de la Sra. Delegada de la Embajada y del jefe de expedición. ....	71
<b>Fotografía 16.</b> Imágenes de la recepción de bienvenida ofrecida por el INACH a la expedición científica colombiana en la ciudad de Punta Arenas.....	71
<b>Fotografía 17.</b> Visita al ARC “20 DE JULIO”, por parte del Comandante en Jefe de la Tercera Zona Naval de Chile.....	72
<b>Fotografía 18.</b> Visita a la infraestructura científica embarcada, por parte de investigadores del INACH.....	72
<b>Fotografía 19.</b> Reunión de coordinación de actividades científicas entre los investigadores de la expedición.....	73
<b>Fotografía 20.</b> Saludo a la presidente de Chile, Sra. Michel Bachelet en Puerto Williams. ....	74

<b>Fotografía 21.</b> Grupo de investigadores en la maniobra de prueba para lanzamiento y recuperación de equipo desde la PMO.....	75
<b>Fotografía 22.</b> Visita de investigadores en la Estación Escudero. ....	75
<b>Fotografía 23.</b> Prueba de equipo hidrográfico abordado del bote Defender.....	75
<b>Fotografía 24.</b> Instalación y nivelación de sensor de nivel del mar. ....	77
<b>Fotografía 25.</b> Preparación del equipo ADCP. ....	77
<b>Fotografía 26.</b> Colocación del ADCP por el costado de estribor. ....	77
<b>Fotografía 27.</b> Draga suspendida en la PMO. ....	78
<b>Fotografía 28.</b> Toma de muestra de agua con botella Niskin. ....	78
<b>Fotografía 29.</b> Maniobra de lanzamiento de red por popa. ....	78
<b>Fotografía 30.</b> Maniobra de lanzamiento de Roseta muestreadora con 10 botellas y CTD, empleando la PMO. Izq. equipo a la pendura antes de iniciar arriado; der. La PMO con el marco A y extensión a su máxima capacidad.....	79
<b>Fotografía 31.</b> Témpanos de hielo a los cuales se les efectuó seguimiento desde el puente de gobierno el 25/01/2014. En el documento las imágenes aparecen distorsionadas.....	80
<b>Fotografía 32.</b> Seguimiento témpanos con radar.....	80
<b>Fotografía 33.</b> Investigador de la Universidad Andrés Bello, preparando transducer para mediciones en la Bahía de Wilhemina. ....	81
<b>Fotografía 34.</b> Investigadoras del proyecto de seguimiento de mamíferos marinos durante actividades de avistamiento y toma de muestras.....	81
<b>Fotografía 35.</b> El Jefe Científico de la Expedición entregando a la Jefe de Estación Rebecca Shoop un recuerdo de la visita. ....	83
<b>Fotografía 36.</b> Durante acto de develación de placa conmemorativa de la expedición. ...	84
<b>Fotografía 37.</b> Directores del SHOA y del CIOH en la proa del ARC “20 DE JULIO”, en el puerto de Valparaíso.....	84
<b>Fotografía 38.</b> Director DHN y Jefe de la Expedición, durante recorrido a las instalaciones DHN. ....	84
<b>Fotografía 39.</b> Jefe de la Expedición durante presentación en el IMARPE.....	85
<b>Fotografía 40.</b> Sra. Embajadora y Srs. Almirantes en la proa del ARC “20 DE JULIO”, durante la visita.....	85
<b>Fotografía 41.</b> Muestra de coral obtenida a 317 m de profundidad. Izq.: primera muestra obtenida; Der.: muestra obtenida en el segundo lanzamiento de draga. ....	92
<b>Fotografía 42.</b> Organismos capturados con red de zooplancton en las estaciones de muestreo del Estrecho de Gerlache.....	95

<b>Fotografía 43.</b> Fotografías de aletas caudales tomadas durante la expedición para identificación de cetáceos de acuerdo con la coloración, patrones y formas de las aletas. .....	97
<b>Fotografía 44.</b> Monitoreo durante ejercicio aeróbico.....	99



## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Arreglo del montaje de la ecosonda monohaz en el ARC “20 DE JULIO” . . . . .	24
<b>Figura 2.</b> Retroceso (a) y avance (b) de hielo marino. Datos promediados desde 1979 - 2004. Las líneas muestran tendencias fuertes en la duración del hielo marino (Stammejhn et al., 2008).....	35
<b>Figura 3.</b> Macrolocalización del Estrecho de Gerlache en la Península Antártica.....	36
<b>Figura 4.</b> Pronóstico meteorológico y de oleaje para el paso del Drake. Fuente: Servicio Meteorológico de la Armada de Chile. ....	74
<b>Figura 5.</b> Grilla de estaciones oceanográficas. Negro: Estaciones proyecto ICEMAN; Azul: Perfiles CTD y SVP para calibración ecosonda; Rojo: estaciones de muestreo con CTD en bahías.....	76
<b>Figura 6.</b> Áreas de levantamiento en el Estrecho de Gerlache en color azul. Los polígonos rojos identifican sector levantamiento batimétrico con el buque. ....	79
<b>Figura 7.</b> Los puntos rojos indican las estaciones oceanográficas efectuadas a lo largo del Pacífico sudeste. ....	86
<b>Figura 8.</b> Registro de la velocidad del viento durante el crucero de investigación en Antártica.....	87
<b>Figura 9.</b> Registro de la presión atmosférica durante el crucero de investigación en Antártica.....	88
<b>Figura 10.</b> Registro de la temperatura del aire durante el crucero de investigación en Antártica.....	88
<b>Figura 11.</b> Registro de la relativa durante el crucero de investigación en Antártica.....	88
<b>Figura 12.</b> Graficación de temperatura y oxígeno (CTD). Izq. Contorno de TSM en el estrecho. Der. Arriba: Corte longitudinal de temperatura empleando las estaciones oceanográficas centrales; Der. Abajo. Corte longitudinal de oxígeno. ....	89
<b>Figura 13.</b> Registro de marea en la estación Videla (Chile) y en cercanías a la estación Primavera (Argentina) con información de equipos de la expedición. Coordinado con la estación Palmer (EE.UU), se obtuvo información mareográfica registrada durante el tiempo de la expedición.....	90
<b>Figura 14.</b> Se identifican las zonas levantadas, como aporte a la construcción de la carta náutica INT 9103 con el SHOA. ....	91
<b>Figura 15.</b> Modelo digital del fondo marino construido con la batimetría de la zona central del levantamiento. ....	91
<b>Figura 16.</b> Representación esquemática del perfil batimétrico entre las islas Shetland del Sur y Tierra del Fuego. Se representa la TSM medida durante la navegación. ....	92
<b>Figura 17.</b> Sector donde se obtuvo muestra de coral profundo. Arriba: derrota del buque y posición del lanzamiento de la draga. Centro: La línea indica la deriva del buque. Abajo:	

perfil batimétrico obtenido durante la deriva del buque desde estación 18. El punto azul indica la posición. .... 93

**Figura 18.** La descripción es como en la figura anterior. Se presenta la misma información con un acercamiento en el perfil batimétrico para evidenciar la forma del fondo en el sector que se obtuvo la muestra de coral..... 93

**Figura 19.** Visualización de la penetración de la señal acústica de la ecosonda EA600 18 KHz en el sector donde se encontró la muestras de coral. .... 94

**Figura 20.** Distribución de masas de agua en el Estrecho de Gerlache..... 98

**Figura 21.** Distribución de masas de agua en el Pacífico suramericano..... 98

### Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Participación de Colombia en las reuniones del tratado, previas a la expedición. .....	17
<b>Tabla 2.</b> Proyectos e instituciones que hacen parte de la Primera Expedición Antártica de Colombia.....	19
<b>Tabla 3.</b> Características del ARC “20 DE JULIO”.....	50
<b>Tabla 4.</b> Listado de tripulación y personal de apoyo embarcado.....	50
<b>Tabla 5.</b> Equipos, variables medidas y muestras a tomadas.....	76
<b>Tabla 6.</b> Registros estadísticos de los parámetros meteorológicos medidos durante el cruce de investigación en Antártica. ....	87

### Lista de siglas

ARC:	Armada Republica de Colombia
CCA:	Corriente Circumpolar Antártica
CCCP:	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – Pacífico (Colombia)
CCO:	Comisión Colombiana del Océano
CEMAE:	Centro de Medicina Aeroespacial (Colombia)
CHA:	Comisión Hidrográfica en la Antártida
CI:	Conservación Internacional
CIOH:	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – Caribe (Colombia)
COTECMAR:	Corporación Tecnológica del Mar (Colombia)
CTNAA:	Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (Colombia)
DHN:	Dirección Hidrográfica Nacional (Perú)
DIMAR:	Dirección General Marítima (Colombia)
ENAP:	Escuela Naval Almirante Padilla (Colombia)
ENOS:	El Niño Oscilación del Sur
IMARPE:	Instituto del Mar de Perú
INACH:	Instituto Antártico Chileno
INAE:	Instituto Antártico Ecuatoriano
INOCAR:	Instituto Oceanográfico de la Armada (Ecuador)
INVEMAR:	Instituto de Investigaciones Marinas (Colombia)
JNCC:	Joint Nature Conservations Comitte
OHI:	Organización Hidrográfica Internacional
OMI:	Organización Marítima Internacional
OPV:	Offshore Patrol Vessel
PEXCA:	Primera Expedición de Colombia en la Antártida

PNAOCI:	Política Nacional Ambiental para los Espacios Costeros, Oceánicos e Insulares de Colombia
PNOEC:	Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (Colombia)
PROCIEN:	Programa de Ciencia Antártica de Chile
RAPAL:	Reunión Antártica de los Países Latinoamericanos
RCTA:	Reunión de los Países Consultivos del Tratado Antártico
SCAR:	Scientific Committee on Antarctic Research
SHOA:	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile
STA:	Secretaría del Tratado Antártico
UNAB:	Universidad Andrés Bello

## 1. RESUMEN

La Antártida es un continente inexplorado donde se dan procesos oceanográficos que son el origen de la dinámica oceánica planetaria. Su frágil sistema natural requiere de su preservación y es la reserva de agua dulce más grande del planeta; además, la débil y por épocas inexistente capa de ozono sobre la Antártida, no filtra los rayos ultravioleta del sol amenazando el balance térmico de la Tierra. Estos elementos, entre otros, han llamado la atención de la ciencia mundial para entender los procesos que se dan en el continente blanco y definir su rol en el contexto del cambio climático y en los procesos de gran escala.

Su aislamiento y condiciones extremas, han generado adaptaciones de las especies, logrando su supervivencia durante prolongados inviernos con temperaturas por debajo de los 50 °C y condiciones mínimas de luz. Estas adaptaciones son de interés de la industria para el desarrollo de nuevos productos tecnológicos. Así mismo, especies aún desconocidas podrían ser la base para el desarrollo de nuevos medicamentos.

La Antártida, 13 veces la extensión terrestre de Colombia, podría ser la fuente futura de minerales desconocidos o tradicionales. El Krill, abundante en la Antártida, está siendo explotado y las cuotas de pesca para esta región son de gran importancia para algunos países.

Lo antes descrito es de interés y de preocupación por muchos países, que en el marco del Tratado Antártico se encuentran desarrollando proyectos de investigación basados en los objetivos estratégicos de cada una de esas naciones parte del Tratado.

Colombia, conocedor de la importancia de la Antártida, es adherente del Tratado Antártico desde el año 1989 y desde esa fecha se han efectuado algunas actividades que han permitido preparar la Primer Expedición Científica de Colombia en la Antártida, como punto de partida para cambiar el status del país, de estado de adherente a consultivo del Tratado.

En el año 2012 el Director del CIOH y Comandante de la Flotilla de Buques Oceanográficos, inició la planeación operativa y logística para la primera expedición antártica. En el 2013, el Director General Marítima impartió al Director del CIOH, la orden de continuar con la planeación, pero en esta ocasión, incluyendo no solo el componente operativo y logístico, sino también los de comunicaciones y científico. De esta forma el CIOH efectuó el estudio de impacto ambiental de los proyectos de investigación, creó un grupo de trabajo especial, conformado por los jefes de área del CIOH y el Comandante del ARC "MALPELO"; diseñó el anteproyecto de la Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida, que inicialmente se denominó PEXCA, e inició con la verificación y cotización de trabajos de adecuación del buque oceanográfico ARC "MALPELO", en paralelo con las necesidades de actualización de ese buque.

Ante esta decisión, DIMAR, con la autorización de la Armada Nacional y en coordinación con la Cancillería, redactaron el documento IP 104, el cual fue presentado durante la XXXVI Reunión Consultiva del Tratado Antártico, celebrada en Bruselas, donde el país informó sobre la intención colombiana de efectuar su primera expedición científica al continente blanco, recibiendo el respaldo de los países consultivos.

Durante dos años, la Dirección General Marítima planeo logística, operativa, técnica y científicamente la expedición a la Antártida, y desde la CCO se trabajó en la construcción de la Agenda Científica Antártica, así como en el Programa Antártico Colombiano. La CCO a través del Comité Nacional Técnico Antártico, involucró diferentes instituciones nacionales que presentaron proyectos de investigación para esta primera expedición, y en el espíritu de la cooperación internacional, el CIOH coordinó esfuerzos científicos con el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) y con la Universidad Andrés Bello (Chile); por otra parte, proyectos de investigación de instituciones nacionales involucraron instituciones internacionales.

Los proyectos de investigación que hicieron parte de la expedición antártica se enmarcaron dentro de las líneas de investigación de la Agenda Científica Antártica de Colombia y específicamente en las áreas temáticas de: Seguridad Marítima; Relación entre Suramérica y la Antártida; Medio Ambiente y otras Iniciativas; Biodiversidad de Organismos Antárticos. Los proyectos involucraron a 15 instituciones nacionales y a 5 internacionales.

Luego de muchas consultas ante el desconocimiento de la operación en la Antártida y de muchos estudios de la capacidad técnica del ARC "MALPELO" para enfrentar la expedición, y después de recibir el asesoramiento de expertos y excomandantes de buques chilenos que hacen navegación en la Antártida, la Armada Nacional y con el concepto de COTECMAR, tomó la decisión de no emplear el buque ARC "MALPELO", principalmente debido a que solo posee un propulsor, lo que no es adecuado para el ambiente que enfrentaría. Por lo anterior, la Armada Nacional, en el mes de mayo del 2014, decide emplear para la expedición al buque ARC "20 DE JULIO". Esta decisión llevó al CIOH a diseñar y construir las soluciones necesarias para hacer investigación científica en un buque de guerra.

El 16 de diciembre del 2014 el buque de la Armada Nacional de Colombia, ARC "20 DE JULIO", zarpó de la Base Naval ARC "BOLÍVAR" ubicada en la ciudad de Cartagena, para dar inicio a la Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida. La expedición llevó a bordo 57 tripulantes del buque ARC "20 DE JULIO", 13 personas de apoyo (médico, tripulación helicóptero, medios de comunicación), 3 asesores operacionales de la Armada de Chile y 19 científicos de 9 instituciones nacionales y una internacional (Chile).

En los puertos de Guayaquil (Ecuador), Valparaíso (Chile), Punta Arenas (Chile), Callao (Perú), el Jefe Científico de la Expedición presentó ante los institutos

antárticos, centros de investigación y servicios hidrográficos de esos países, las actividades científicas a realizar, así como la Agenda Científica Antártica de Colombia, lo que se convirtió en una excelente oportunidad para cerrar lazos de amistad y de cooperación científica para el futuro.

La expedición ingresó a aguas antárticas (Paralelo 60° S) el 13/01/2015 a las 10:00 AM hora local colombiana y durante una corta estadía en la Bahía de Fildes (Islas Shetland), se presentó la expedición al Jefe de la Base Antártica Escudero (INACH – Chile). Seguidamente, el buque zarpó hacia el Estrecho de Gerlache, donde se efectuó la primera estación oceanográfica, el 17 de enero a las 09:00 AM (zona horaria P).

Entre el 17 de enero y el primero de febrero del 2015 se efectuaron 20 estaciones oceanográficas donde se lograron perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila, densidad y conductividad; se tomaron muestras de sedimento del fondo marino y muestras de agua a 5, 50, 100 y 200 m de profundidad para medir diferentes parámetros químicos. Además, se tomaron muestras de plancton en superficie y a 40 m empleando redes de arrastre. Por otra parte, se efectuó un levantamiento batimétrico (1000 millas náuticas) como aporte a la construcción de la carta náutica internacional INT 9103. Además, se efectuaron mediciones oceanográficas y perfiles del subfondo marino en 5 bahías del estrecho, y se realizó un monitoreo continuo para el avistamiento, identificación y toma de muestras de piel de cetáceos. Por último, y durante la navegación de regreso, la expedición continuó tomando muestras y haciendo mediciones oceanográficas en el Pacífico, hasta llegar a aguas colombianas.

La información recolectada, una vez procesada y analizada, permitirá dar cumplimiento a los objetivos propuestos por cada uno de los proyectos de investigación, y además, teniendo en cuenta la multiplicidad de áreas del conocimiento involucradas en la expedición (oceanografía: química, física, biológica y geológica, así como biología marina) y el hecho de que la investigación se efectuó en la misma área geográfica, permitirá el debate entre investigadores para conocer la conexión entre parámetros y explicar de esta manera y de forma holística, procesos oceanográficos, químicos y biológicos, así como el planteamiento de nuevas preguntas de investigación, impulsando de esta manera el conocimiento científico de la Antártida y su relación con procesos de gran escala.

El buque ARC “20 DE JULIO” atracó en la ciudad de Cartagena por término de la expedición antártica el 24 de marzo del 2015, logrando resultados más allá de lo planeado y después de superar retos técnicos, operativos y logísticos, con lo que se marca un hito en el camino de Colombia como miembro consultivo del Tratado Antártico.



## 2. PLANEACIÓN DE LA EXPEDICIÓN ANTÁRTICA

El 1 de diciembre de 1959, 12 naciones reunidas en Washington, D.C, adoptaron el Tratado Antártico en el interés de la humanidad. La elegancia del tratado estuvo en su simplicidad de solo 14 artículos que proveerían la base para la gobernanza de cerca del 10% de la Tierra para propósitos pacíficos solamente y los asuntos territoriales fueron dejados a un lado. Investigación científica importante se convirtió en el criterio de las naciones para tomar decisiones por consentimiento de todas las partes, en asuntos de interés común. Solo hasta el 31 de enero de 1989, previa aprobación del Congreso Nacional colombiano, mediante la Ley 67 de 1988, Colombia depositó ante el Gobierno de Estados Unidos de América el instrumento de adhesión al Tratado Antártico.

A partir de 1989, en Colombia se han efectuado esfuerzos dispersos para desarrollar actividades alrededor del interés de participar en la investigación científica en la Antártida, desde la presencia en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico (RCTA), hasta la participación de unos pocos investigadores en proyectos antárticos. La Armada Nacional ha destinado en calidad de observadores, oficiales navales oceanógrafos a bordo de buques de investigación chilenos, peruanos y estadounidenses; ha participado en cursos de navegación antártica; a través de la Comisión Colombiana del Océano se coordina el Comité Técnico Nacional Antártico, y recientemente la Armada Nacional ha participado en las RCTA.

Entre los años 2012 y 2014 DIMAR, a través del CIOH, efectuaron esfuerzos específicos dirigidos a la realización de la primera expedición antártica de Colombia, de tal forma que la Dirección General Marítima (DIMAR) reforzó su participación en las reuniones mundiales y regionales del tratado antártico, y a su vez, inició con el planeamiento de la operación empleando como plataforma el ARC "MALPELO".

De esa manera, Colombia, con la representación de DIMAR y la CCO participaron en las siguientes reuniones:

**Tabla 1.** Participación de Colombia en las reuniones del tratado, previas a la expedición.

Fecha	Reunión	Representantes
17/09/2012	XXIII RAPAL / Rio Janeiro	CN Juan Carlos Acosta / DIMAR-DCIOH
23/05/2013	XXXVI RCTA / Bruselas	Sr. Rodrigo Rivera (Embajador)
		Gral. José Forero (CCATAM – FAC)
		CN Julián Reina / SECCO
		CN Ricardo Molares / DIMAR-DCIOH
		Sr. Lina Barrios / DIMAR
		Sr. Mauricio Molano Cruz / MINAMBIENTE

31/08/2013	XXIV RAPAL / Chile	CN Ricardo Molares / DIMAR-DCIOH
03/12/2013	Reunión Comisión Hidrográfica Antártica / Cádiz	CF Armando De Lisa / DIMAR-CIOH
25/03/2014	XXV RAPAL / Buenos Aires	CALM Juan Soltau / SECCO
27/04/2014	XXXVII RCTA / Brasilia	Miriam García / CCO

## 2.1 XXXVI Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA)



**Fotografía 1.** Representantes de Colombia en la XXXVI RCTA departe de DIMAR, CCO, Cancillería, FAC.

Entre el 20 y 29 de mayo de 2013, Colombia participó en la XXXVI RCTA y en la XVI Reunión de Comité de Protocolo Ambiental, llevadas a cabo en Bélgica, Bruselas. En estas reuniones, Colombia presentó el documento IP 104 (Anexo 1) donde manifiesta su intención de realizar la Primera Expedición de Colombia en la Antártida (PEXCA) en el verano del 2014 o 2015 a bordo de un buque de investigación (ARC “MALPELO” o ARC “PROVIDENCIA”), ante lo cual recibió el respaldo de los países consultivos. De

igual forma, durante la Reunión de los Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos (RAPAL) celebrada en La Serena (Chile) en septiembre de 2013, una comisión colombiana en cabeza de Ministra Asesora de la Embajada de Colombia en Chile y con la participación de DIMAR (Director del CIOH), se reiteró el compromiso nacional.

## 2.2 Reunión Comité Hidrográfico Antártico

La Organización Hidrográfica Internacional (OHI), a través del análisis del estado de los levantamientos hidrográficos y la cartografía náutica de la Antártida, realizada en la 13a conferencia de la Comisión Hidrográfica en la Antártida (CHA), concluye que los resultados actuales no son satisfactorios, debido al bajo cumplimiento de los objetivos propuestos por los Estados. Esto supone serios riesgos de incidentes marítimos, e impide también la realización de la mayoría de las actividades que tienen lugar en los mares y océanos que rodean la Antártida.

Los resultados de la XXVI RCTA y de la Reunión de la CHA (Comisión Hidrográfica Antártica de la OHI) motivaron una serie de actividades tendientes a cumplir ese propósito nacional, tales como: la preparación de un buque de la Armada Nacional y su tripulación; la preparación de un proyecto de investigación; reuniones con el servicio hidrográfico chileno para la construcción de una carta náutica conjunta; la construcción del Programa Nacional Antártico en el seno del Comité Técnico

Nacional de Asuntos Antárticos; y la participación de la Dirección General Marítima a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas en actividades y reuniones del Comité Hidrográfico Antártico, tendientes a coadyuvar en la construcción de la cartografía náutica de la Antártida, elemento fundamental de presencia y seguridad marítima.

La participación en esas reuniones, las coordinaciones interinstitucionales, las necesidades de investigación y colaboración en la producción cartográfica del continente antártico, permitió establecer como área de investigación en el corto y mediano plazo, el Estrecho de Gerlache y como línea de investigación prioritaria la seguridad marítima. Esto último, teniendo en cuenta la inexperiencia del país y de los buques de investigación de la Armada Nacional, en ambiente polares. El desarrollo de proyectos de investigación en esta área temática permitirá el desarrollo de futuros proyectos de investigación con seguridad, tanto para las plataformas de investigación como para los investigadores.

### 2.3 Definición de los Proyectos de Investigación

A principios del año 2014, teniendo en cuenta el plan de trabajo propuesto para el programa de investigación antártico colombiano, el Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTNAA), coordinado por la Comisión Colombiana del Océano (CCO), abrió una convocatoria abierta para presentar proyectos de investigación antárticos enmarcados en las líneas de investigación definidas por la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014 – 2035. De lo anterior, fueron definidos los siguientes proyectos (tabla 2) que harían parte de la Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida.

*Tabla 2. Proyectos e instituciones que hacen parte de la Primera Expedición Antártica de Colombia.*

<b>ARMADA NACIONAL / DIMAR / CIOH</b>	Investigación científica marina para la seguridad marítima en la Antártida / ICEMAN 2014 - 2018
<b>ARMADA NACIONAL / COTECMAR</b>	Aplicación de materiales compuestos en ejes y hélices, caso de estudio OPV 80- ARC "20 DE JULIO"
<b>ARMADA NACIONAL / ENAP</b>	Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico suramericano y su conexión con las aguas antárticas en el verano austral.
<b>CEMAE / FAC</b>	Determinación de cambios fisiológicos cardiorrespiratorios y de composición corporal y su correlación con factores ambientales.
<b>COMISION COLOMBIANA DEL OCEANO / U.VALLE / U.ANTIOQUIA / INST. CIENCIAS MAR B/LONA</b>	Aproximación a la caracterización del zooplancton con énfasis en ictioplancton, para aportar al conocimiento de la biodiversidad, en el Estrecho de Gerlache - Península Antártica, en el marco de la Primera Expedición Colombiana a la Antártida.

<b>INVEVAR / CICIMAR / UABC</b>	Conexión entre el Niño Oscilación del Sur y los cambios en el clima de la Antártica.
<b>U.NORTE / IDEAM / U.PUERTO RICO</b>	Estudio de la relación entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el cambio de temperatura en la Península de Antártica.
<b>F. MALPELO / CONS. INT. / F. OMACHA / F. YUBARTA / U. ANDES</b>	Mamíferos marinos antárticos: con especial atención hacia cetáceos migratorios a aguas colombianas.

## 2.4 Estudio de Impacto Ambiental de la Expedición

De acuerdo con el Tratado Antártico y más específicamente con el Protocolo de Madrid, el cual dicta sobre lo relacionado con el impacto ambiental de las actividades científicas en la Antártida, el CIOH efectuó reuniones con el Ministerio del Medio Ambiente y con la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), para determinar el mejor procedimiento para realizar el estudio de impacto ambiental de la expedición antártica.

Como resultado, DIMAR como regulador de las actividades marítimas a nivel nacional, a través del CIOH como ente técnico, efectuó una evaluación ambiental inicial donde se analizaron los posibles impactos de cada uno de los proyectos de investigación parte de la expedición. Por otra parte, asesoró en la revisión de los programas y procedimientos ambientales el ARC “20 DE JULIO”, y con la cooperación del estado rector de puerto (Capitanía de Puerto de Cartagena), se auditaron los sistemas y procedimientos de manejo ambiental a bordo.

El estudio ambiental concluyó:

*“Basado en los resultados y evaluación de la matriz, se considera que los impactos de la operación del buque y los propios de los proyectos de investigación, se encuentran entre un nivel bajo en condiciones normales, por lo tanto no representan riesgo para el ecosistema de la Antártida. Además de que las actividades científicas de los proyectos de investigación a realizar en la expedición presentan un bajo impacto, el buque cuenta con planes y programas que permiten mitigar en la fuente posibles impactos, los cuales fueron verificados y existen a bordo del buque.”*

*“Como resultado de la evaluación ambiental, se determina que las actividades científicas a realizar en la expedición tendrán menos que un impacto mínimo o transitorio, lo que de acuerdo con el protocolo ambiental del Tratado Antártico en su artículo 1, significa que “las actividades podrán iniciarse sin dilación”.*

## 2.5 Coloquio Antártico

Teniendo en cuenta la inexperiencia del país, de la Armada Nacional y de las universidades e instituciones nacionales en los temas antárticos, la CCO organizó en el mes de septiembre del 2014 un coloquio que contó con la participación de oficiales navales de los programas antárticos brasileño y chileno y donde asistieron

los investigadores de la expedición colombiana y la tripulación del buque. Además, fue el escenario para que oficiales navales colombianos, que en el pasado se embarcaron en buques de las marinas de Chile y Perú, compartieran sus experiencias y aprendizaje.

De la misma forma, investigadores colombianos que en el pasado efectuaron trabajos de investigación en el océano del sur, embarcados en cruceros de investigación de otras naciones, compartieron sus experiencias. El coloquio permitió además conocer aspectos relacionados con el manejo de comunicaciones estratégicas de programas antárticos ante la nación.

El ejercicio académico facilitó una mejor comprensión del ambiente antártico y de las situaciones que son usuales en ese continente.

## **2.6 Preparación de la Plataforma de Investigación**

Aunque durante la planeación de la operación entre los años 2012 y 2014 se planteó como plataforma de investigación para la expedición científica el buque oceanográfico ARC “MALPELO”, en el mes de mayo del 2014 y ante recomendaciones de excomandantes de buques antárticos chilenos (agregado naval de Chile en Colombia – 2014) y concepto de COTECMAR, la Armada Nacional decidió destacar para la expedición al buque ARC “20 DE JULIO”, teniendo en cuenta las restricciones de los buques oceanográficos de DIMAR, debido a las exigencias técnicas del ambiente antártico (la existencia de un solo propulsor limita la operación del buque oceanográfico). Lo anterior obligó a adecuar esta plataforma para fines de investigación oceanográfica, mediante el diseño y construcción de un Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado (LOME) y de una Plataforma para la Maniobra Oceanográfica (PMO); además, fue necesaria la instalación a bordo, de una ecosonda monohaz de aguas profundas y de una estación meteorológica. Esta infraestructura básica de investigación permitió el desarrollo de los proyectos de investigación

## LOME



**Fotografía 2.** Arriba: maniobra de embarque del LOME. Abajo, vista interior del LOME.

El Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado (LOME) diseñado por el CIOH e instalado a bordo del buque, posee las características básicas necesarias, cumpliendo con las exigencias de la investigación a realizar, y las limitaciones de espacio abordo. El LOME se construyó con las siguientes características: red de datos, alimentación 110/220/440V, sistema de ventilación, aire acondicionado y calefacción, sistema de iluminación LED, sistema de aguas residuales auto contenido dando cumplimiento a las normas ambientales del Sistema del Tratado Antártico enmarcado en el

Protocolo de Madrid, alimentación de agua potable, alarmas de humo y sistema de contraincendios con extintores interiores y exteriores; Además se instalaron soportes en el piso y en los mesones para trincar equipo científico, así como sistemas de aseguramiento a son de mar de gavetas y puertas, considerando que la plataforma de investigación tendría que soportar alturas de ola de hasta 10m durante el paso de Drake. El aseguramiento del LOME a la cubierta del buque se efectuó con dos estrobos de guaya en el extremo contrapuesto de la puerta de acceso y cuatro estrobos adicionales en el otro extremo, de forma que no se impidiera el acceso al LOME. Considerando que desde el LOME se debe tener vista a la maniobra de lanzamiento de equipo, se consideró la construcción de ventanas. Por último, se instalaron dos pasacables en los mamparos, con lo que se permite el acceso de cables de alimentación y datos de equipo científico, evitando de esta manera mantener la puerta del LOME abierta en estos casos.

Un aspecto muy importante durante el diseño fue la flexibilidad del LOME en cuanto a su uso, no solo para las necesidades de la expedición antártica. El LOME puede ser empleado en el trópico; puede ser transportado sobre cualquier plataforma marítima que tenga el espacio sobre cubierta para instalar un contenedor de 20 pies, o por tierra en camión. Puede ser alimentado eléctricamente con un generador y tiene el espacio disponible para configurarlo con equipo científico, dependiendo del proyecto de investigación.

## PMO



**Fotografía 3.** PMO. Izq. arriba. Prediseño en maqueta; der. Abajo, durante la maniobra de prueba.

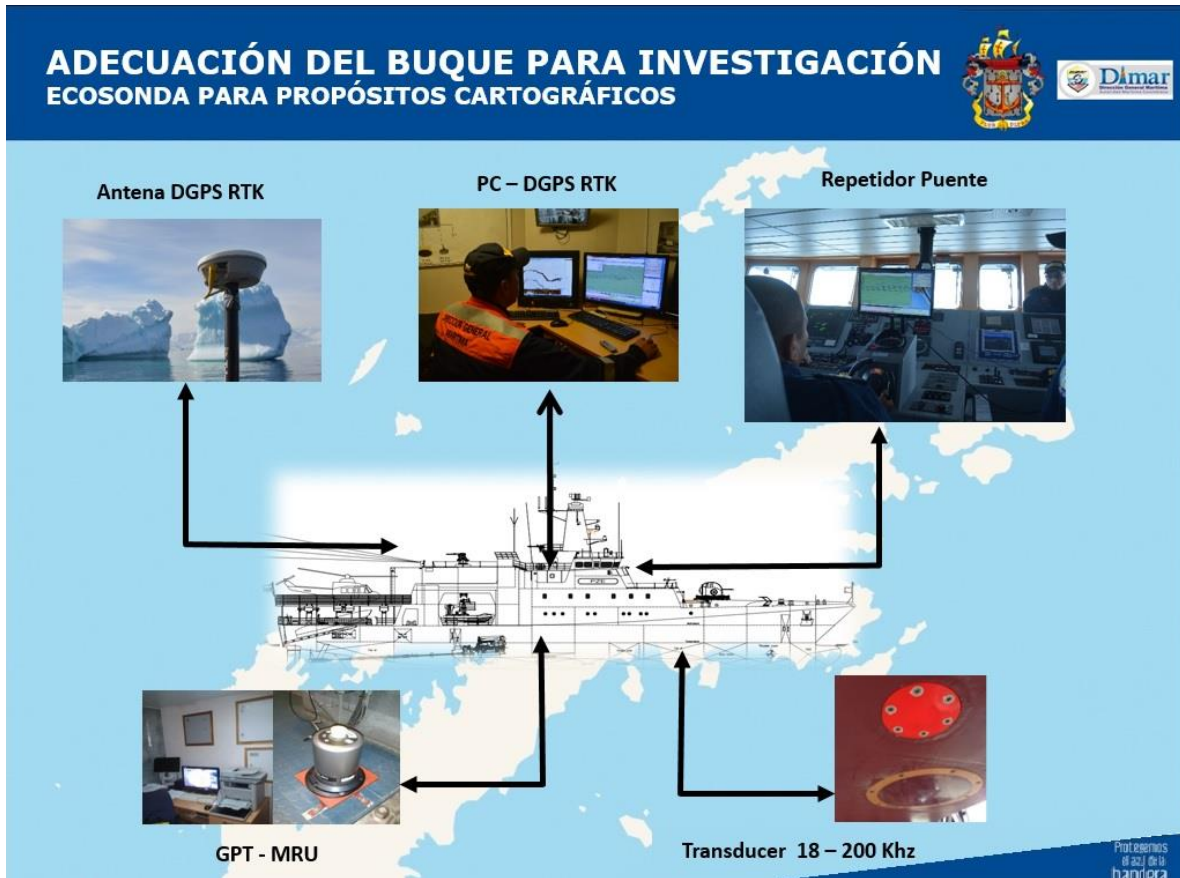
La Plataforma para la Maniobra Oceanográfica (PMO) fue diseñada contemplando la redundancia de equipo, de tal forma que fueron instalados los winches oceanográficos de los buques de investigación de DIMAR (02) y fue diseñado y construido un marco A, de tal forma que los winches pueden ser intercambiados. De igual forma, en caso de un daño del marco A, se tuvo en cuenta la grúa del buque, ubicada en el costado de babor, como un elemento alternativo que sirve de apoyo para el cable oceanográfico, reemplazando el marco A.

El principal reto del diseño de la PMO fue la restricción de altura del marco A, debido a que la cubierta de vuelo, ubicada

encima del espacio destinado para PMO, quedaba a solo dos metros de altura. Adicionalmente, la distancia hasta la borda del buque era de 1,5 m. Esta situación llevó a la construcción de una A con una extensión que permitiera llevar los equipos oceanográficos por fuera del buque, en el costado de babor. De esta forma, se desarrolló una maniobra muy precisa y con poca tolerancia, manteniendo los límites de seguridad tanto para el personal involucrado en la operación, como para los equipos científicos. Lo anterior fue solucionado con el ensayo y la pericia de los jefes de estación oceanográfica, ayudados con los cuatro grados de libertad que permite el diseño: inclinación del marco A; altura que logra la extensión de la A; la operación de dos malacates instalados en los vértices superiores de la A y la operación del winche oceanográfico. Debido a la altura de los equipos científicos y en especial de la Roseta muestreadora, la tolerancia de la maniobra es de unos cuantos centímetros, lo que en condiciones de mar pesado se torna complicado, requiriendo del jefe de estación, un mayor esfuerzo.

## Ecosonda para aguas profundas

La preparación del buque para la expedición antártica, y más específicamente para el desarrollo de uno de los objetivos científicos del proyecto de investigación del CIOH, requirió la instalación de un ecosonda monohaz de aguas profundas.



**Figura 1.** Arreglo del montaje de la ecosonda monohaz en el ARC “20 DE JULIO”.

### Adecuaciones y trabajos en el ARC “20 DE JULIO”

El buque ARC “20 DE JULIO” no es clasificado bajo regulación *Ice Class*, y teniendo en cuenta el área de la operación del buque, COTECMAR realizó una verificación de las normas emitidas por la casa calificadora (GL\*) para buques de clase polar, emitiendo recomendaciones y diseñando soluciones como a continuación se describen.

**Informes técnicos:** se realizaron informes y conceptos técnicos con cálculos y recomendaciones para la navegación segura en aguas antárticas conforme a las recomendaciones de la casa de clasificación GL (casco, estructuras, estabilidad en averías).

**Propulsión:** Se realizó cálculo de verificación de diámetro y espesor de la hélice para navegación en aguas antárticas. Se cambió el esquema de refrigerantes y aceites lubricantes conforme a la temperatura de operación en la Antártida.

**Sistema de calefacción:** Se instalaron deshumidificadores y calentadores en el sistema de ventilación y aire acondicionado, para mantener temperaturas de confort en las zonas habitacionales durante la navegación a bajas temperaturas.



**Salvamento:** Se adquirieron balsas salvavidas con esquema de seguridad polar.

**Maquinaria sobre cubierta:** Se verificaron los aceites hidráulicos para operación a bajas temperatura de los equipos hidráulicos sobre cubierta (grúa, winches, botes).

**Cajas de mar:** Se ampliaron las dimensiones a 4 veces el área efectiva de succión de las rejillas en las cajas de mar para garantizar el caudal de succión, en caso de congelamiento o hielo en la succión.

**Agua potable:** Se instaló calentador eléctrico en la entrada de agua de mar de la potabilizadora para garantizar su eficiencia a bajas temperaturas.

**Sistema de ventilación cuartos de máquinas:** Se instalaron calentadores eléctricos en las succiones de aire, para la ventilación dentro de los cuartos de máquinas.

### 3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se describe cada uno de los proyectos de investigación de acuerdo con el área temática de la Agenda Científica Antártica de Colombia al que pertenecen.

#### 3.1 Seguridad Marítima

La seguridad marítima está dirigida a minimizar los riesgos antrópicos, naturales e institucionales, asociados a las actividades marítimas que pueden afectar el desarrollo de las mismas. Para la seguridad marítima, las condiciones del ambiente operacional están determinadas por las características oceanográficas y morfológicas del área de operaciones marítimas, las cuales podrían generar la ocurrencia de diferentes fenómenos (CTNAA, 2014).

##### 3.1.1 I.C.E.M.A.N / CIOH

**Proyecto CIOH.** El proyecto I.C.E.M.A.N (Investigación Científica para la Seguridad Marítima en la Antártida) investigará los elementos oceanográficos y meteorológicos del ambiente operacional del Estrecho de Gerlache, en el que se desarrollarán los proyectos de investigación y al que se tendrán que enfrentar las plataformas oceanográficas colombianas y los investigadores. Entre las variables básicas para la seguridad marítima fueron identificadas: las corrientes marinas, el conocimiento del fondo oceánico con propósitos de navegación, la deriva de hielos, régimen de vientos, algunos fenómenos ondulatorios que podrían generar masivos desprendimientos de hielos, incremento en la fuerza de las corrientes y cambios en su dinámica, así como la línea de base de la química marina orientada a la protección del medio marino.

El proyecto de investigación plantea la realización de diferentes cruceros oceanográficos necesarios para el cumplimiento de los objetivos científicos planteados, que permitirán la descripción de la dinámica de corrientes, fenómenos de resonancia, la formación y deriva de hielos, generación de olas de tsunami por desprendimientos de hielos en el área de estudio, como componentes básicos de la seguridad marítima y protección del medio marino. Durante los cruceros de investigación se recolectará información de parámetros oceanográficos (físicos, químicos, geológicos y biológicos) que permitan establecer la oceanografía del área de estudio. Estos datos permitirán calibrar y validar los modelos de simulación que serán implementados. Además de lo anterior, la información primaria obtenida por las estaciones antárticas ubicadas en el estrecho, así como la información obtenida por cruceros de investigación de otros países, será recopilada y analizada para los objetivos del proyecto.

El proyecto presenta como objetivo general *“Desarrollar investigación científica marina desde los componentes de oceanografía física, química y geomorfología, así como en hidrografía, orientada hacia la seguridad marítima en el continente*

*antártico (Estrecho de Gerlache), para la operación de las plataformas de superficie”.*

Como objetivos específicos, el proyecto I.C.E.M.A.N presenta los siguientes:

- *Determinar la dinámica de corrientes y régimen de vientos mediante el empleo de modelos numéricos permitan el conocimiento de la dinámica del Estrecho de Gerlache.*
- *Determinar las frecuencias de resonancia del Estrecho de Gerlache.*
- *Caracterizar los parámetros oceanográficos, así como su dinámica, como base para la protección del medio marino en el Estrecho de Gerlache.*
- *Levantar y procesar información batimétrica y general, para el aporte a la cartografía náutica antártica, así como para la construcción de un derrotero sobre las bahías visitadas en las expediciones.*
- *Desarrollar un bloque numérico de deriva de hielos para el Estrecho de Gerlache.*
- *Establecer la zonificación del riesgo por tsunamis locales debido a desprendimientos de hielos en el Estrecho de Gerlache.*

### **3.2 Relación entre Suramérica y la Antártida**

Los proyectos pertenecientes a esta área temática buscan caracterizar la interrelación existente entre la Antártica y Suramérica, desde las diversas ramas de la oceanografía, climatología, geología y la hidrografía. Principalmente se tiene interés en conocer cómo afectan las variaciones climáticas antárticas a las condiciones oceanográficas del Pacífico colombiano, o la relación geotectónica existente entre el continente antártico y la cuenca del Pacífico colombiano (CTNAA, 2014).

En el marco de la primera expedición colombiana a la Antártida, los siguientes son los proyectos que pertenecen a esta área temática:

- Estudio de la relación entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el cambio de temperatura en la Península de Antártica.
- Conexión entre el Niño Oscilación del Sur y los cambios en el clima de la Antártica.
- Hidrodinámica y masas de agua del pacífico Sur Americano y conexión con las aguas antárticas en el verano austral del 2015.
- Mamíferos marinos antárticos: con especial atención hacia cetáceos migratorios a aguas colombianas.

### 3.2.1 Estudio de la relación entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el cambio de temperatura en la Península de Antártica.

**Proyecto UNINORTE:** Contempla como objetivo general: *“Examinar los vínculos entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el calentamiento en la parte occidental de la Península de Antártica. Dentro de este objetivo general se encuentra la determinación o identificación de los mecanismos físicos de teleconexión entre ambas regiones”.*

Como objetivos específicos se relacionan los siguientes:

- *Analizar series de datos para determinar que los mecanismos de calentamiento de la parte oriental y occidental de la Península de Antártica son diferentes.*
- *Analizar series de datos para determinar la relación de eventos extremos del fenómeno del ENSO con el calentamiento en la parte occidental de la Península.*
- *Analizar series de datos para determinar la propagación hacia la Antártica de Ondas Barotrópicas de Rossby generadas en el Océano Pacífico Tropical durante el fenómeno de ENSO.*

### 3.2.2 Conexión entre el Niño Oscilación del Sur y los cambios en el clima de la Antártica.

**Proyecto INVEMAR:** El presente proyecto tiene como objetivo general *“Estudiar los cambios en las condiciones oceanográficas (temperatura superficial del mar, productividad, contenido de oxígeno, etc.) del Pacífico suroriental en los últimos milenios, asociados al fenómeno El Niño Oscilación del Sur - ENOS y su relación con las condiciones climáticas de la antártica”.*

A continuación se relacionan los objetivos específicos del proyecto, así:

- *Reconstruir las condiciones oceanográficas a partir de trazadores geoquímicos en núcleos de sedimento de diversas latitudes del pacífico suramericano entre Colombia y la Antártica, con énfasis en cambios interanuales, utilizando como base las condiciones actuales.*
- *Relacionar los cambios oceanográficos reconstruidos, con las condiciones climáticas de la Antártica reconstruidas a partir de climatologías existentes derivadas de núcleos de hielo.*
- *Analizar los cambios en las condiciones oceanográficas en relación con el fenómeno ENOS.*
- *Estudiar la relación entre cambios en el ENOS y las condiciones climáticas de la antártica.*

- *Realizar un análisis multi-temporal y espacial de los cambios en temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila a (CLA), a partir de imágenes de satélite, asociados al fenómeno ENOS.*

### 3.2.3 Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico Suramericano y conexión con las aguas antárticas en el verano austral del 2015.

**Proyecto ENAP:** El proyecto tiene como objetivo general *“Analizar la hidrodinámica y las masas de agua del Pacífico Sudeste Americano y su conexión con las aguas antárticas durante el verano Austral de 2015”.*

Para lo anterior, se contemplan los siguientes objetivos específicos:

- *Analizar los perfiles de temperatura, salinidad y medición de corrientes en el transepto entre el Pacífico Colombiano y en la Península de Danco.*
- *Descripción de las masas de agua.*
- *Analizar las corrientes superficiales, termohalinas y geostróficas en la zona de estudio.*
- *Analizar las mediciones in-situ realizadas de los parámetros meteorológicos como presión atmosférica, velocidad y dirección del viento y su relación con la hidrodinámica de la zona de estudio.*
- *Estudiar las diferencias entre las corrientes in situ medidas con ADCP y las corrientes geostróficas.*

### 3.2.4 Mamíferos marinos antárticos: con especial atención hacia cetáceos migratorios a aguas colombianas.

**Proyecto F. Malpelo / F. Yubarta / C. Internacional / F. Omacha / U. Andes / CCO:** El proyecto de investigación contempla como objetivo general: *“Ampliar el conocimiento y base de datos de mamíferos marinos en el Océano Glacial Antártico con el fin de contribuir como país a la investigación de estas especies, generando insumos que ratifiquen la conectividad con nuestra zona económica exclusiva, y generen estrategias de cooperación regional”.*

Como objetivos específicos se presentan los siguientes:

- *Iniciar un estudio sobre la riqueza, abundancia y distribución de mamíferos marinos en la Antártida como base para posteriores proyectos por parte de Colombia en este continente, utilizando estimaciones de abundancia, conteos de punto, monitoreos acústicos y recopilación de material fotográfico y fílmico.*
- *Realizar un análisis de la diversidad genética de las poblaciones de ballenas yubarta a través de biopsias de piel con el fin de comparar esta información con los datos obtenidos de animales que migran al Pacífico Colombiano.*

- *Contribuir como país a los esfuerzos realizados por la Comisión Ballenera Internacional en la obtención de datos de cetáceos y publicación anual sobre el estado de las especies respectivas.*

### 3.3 Medio Ambiente y otras Iniciativas

Esta área incluye aquellos proyectos que abordan otros temas de investigación polar, distintos a los incluidos en las demás áreas temáticas. Ente otros, esta área abarca proyectos que tengan como objetivo aportar al desarrollo de tecnologías y estrategias que faciliten las actividades humanas en la Antártida y solucionen los inconvenientes que están puedan tener (CTNAA, 2014).

La expedición antártica contempla los siguientes proyectos en esta área temática así:

- *Aplicación de materiales compuestos en ejes y hélices, caso de estudio OPV 80- ARC “20 DE JULIO”.*
- *Determinación de cambios fisiológicos cardiorrespiratorios y de composición corporal y su correlación con factores ambientales en un grupo de integrantes de las fuerzas militares de Colombia durante la primera misión a la Antártida (misión naval y misión aérea).*

#### 3.3.1 Aplicación de materiales compuestos en ejes y hélices, caso de estudio OPV 80- ARC “20 DE JULIO”.

**Proyecto COTECMAR:** Se presenta como objetivo general: *“Evaluar la aplicación de materiales compuestos en la fabricación de los principales elementos del sistema de propulsión, Hélices y ejes de propulsión, de una embarcación bajo las condiciones climáticas del Trópico y la Antártica para verificar el efecto de las contracciones térmicas sobre la alineación y comportamiento dinámico (vibraciones)”.*

Este proyecto presenta los siguientes objetivos específicos:

- *Analizar el efecto de las contracciones térmicas producidas por las condiciones climáticas de la Antártica sobre la alineación y comportamiento dinámico (vibraciones) del sistema de propulsión de la ARC “20 DE JULIO”.*
- *Diseñar por medio de normativa de clasificación, una hélice y eje de propulsión con materiales no ferrosos para una embarcación tipo OPV, como alternativa para solucionar los posibles problemas encontrados en el sistema de propulsión actual operando en las condiciones de la Antártica.*

### 3.3.2 Determinación de cambios fisiológicos cardiorrespiratorios y de composición corporal y su correlación con factores ambientales en un grupo de integrantes de las fuerzas militares de Colombia durante la primera misión a la Antártida (misión naval y misión aérea).

**Proyecto CMAE/FAC:** El proyecto presenta el siguiente objetivo general: *“Determinar los cambios fisiológicos cardiorrespiratorios y de composición corporal que se presentan en la aclimatación aguda a temperaturas extremas y al ejercicio en un grupo de militares colombianos durante la primera expedición a Antártida”.*

Como objetivos específicos se relacionan los siguientes:

- *Estudiar el comportamiento de frecuencia cardiaca, variabilidad cardiaca, tensión arterial, frecuencia respiratoria, consumo de oxígeno y oximetría.*
- *Analizar el comportamiento de la composición corporal y el ejercicio.*
- *Correlacionar con factores ambientales como radiaciones, temperatura y humedad con las respuestas fisiológicas y el ejercicio.*

## 3.4 Biodiversidad de Organismos Antárticos

Esta área temática contempla el conocimiento, caracterización y monitoreo de la biodiversidad marina en Antártica, ya que estas son piezas clave para comprender, valorar y manejar este territorio y sus ecosistemas.

### 3.4.1 Aproximación a la caracterización del zooplancton con énfasis en ictioplancton, para aportar al conocimiento de la biodiversidad, en la costa Danco - península antártica, en el marco de la primera expedición colombiana a la Antártida.

#### **Proyecto CCO / U. Valle / U. Antioquia / ICM UB.**

El proyecto, se enmarca dentro de los puntos destacados del informe anual del Comité Científico de Investigación Antártica – SCAR (2012-2013), que recientemente aprobó cinco programas de investigación, en los cuales se pretende dar un mayor énfasis en el asesoramiento científico del Tratado. Uno de los programas es denominado “Estado del Ecosistema Antártico – ANTECO”, y cuyos objetivos han sido diseñados para centrarse en los patrones de biodiversidad terrestre, limnológico, glacial y marino en la Antártida ([www.scar.org](http://www.scar.org), 2013), lo cual está acorde con el objetivo del presente estudio.

Como objetivo general el proyecto contempla *“Generar conocimiento a través de la aproximación a la caracterización de la abundancia y distribución del zooplancton (incluyendo ictioplancton) en aguas suramericanas y en el Estrecho de Gerlache, Península Antártica, mejorando la comprensión de la biodiversidad de la fauna marina antártica haciendo énfasis en la ictiofauna”.*

A continuación se relacionan los objetivos específicos del proyecto así:

- *Estimar la abundancia y biodiversidad de ictioplancton, determinando la cantidad huevos y larvas de peces presentes en aguas suramericanas y en el Estrecho de Gerlache, Península Antártica.*
- *Estimar la abundancia y biodiversidad invertebrados presentes en el zooplancton, en aguas suramericanas y en el Estrecho de Gerlache, Península Antártica.*
- *Examinar la existencia de estados tempranos de organismos potencialmente invasores en aguas suramericanas y antárticas.*

Asimismo, las características del proyecto propuesto en la metodología para el desarrollo del proyecto, ha sido implementada en la Antártida por varios países de la región, lo cual da un valor agregado al estudio, ya que se podrá complementar, aportar e intercambiar información con los Institutos Antárticos de los países de la región y, a nivel internacional, a partir de los resultados del proyecto, de acuerdo a la visión de cooperación internacional e intercambio de los resultados científicos que promueve el Sistema del Tratado Antártico (STA), incluido lo contemplado en el Artículo 6 sobre intercambio de información del Anexo II sobre la Conservación de la Fauna y Flora Antárticas, contenidas en el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, 1991 En: Uribe, 2003) .

### **3.5 Proyectos de investigación y cooperación internacional**

En el espíritu de Sistema del Tratado Antártico, la expedición antártica incluye un componente de cooperación internacional que contempla la realización de actividades científicas en cooperación con proyectos de investigación chilenos, y en otros casos, proyectos de investigación colombianos incluyen investigadores de Puerto Rico, España y México. En este sentido el proyecto: “Aproximación a la caracterización del zooplancton con énfasis en ictioplancton”, incluye investigadores de la Universidad de Barcelona; el proyecto: “Conexión entre el Niño Oscilación del Sur y los cambios en el clima de la Antártica”, incluye investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California; el proyecto: “Estudio de la relación entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el cambio de temperatura en la Península de Antártica”, incluye investigadores de la Universidad de Puerto Rico.

#### **3.5.1 Variabilidad de las facies y procesos de sedimentación en pequeñas bahías y fiordos de la costa de Danco, Península Antártica.**

##### **Universidad Andrés Bello (Chile)**

La expedición antártica colombiana apoyó la realización de mediciones de este proyecto de investigación en pequeñas bahías del Estrecho de Gerlache con los objetivos que a continuación se relacionan.



- *Determinar la variabilidad de las facies sísmicas del subfondo de cada bahía y fiordo.*
- *Caracterizar la morfología del fondo y de las cuencas*
- *Determinar los patrones del clima pasado.*
- *Determinar el contenido orgánico y la variabilidad de la textura en sedimentos.*
- *Identificar los procesos de sedimentación actuales y pasados.*
- *Categorizar y clasificar las bahías y fiordos.*
- *Establecer conexiones entre las características oceanográficas, climáticas y glaciales actuales y pasadas, y evaluar la variabilidad y sensibilidad.*

### **3.5.2 Elaboración de la carta náutica INT 9103 Bahía Markmann a Bahía Andvord.**

De acuerdo con reuniones de coordinación entre los servicios hidrográficos de Colombia (CIOH) y Chile (SHOA), celebradas durante el 2013, la expedición antártica incluyó el levantamiento batimétrico de cuatro sectores ubicados en el Estrecho de Gerlache. Este levantamiento de información permitirá complementar esta carta en zonas donde no existe información confiable para los navegantes. Entre los objetivos, que hacen parte del proyecto I.C.E.M.A.N del CIOH/DIMAR, se relacionan los siguientes:

Planeamiento de las líneas de levantamiento de acuerdo con estándares OHI y de acuerdo con las características geomorfológicas del área.

- *Instalación, posicionamiento y nivelación de un mareógrafo.*
- *Verificación de profundidades para empleo del buque ARC “20 DE JULIO”.*
- *Levantamiento de líneas en aguas profundas con el buque.*
- *Levantamiento de aguas someras con bote.*
- *Preprocesamiento de la información.*
- *Construcción de la carta náutica.*

## **4. Área DE ESTUDIO**

### **4.1 Consideraciones para la escogencia del área de estudio**

La expedición científica fue desarrollada en el Estrecho de Gerlache (figura 3), que hace parte de la Península Antártica, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

#### **Interés Científico**

- El Estrecho presenta características oceanográficas y morfológicas interesantes, debido a su conexión con el Estrecho de Bransfield y el Estrecho de Drake y su conexión con la Corriente Circumpolar Antártica (CCA) que es considerada como de gran importancia debido a que transporta aguas intermedias y profundas entre los océanos Atlántico, Índico y Pacífico; además, porque contribuye a la circulación profunda en todas las cuencas oceánicas de planeta.
- La investigación oceanográfica en la Antártida se ha desarrollado mucho más en el extremo de la Península Antártica (Estrecho de Bransfield), donde se encuentra el mayor porcentaje de bases de investigación. La investigación oceanográfica en el Estrecho de Gerlache ha sido limitada.

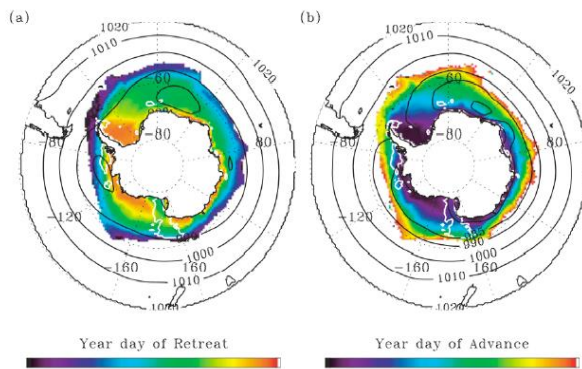
#### **Oportunidad de Cooperación**

- Desde el punto de vista de la pertinencia y oportunidad, el único proyecto oceanográfico chileno lo está desarrollando en el Estrecho de Gerlache la Universidad Andrés Bello, la que ha demostrado interés de cooperación científica. El espíritu del Tratado Antártico promueve la cooperación entre países.
- En reuniones sostenidas con el SHOA, se determinó que el CIOH podría colaborar con el levantamiento batimétrico de unos sectores del Estrecho, y en la construcción de una carta náutica en esa área.

#### **Seguridad**

- Teniendo en cuenta la inexperiencia de la Armada Nacional en operaciones antárticas, el Estrecho de Gerlache es un área resguarda de las condiciones del mar abierto, es un estrecho profundo y existe información batimétrica del área, aunque incompleta. En la Antártida se ha estimado que un 80% no ha sido levantado.
- Además de lo anterior y teniendo en cuenta aspectos de seguridad marítima y apoyos por eventuales emergencias, en el Estrecho se encuentran tres bases antárticas (Chile, Argentina y EE.UU), lo que permite un apoyo cercano en caso de ser necesario.

## 4.2 Descripción del área de estudio



**Figura 2.** Retroceso (a) y avance (b) de hielo marino. Datos promediados desde 1979 - 2004. Las líneas muestran tendencias fuertes en la duración del hielo marino (Stammejhon et al., 2008).

Antártica ha experimentado los más rápidos cambios climáticos del continente Antártico (Turner et al., 2005).

El continente antártico cuenta con escenarios diversos que definen las características de los diferentes ecosistemas terrestres y marinos. Es así que los marcados cambios climáticos generan cambios en el comportamiento del verano austral, atribuidos a los aportes de deshielo que aumentan, influyendo en las propiedades del agua superficial y en la distribución y disponibilidad de nutrientes (García et al., 2002). No todos los veranos presentan las mismas condiciones (figura 2). En los últimos 50 años, la península

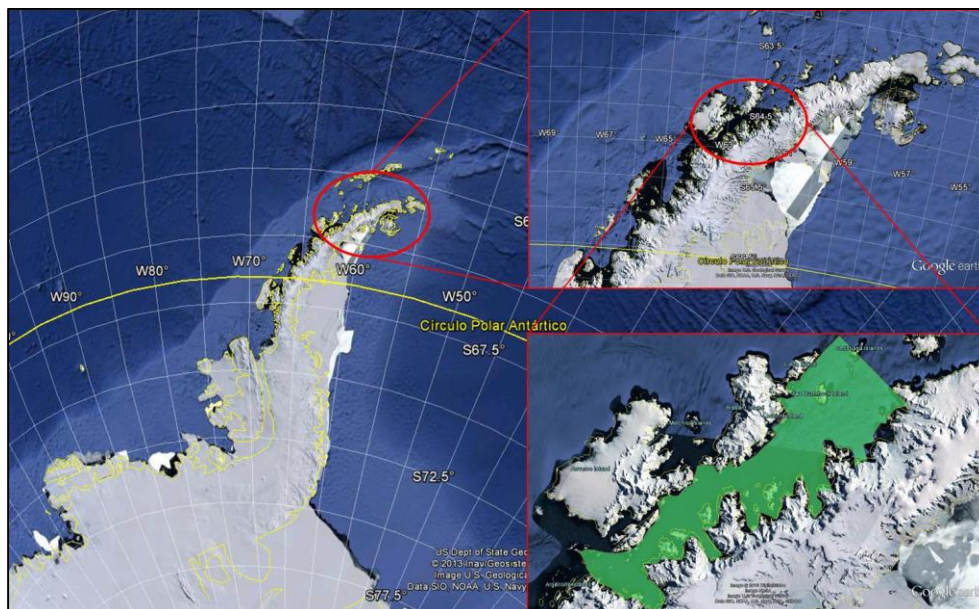
A lo largo del continente la topografía es dinámica, es así que en lugares como el estrecho de Gerlache sus aguas se conectan al sur con el mar de Bellingshausen por una elevación de 350 m de profundidad (García et al., 2002) y al norte, con el estrecho de Bransfield, por un canal de 400 m (Sangrà et al., 2011); debido a esto, la circulación es baroclínica. Por otro lado, en bahías, las corrientes son débiles y la circulación es de tipo rotatoria (eddy) (Zhou et al., 2002). Se ha descrito que el tiempo de residencia del en el estrecho esta entre 70 a 90 días, sin embargo, en zonas donde no hay remolinos (eddies) el tiempo de permanencia es menor, con 7 a 12 días (Niiler y Illeman, 1990).

En el estrecho de Gerlache circula la corriente a lo largo de una depresión profunda que existe al centro del estrecho (de >500 m); la corriente fluye en dirección noreste hacia el margen continental de las islas Shetland del Sur, siguiendo la isobata de 750 m. Esta agua del estrecho viaja luego en dirección al estrecho de Bransfield, donde se mezcla con las aguas de allí, y continúa por la Península Antártica, alcanzando luego el mar de Weddell (Zhou et al., 2002).

Rodríguez, et al 2012, López, 1993, Carrillo, 1999, han descrito que la circulación superficial del sector del estrecho de Gerlache es compleja. Esto se debe entre otras características, a la geomorfología que existe, atribuida a la presencia de islas, canales y pasos someros. Desde el mar de Bellingshausen ingresa agua relativamente cálida y poco salina y desde el norte hay aporte de aguas que fluyen desde el mar de Weddell, que se modifican en el estrecho de Bransfield y son frías y más salinas (Sangrà et al., 2011). A modo general, en el estrecho de Gerlache existen dos tipos de circulación: barotrópica en superficie y baroclínica en profundidad (desde 200 m a 400 m).

Basados en la heterogeneidad del Estrecho de Gerlache, donde gradientes físicos determinan la variación espacial de sus organismos (forma, distribución de la biomasa, grupo taxonómico o funcional, coexistencia o segregación, etc.). Los ecosistemas pueden ser divididos físicamente en dos regiones estratificadas en ambos extremos del estrecho, separados por una mayor o menor zona de mezcla (Rodríguez, et al 2012), formando distintas provincias hidrográficas y biogeoquímicas (Treguer P & Lacques, 1992, Niiler et al. 1990, Rodríguez, et al 2012), asociados con diferentes concentraciones de microorganismos, lo cual impacta directamente en las tasas de productividad de la región (López, 1993). En las áreas de la región central y la NE, los perfiles de temperatura sugieren un origen advectivo de la capa de superficial cálida y agua diluida. La zona de transición entre esta y la zona de mezcla no tiene una forma (Rodríguez, et al 2012).

El Estrecho de Gerlache es una cuenca estrecha y semi-cerrada limitada al sur por la Península Antártica y al norte por el Archipiélago Palmer. La cuenca varía en profundidad, entre 200 y 1000 m. La cuenca de Gerlache está controlada por una corriente superficial que se sitúa en la zona central del Estrecho y que se desplaza hacia el Estrecho de Bransfield en dirección noreste (Bárcena, Sesma, Isla, & Palanques, 2005). Esta corriente, sumada al flujo hacia el norte de la Corriente Circumpolar Antártica, produce una circulación oceánica generalmente en el sentido de las agujas del reloj en el Estrecho de Bransfield (Dinniman & Klinck, 2004)(Ducklow, et al., 2007), en la que predominan la corriente del Estrecho de Gerlache y la corriente del Estrecho de Bransfield (Zhoua, Niiler, Zhu, & Dorland, 2006).



**Figura 3.** Macrolocalización del Estrecho de Gerlache en la Península Antártica.

Durante el período en el que se pueden encontrar aguas abiertas en la Antártica, principalmente de enero a marzo, la capa de mezcla de la superficie del océano

(hasta 200 m de profundidad) tiende a calentarse entre 1° y 2°C por encima del punto de congelamiento del agua de mar (~1,8° C) (Barreira, 2008). En el Estrecho de Gerlache los vientos soplan principalmente del NNW generando una corriente litoral que fluye hacia el sur a lo largo del oeste de la Península Antártica (Hofmann, 1996).

En la circulación local influyen también las mareas. Según los registros de mareas de la Isla Low obtenidos durante un período de seis semanas entre diciembre de 1992 y enero de 1993, la variación máxima fue de 1,70 m (López, García, & Arcilla, 1994). Basados en mediciones de estudios realizados sobre la dinámica de la zona, se permite que a través de la modelación se pueda validar teorías sobre los procesos oceanográficos. Además de estos estudios, existe data global sobre la zona de la antártica (hindcasting y forecasting), lo que proporciona información secundaria para complementar la data necesaria para explicar el comportamiento de las corrientes superficiales y en la columna (Cheng, Andersen, & Knudsen, 2012).

Las ráfagas producidas por el movimiento de masas de aire que aparecen en forma repentina, pueden alcanzar velocidades cercanas a los 200km/h. La influencia de estos vientos, solo alcanza a sentirse en una estrecha franja costera (Sanchez, 2007.). En general, la intensidad del viento aumenta durante los equinoccios y es en promedio mayor durante el invierno (Cerdeira & Zamora, 2006).

## 5. PARTICIPANTES

### 5.1 INSTITUCIONES PARTICIPANTES

A continuación se hace una breve descripción de las instituciones y de las líneas y/o programas de investigación institucional al que se alinean los proyectos de cada institución.

#### 5.1.1 Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH / DIMAR.



El CIOH es el asesor científico de la Dirección General Marítima (DIMAR), teniendo como misión, desarrollar los programas de investigación científica marina básica y aplicada de la Dirección General Marítima y la Armada Nacional, así como suministrar asesoría técnica y científica a otros entes nacionales con el propósito de contribuir al conocimiento y el aprovechamiento de nuestros mares, así como a la seguridad de la vida en el mar.

El CIOH desarrolla cuatro programas de investigación en hidrografía, manejo integrado de zonas costeras, protección del medio marino y oceanografía operacional. Los objetivos específicos del proyecto de investigación I.C.E.M.A.N, que hace parte de la Expedición Antártica, están enmarcados en el área temática de seguridad marítima de la Agenda Científica Antártica de Colombia y específicamente dirigido a las siguientes líneas de investigación:

- Cartografía náutica
- Seguridad en la navegación
- Búsqueda y rescate
- Contaminación marina por buques

Estas líneas de investigación se alinean con los programas hidrografía, protección del medio marino y oceanografía operacional del CIOH.

Cumpliendo con los objetivos estratégicos del país, la Armada Nacional y la Dirección General Marítima, a través del CIOH, coordinaron el componente científico de la expedición antártica y cooperaron con la CCO en la construcción de la Agenda Científica Antártica de Colombia.

Con el propósito estratégico de buscar el cambio de estatus del país, de adherente a consultivo, en el Tratado Antártico y dando cumplimiento a los lineamientos del mismo, el CIOH efectuó coordinaciones de intercambio de información y cooperación científica y técnica a nivel internacional así:

- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA): para la actualización de la carta náutica INT 9103 en el área del Estrecho de Gerlache (Antártica).
- Universidad Andrés Bello de Chile: para el proyecto de investigación “Variabilidad de las facies y procesos de sedimentación en pequeñas bahías y fiordos de la costa de Danco, Península Antártica”.

Como Servicio Hidrográfico Nacional, el CIOH efectúa un importante aporte a la seguridad marítima mundial, de acuerdo con los propósitos de las organizaciones internacionales de las cuales hace parte, como la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y la Organización Marítima Internacional (OMI).

Para los objetivos del proyecto I.C.E.M.A.N y como coordinador científico soportando los proyectos de las otras instituciones, embarcó cinco técnicos oceanógrafos e hidrógrafos, así como tres investigadores.

Por otra parte, el CIOH apoyó operacionalmente al buque ARC “20 DE JULIO” con la capacitación de tripulación y navegantes oficiales y suboficiales en temas de meteorología marina y asesoró al Comando del buque en esta temática durante la navegación. Preparó para la expedición el documento PROMETEO (Pronóstico Meteorológico a Largo Plazo) donde se hace una descripción de las condiciones meteorológicas y oceanográficas a tener en cuenta durante la navegación y en los puertos. Con la Dirección General Marítima, coordinó otros apoyos operacionales con la consecución de cartografía náutica en papel y digital tanto de la Antártida, como la necesaria para la navegación desde Colombia.

En temas de equipo científico, gestionó la adquisición de una ecosonda monohaz para la operación y asesoró en la instalación de este equipo en el buque ARC “20 DE JULIO”, ampliando de esta forma sus capacidades técnicas.

### 5.1.2 Corporación de Ciencia y Tecnología del Mar - COTECMAR / ARMADA NACIONAL



COTECMAR es una Corporación de ciencia y tecnología orientada al diseño, construcción, mantenimiento y reparación de buques y artefactos navales.

**COTECMAR** COTECMAR, apoyada en la relación universidad-empresa, tiene como prioridad la investigación, el desarrollo, la aplicación de nuevas tecnologías y de las mejores prácticas empresariales en la elaboración de sus productos y servicios, dirigidos a satisfacer las necesidades técnicas de la Armada Colombiana y del mercado nacional e internacional, para así contribuir con el desarrollo tecnológico, social y económico del país.

La variable estratégica de desarrollo tecnológico e innovación está orientada a desarrollar y apropiar las tecnologías requeridas para cumplir con los retos actuales y futuros de la Corporación. Los esfuerzos planificados contenidos en este programa agrupan las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación - I+D+i - que aporten soluciones a los procesos focales y de apoyo de la empresa, al igual que generen un aumento en la propiedad intelectual, y que contribuyan a alcanzar la independencia tecnológica y a mejorar el rendimiento y la productividad de la capacidad instalada de la Corporación, generando consecuentemente, rendimientos de inversión en I+D+i positivos.

En COTECMAR se establecen 3 programas de investigación que buscan fortalecer la competitividad de sus productos y servicios en el mercado, aprovechando las capacidades y experiencias locales. Estos programas son los siguientes:

Diseño e ingeniería naval (DIN): Diseño de buques y estructuras marinas, apropiando, adaptando o desarrollando tecnologías en los procesos relacionados con el diseño, construcción, reparación, mantenimiento y desguace de los mismos.

Materiales para la construcción naval: Estudio de los materiales usados en la reparación y construcción de buques y estructuras marinas y los procesos relacionados con su uso, apropiando, adaptando y desarrollando tecnologías.

Además de desarrollar en la expedición antártica un proyecto de investigación, COTECMAR efectuó las modificaciones y adaptaciones del ARC "20 DE JULIO" para la operación en aguas antárticas.

### 5.1.3 Escuela Naval Almirante Padilla - ENAP / ARMADA NACIONAL



La Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" participa en el desarrollo del poder marítimo y la protección de los intereses de los colombianos con la formación integral de los Oficiales y Cadetes de la Armada Nacional, de la Marina Mercante y a profesionales del sector marítimo. Fue reconocida como Universidad Marítima desde 1977 y a la fecha cuenta con 8 programas de pregrado y 8 programas

de posgrado.

Dentro del programa de Oceanografía Física se presentó el proyecto "Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico Sur Americano y su conexión con las aguas antárticas en el verano austral del 2014" para participar en la Primera Expedición de Colombia en la Antártida. Este proyecto busca contribuir al conocimiento físico del océano en la zona de estudio con la participación del cuerpo docente y estudiantes del Grupo Investigación en Oceanología (GIO), fortaleciendo sus líneas de investigación en dinámica de fluidos y oceanografía física y será la puerta de entrada de otros programas académicos de la Institución en temas antárticos.



#### 5.1.4 Instituto de Investigaciones Marinas - INVEMAR



El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR es el instituto de investigación marina de Colombia. Es una corporación de carácter científico y tecnológico creada por la ley 99 de 1993, con la cual se estableció el Sistema Nacional Ambiental – SINA. Es uno de los cinco institutos científicos de éste y es el responsable de brindar asesoría científica al SINA y al país en general, en los temas marinos y los de su competencia.

INVEMAR legalmente tiene carácter autónomo, con personería jurídica independiente, regido por las normas del derecho privado, reglamentado por su régimen estatutario de acuerdo con lo concebido en la ley de ciencia y tecnología y los decretos reglamentarios (Ley 29 de 1990). Como ente corporativo reúne una Asamblea General de miembros y una Junta Directiva compuesta por entidades del orden nacional e internacional, públicas y privadas, administrativas y académicas, dentro de las cuales están el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (quien la preside), la Presidencia de la República, Colciencias, la Armada Nacional, las Corporaciones Autónomas Regionales costeras, las Universidades, Nacional, Valle, Antioquia, Tadeo Lozano, Giessen, entre otras.

INVEMAR tiene como misión principal hacer investigación sobre los mares de interés nacional con el fin de aportar el conocimiento sobre el cual basar decisiones científicamente sustentadas; adicionalmente tiene la responsabilidad de coordinar esfuerzos de investigación para el uso eficiente de la capacidad nacional para el desarrollo de investigación ambiental marina en Colombia (art. 18, ley 99/93).

INVEMAR desarrolla su misión a través de 4 programas científicos: 1. Biodiversidad y ecosistemas (BEM); 2. Geociencias marinas (GEO); 3. Valoración y uso de los recursos del mar (VAR); 4. Calidad ambiental marina (CAM). Además cuenta con un programa de información y conocimiento para la gestión marina y costera (GEZ) que se encarga de poner el conocimiento obtenido por el instituto en el lenguaje adecuado para la toma de decisiones. Adicionalmente cuenta con una oficina de servicios científicos (CSC) que atiende los requerimientos de consultoría que son solicitados. El INVEMAR tiene su sede principal en la ciudad de Santa Marta, en el Caribe Colombiano y cuenta con sedes regionales en Buenaventura en las costas del Pacífico y en el Golfo de Morrosquillo en el Caribe. En la actualidad adelanta proyectos de investigación en todas las regiones costeras colombianas y también mediante convenios de cooperación científica con otros países.

INVEMAR fiel a su mandato misional de desarrollar investigación en los mares de interés nacional y acorde con las indicaciones del Gobierno Nacional que Colombia alcance estatus consultivo como parte del Tratado Antártico, inicia el desarrollo de una agenda científica enfocada en tres frentes de trabajo con miras a responder las siguientes preguntas:

¿De qué manera podrá cambiar nuestro panorama nacional a causa de las transformaciones ambientales que está comenzando a atravesar la Antártida debido al cambio climático?

Esta pregunta busca qué efectos del cambio global pueden tener incidencia directa sobre el país y en particular en las zonas costeras y mares colombianos. Entre los más evidentes, pero no los únicos, el aumento de nivel del mar, la erosión costera, la acidificación del océano, y otros con los que tendrá el país que lidiar ante el inexorable cambio climático global y para lo cual se debe preparar la nación.

¿Qué medidas se deben adoptar para garantizar la conservación de estas áreas clave para la supervivencia de la humanidad y el planeta?

Esta pregunta se enfoca en el reconocimiento del territorio antártico como uno de los últimos rincones prístinos de la tierra y su conservación reviste de importancia crucial para el planeta por su papel como regulador del clima, reserva de agua dulce y santuario de fauna y flora única en el planeta. Sin embargo y a pesar de los compromisos mundiales en declarar Antártica como territorio de paz y de investigación científica existe presión creciente para el aprovechamiento económico de sus recursos naturales. Por ejemplo, ya hay actividades de extracción de recursos pesqueros en zonas ambientalmente relacionadas con Antártica (extracción de Krill, Merluza negra, Centolla, etc), se cazan todavía cetáceos que desarrollan buena parte sus ciclos de vida en Antártica y más recientemente el turismo en regiones polares ha crecido de manera exponencial. A pesar de que el Tratado Antártico ya ha tomado decisiones para delimitar áreas de protección, será necesario identificar si existen vacíos de conservación y contribuir a los mecanismos de gestión de esas áreas y si es el caso definir nuevas áreas de protección.

¿Cuáles son las especies marinas que habitan estos parajes extremos, cuál es la riqueza de biodiversidad y cuáles son los roles ecológicas que cumplen y sobre los que al dilucidar su fisiología podrían aportar a la solución de problemas por ejemplo, de la salud humana?

Antártida es un sistema ambiental de extremos por excelencia. Allí las especies animales o vegetales han tenido que desarrollar estrategias para soportar los excesos, por ejemplo la “abundancia” y “escasez” de luz, picos de temperatura, la dificultad para acceder al agua dulce, entre otros. Se estima que pueden existir más de miles de especies en Antártica aún por identificar, INVEMAR quiere contribuir en la preparación de los inventarios de biodiversidad de Antártica y mediante el estudio de las relaciones funcionales de estas en el ecosistema Polar participar en la identificación de las sustancias y productos naturales de interés para la humanidad.

Participan en el desarrollo de la agenda científica antártica de INVEMAR sus programas científicos y además establece alianzas con diferentes entidades académicas nacionales e internacionales. En particular para esta expedición se hicieron acuerdos de cooperación con las siguientes entidades.

- El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN) de México con el Dr. Alberto Sánchez González investigador del Área de Biogeoquímica Ambiental con quién se realizarán análisis isotópicos en sedimentos.
- La Universidad Autónoma de Baja California México, con Dr. Oscar González Yajimovich del área de Geología de la Facultad de Ciencias Marina con quién se realizarán análisis de carbono total (CT), carbono orgánico total (COT), carbonatos y sílice biogénico (SiB) en sedimentos.

### 5.1.5 Universidad del Norte



Acreditada institucionalmente por su excelencia académica

La Universidad del Norte es una fundación universitaria de carácter privado y sin ánimo de lucro. Es la institución universitaria líder en la región Caribe y con una creciente influencia a nivel nacional. El Grupo de Investigación en Física Aplicada, del Departamento de Física de la Universidad del Norte, fue clasificado como Grupo A1 (máximo reconocimiento) en la más reciente convocatoria de grupos de investigación adelantada por Colciencias. Este grupo de investigación adelanta estudios en los campos de la Ciencia de los Materiales y la Oceanografía Física.

Específicamente, en este último campo, se desarrollan estudios en las siguientes líneas de investigación: amenazas meteo-marinas (frentes fríos y huracanes, ascenso del nivel del mar, tsunamis), procesos costeros (erosión costera, dinámica estuarina, transporte de sedimentos, ondas infragravitatorias), e interacción océano-atmósfera. En esta última línea se inscribe el proyecto titulado “*Estudio de la relación entre la temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical y el cambio de temperatura en la península Antártica*”, que se desarrollará en el marco del Programa Antártico Colombiano, en asocio con la Universidad de Puerto Rico y el Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales (IDEAM).

### 5.1.6 CCO / U.VALLE / U. ANTIOQUIA / ICM UB

El proyecto del componente de zooplancton con énfasis en ictioplancton es el resultado de la agrupación para fines de ejecución de cuatro instituciones: la Comisión Colombiana del Océano - CCO, la Universidad del Valle, Universidad de Antioquia e Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona. En el marco de los objetivos estratégicos internacionales establecidos en los Asuntos Internacionales dentro de la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros – PNOEC (CCO, 2007), donde se establece que se profundizarán con los actores estatales o privados que tengan amplios conocimientos y experiencias en los asuntos marítimos, como los son la CCO y las universidades participantes en la presente propuesta, con el fin de impulsar proyectos o acciones multidisciplinarias de interés para el país, y así consolidar las relaciones estratégicas internacionales. De igual forma, dentro del seguimiento de los Tratados Internacionales en materia marítima y costera (como lo es el STA), el Ministerio de Relaciones Exteriores contará con la asistencia de las

instituciones nacionales competentes para el seguimiento y evaluación de los resultados de los instrumentos jurídicos internacionales correspondientes, en este caso a los asuntos marítimos y costeros con el objeto de facilitar una adecuada y eficiente respuesta a los distintos organismos y demás instancias internacionales (CCO, 2007).



La Comisión Colombiana del Océano – CCO, es un órgano intersectorial de asesoría, consulta, planificación y coordinación del gobierno nacional en materia de la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros – PNOEC, convoca las diferentes entidades públicas y privadas con intereses en el campo marino, en un foro de concertación, articulación y armonización de las políticas nacionales. Posee un carácter holístico, el cual responde a la necesidad de asumir el océano con visión integral, expresado a través de tres áreas transversales y cinco áreas temáticas, además de definir los intereses marítimos nacionales.

Apoya al Ministerio de Relaciones Exteriores en asuntos internacionales relativos a los espacios oceánicos y costeros, y según los compromisos y consideraciones contemplados en el Decreto 1690 de 1990, “Por el cual se crea la Comisión Nacional para Asuntos Antárticos – CTNAA”, donde se resalta que es conveniente y estratégico para Colombia participar de los logros obtenidos como resultado de la cooperación internacional en la investigación científica en el continente antártico, fortalecer y apoyar las medidas que se adopten para la protección del ecosistema antártico y hacer posible la tarea de investigación que permita conocer la historia natural de nuestros continentes. Igualmente, que es de interés para el país acceder a la condición de Parte Consultiva para tener derecho a decidir en los asuntos que afecten el continente antártico, el cual incide directamente en nuestra zona pacífica (MinExt, 1990). El Ministerio de Relaciones Exteriores estará a cargo de la Secretaria Ejecutiva de la CTNAA y la CCO es designada como uno de los organismos encargados de la planeación y coordinación de los programas y proyectos de Colombia en el Continente Antártico.

Según lo anterior, y después de varias reuniones y temas administrativos que postergaban entrar a la acción en el tema de Asuntos Antárticos durante los años posteriores a la emisión del mencionado Decreto, en el 2008 se realizaron reuniones estratégicas con la cancillería, para que en el 2009 la Secretaria Ejecutiva de la CCO creará formalmente el Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos – CTNAA y posteriormente iniciará el trabajo del Subcomité de Investigaciones del CTNAA donde se estructuró concertadamente la matriz de áreas temáticas, en la cual se presentan las líneas y sub-líneas de investigación de la Agenda Científica de Asuntos Antárticos de Colombia 2014 – 2035, donde la Secretaria Ejecutiva de la CCO estructuro concertadamente con el sector académico uno de los proyectos enmarcados dentro del área temática de Biodiversidad de Organismos Antárticos,

correspondiente al componente de zooplancton con énfasis e ictioplancton, como uno de los proyectos que aportará a generar conocimiento e información para llegar a ser miembros consultivos al Sistema del Tratado Antártico.



La Universidad del Valle realiza estudios sobre fauna marina y costera en diferentes ecosistemas desde 1975. Algunos profesores de esta universidad han participado en expediciones e investigaciones antárticas y tienen convenios con universidades de áreas antárticas. Los principales trabajos realizados están relacionados con el conocimiento de la fauna y flora marinas, así como su potencial utilización.



Por otra parte, La Universidad de Antioquia ha realizado estudios de zooplancton de agua dulce, estuarina y marina, desde finales de la década de 1970, en los cuales ha caracterizado taxonómicamente la fauna, y con estos datos ha estimado variables ecológicas incidentes en estos ecosistemas. Recientemente, la Universidad ha centrado sus esfuerzos en el Golfo de Urabá, en donde se han hecho estudios de zooplancton, que permiten comprar diferentes cuerpos de agua dentro del Golfo. Recientemente, dentro de sus investigaciones, se ha encontrado una especie de invertebrado invasor, que posiblemente proviene de las embarcaciones que transportan el plátano. Por lo tanto, se ha comenzado a evaluar aspectos ecológicos de especies exóticas, y las hipótesis de transporte o desplazamiento.



Por su parte el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona – ICM B, posee una vasta experiencia en Oceanografía Física, Biológica y demás ramas de la oceanografía aplicadas en el mar mediterráneo y otros mares del mundo incluido el Océano Glacial Antártico, donde convergen mares y océanos del globo terráqueo, aportando desde sus conocimientos y saberes en las diferentes campañas antárticas realizadas por España en sus bases Antárticas Gabriela de Castilla y Juan Carlos I. El grupo de científicos investigadores vinculados al proyecto y pertenecientes al ICM B, se encuentra conformado por colegas colombianos que se encuentran en la fase final de sus programas de doctorado y maestría de la Universidad de Barcelona.

#### 5.1.7 F. Malpelo / F.Omacha / F.Yubarta / Cons. Internacional / U.ANDES / CCO

La Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas – CBI, nació en 1946, momento en el cual la comunidad internacional se alertó por la caza indiscriminada de las ballenas que estaba originando su extinción. Fue entonces cuando algunos representantes de Gobiernos, decidieron aunar esfuerzos para contrarrestar la situación que estaban viviendo estos mamíferos y generó un mecanismo de coordinación internacional, ratificado actualmente por 85 países incluyendo a Colombia, cuyo objetivo principal es procurar la conservación

adecuada de estas especies y el manejo de sus poblaciones. La comisión cuenta con un Comité Científico que evalúa la información científica existente sobre las poblaciones de ballenas para que se determinen conjuntamente regulaciones y medidas de conservación.

En el 2009 un grupo de organizaciones colombianas decidieron aunar sus esfuerzos no solo para colaborar en un diseño del plan de trabajo de apoyo técnico para que el Gobierno Colombiano participara activamente en la CBI y en el comité científico, sino también para promover acciones que conlleven a la protección de los cetáceos en Colombia, incluyendo la gestión e implementación de programas de investigación y manejo. Entre las diez instituciones que firmaron el memorando de entendimiento se encuentran las organizaciones que elaboraron el proyecto de investigación de Mamíferos Antárticos en la Antártida desarrollado en la primera expedición científica.

### Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos



La Fundación Malpelo ha trabajado en ecosistemas marinos desde el año 1999. El equipo técnico cuenta con una amplia experiencia y conocimiento sobre ecosistemas y especies en general, con énfasis en peces migratorios. Paralelamente, cuenta con un Convenio de colaboración entre la Armada Nacional de Colombia, Parques Nacionales de Colombia y Conservación Internacional que busca aunar esfuerzos para cooperar en aspectos logísticos operacionales, financieros, científicos y técnicos en la protección, preservación, conservación y uso sostenible permitidos en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo. Esto ha permitido que los proyectos tengan un carácter interinstitucional y cooperación público-privada para cubrir las necesidades y actuar contra las presiones a través de la formulación de proyectos de los diferentes ecosistemas marinos. El personal de la Fundación Malpelo tiene años de experiencia en organización de expediciones científicas al Santuario (26 desde su creación), enfocadas principalmente en el monitoreo de ecosistemas y especies estratégicas. Durante Las expediciones se realizan censos de mamíferos marinos con el fin de ampliar el conocimiento sobre las poblaciones que transitan por la costa Pacífica colombiana en dirección a la Isla Malpelo. Recientemente, la Fundación Malpelo participó activamente en la Expedición Seaflower 2014 (Caribe Colombiano) con el fin de ampliar el conocimiento existente de ésta Reserva de la Biósfera.

### Conservación Internacional



Conservación Internacional Colombia (CI) es una entidad no gubernamental (ONG) estrechamente relacionada con procesos de manejo y uso sostenible de recursos naturales en sistemas socio-ecológicos. Tiene más de 20 años de experiencia en el país, generando bases

científicas sólidas, alianzas y proyectos multidisciplinarios e inter institucionales que promueven el cuidado responsable y el uso sostenible del capital natural del país.

Específicamente en el ámbito marino, CI desarrolló la iniciativa del Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical (ETPS por su sigla en inglés) en el año 2005 con el fin de generar una cooperación voluntaria entre Colombia, Costa Rica, Panamá y Ecuador para fortalecer el manejo de las áreas marinas protegidas de los mares territoriales, de una manera más eficiente, efectiva y adecuada. En Colombia el programa busca un mayor fortalecimiento de las áreas marinas protegidas de la región Pacífica, así como también aunar esfuerzos para la creación de nuevas figuras de conservación y manejo de los recursos marinos y costeros. Teniendo en cuenta que las comunidades humanas que habitan esta región son los usuarios directos de los recursos y que son ellos quienes se ven impactados directamente por estas propuestas de manejo, se promueven actividades económicas alternativas para las comunidades humanas costeras menos favorecidas, implementando herramientas económicas viables, especialmente alrededor de los recursos pesqueros. Específicamente con Mamíferos marinos la directora del programa tiene más de 15 años de experiencia con este grupo, liderando investigaciones de comportamiento, estimaciones de abundancia y ecología en sistemas marinos y continentales, razón por la cual estas especies se han convertido en uno de los ejes de trabajo en el programa marino de CI y específicamente en la región del Pacífico Colombiano, con quien trabaja de manera coordinada con la Fundación Yubarta y la Fundación Malpelo.

### **Fundación Yubarta**



La Fundación Yubarta es una Organización No-Gubernamental colombiana sin ánimo de lucro y de carácter privado. La labor de la Fundación se formalizó legalmente en 1991 con el propósito de garantizar la continuidad de los estudios con las ballenas jorobadas iniciados en Gorgona en 1986. El objetivo de la institución es estudiar y propender por la conservación de las especies de fauna y flora y sus hábitats con especial énfasis en los mamíferos acuáticos. Entendiendo la conservación como un proceso integral de conocimiento y uso apropiado de los recursos, su quehacer se dirige hacia la investigación científica y la educación ambiental, enfocada a la conservación de la fauna acuática. Las actividades de investigación incluyen las áreas de biología, ecología, comportamiento y conservación, principalmente de la ballena jorobada o yubarta y de otros mamíferos acuáticos del país, especialmente en las aguas costeras del Océano Pacífico. La Fundación ha liderado alrededor de 30 proyectos y sus investigadores cuentan con amplia experiencia con las especies principales que se pueden encontrar en el área de estudio, y sobre todo con las de mayor interés para Colombia. Además tienen experiencia en el área y con las metodologías y el reconocimiento de las especies.

## Fundación Omacha



La Fundación Omacha es una Organización No Gubernamental (ONG), de carácter ambiental, sin ánimo de lucro, creada con el fin de estudiar, investigar y conservar la fauna y los ecosistemas acuáticos y terrestres en Colombia. Tiene más de 25 años de experiencia con un grupo de investigadores expertos en mamíferos acuáticos marinos, costeros y de aguas continentales. Desde hace cinco años lidera el programa de Observadores de Fauna Marina colectando información sobre la presencia y distribución de especies de cetáceos, tortugas, aves marinas y especies amenazadas, utilizando diferentes plataformas de oportunidad como buques de investigación, buques de control y vigilancia, buques de prospección sísmica, plataformas petroleras, embarcaciones pesqueras y de turismo, tanto en el Pacífico como en el Caribe.

Así mismo, el programa propende por el cumplimiento de la legislación colombiana para minimizar los posibles impactos de las actividades de prospección sísmica sobre la fauna marina, mediante la presencia de los observadores a bordo, utilizando la metodología internacional de la Joint Nature Conservations Committee (JNCC). La Fundación Omacha no solo apoyará con la metodología de estimación de abundancia e identificación de especies, sino que apoyará con el análisis de la información colectada.

## Laboratorio de Ecología Molecular de Vertebrados Acuáticos, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes



El laboratorio de investigación en ecología molecular de vertebrados acuáticos, forma parte del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de los Andes, cuenta con más de 10 años de trayectoria en el campo de investigación a nivel genético de vertebrados acuáticos, principalmente cetáceos. Todas las entidades arriba mencionadas actualmente tienen convenios de trabajo con este laboratorio en diferentes proyectos a nivel nacional y regional, razón por la cual el lazo de cooperación es bastante sólido.

### 5.1.8 Centro de Medicina Aero Espacial - CEMAE / FAC



La Fuerza Aérea Colombiana con su Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAE) ha participado activamente en el desarrollo de la agenda científica Antártica de Colombia 2014-2035 y específicamente en áreas temáticas como medio ambiente y otros donde se entrelazan con las diferentes líneas de investigación del (CEMAE) en factores humanos y temperaturas extremas vinculándose con un proyecto de investigación buscando analizar, observar y comparar los cambios a nivel del trópico versus la Antártida respecto a la composición corporal, resistencia



cardiovascular, fatiga, somnolencia, riesgo de hipotiroidismo, ciclo circadiano y su respuesta a la actividad física.

### 5.1.9 Universidad Andrés Bello (Chile)

La Universidad Andrés Bello (UNAB) es una institución privada sin fines de lucro que ofrece carreras profesionales de pregrado y estudios de postgrado en diversas disciplinas. Tiene una antigüedad de 25 años y es la primera Universidad privada no tradicional en Chile, en ser acreditada en investigación científica. La generación de conocimientos es uno de los pilares fundamentales de la universidad. La UNAB tiene sedes o campus en Santiago, Viña del Mar y Concepción, y un Centro de Investigación Científica Marina en Quintay. La UNAB no tiene líneas de investigación pre-definidas, y son los mismos investigadores quienes proponen las temáticas científicas, según sus propias inquietudes o asociaciones con programas nacionales e internacionales de investigación.

Es así como el proyecto “Variabilidad de facies sísmicas y procesos sedimentarios en pequeñas bahías y fiordos de la costa de Danco, península Antártica”, es parte del Programa de Ciencia Antártica de Chile (PROCIEN), del Instituto Antártico Chileno, y está enmarcado dentro de su línea de investigación “Cambio Climático Antártico”, el cual a su vez, se asocia a los objetivos y preguntas científicas establecidas dentro de los programas “Cambio climático antártico en el siglo 21” y “Dinámica pasada de los casquetes de hielo antárticos” del Scientific Committee on Antarctic Research” (SCAR). El fin último de este proyecto, es poder contribuir con datos específicos para ajustar modelos climáticos internacionales que puedan predecir la evolución climática de la península antártica.

## 5.2 PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN



**Fotografía 4.** Buque de la Armada Nacional de Colombia, ARC “20 DE JULIO”.

El ARC “20 DE JULIO” es el primer buque oceánico construido en Colombia. Su nombre se remonta al grito de independencia en 1810, hito fundamental de la historia de Colombia y es la segunda unidad de la Armada Nacional que tiene el honor de llevar este nombre, siendo el primero el destructor ARC “20 DE JULIO” construido en Malmo - Suecia en 1958.

Lleva en su casco el número 46 y su construcción comenzó en el 2009, finalizando en febrero de 2012, con el afirmado del pabellón en la base naval ARC “BOLÍVAR”.

**Tabla 3. Características del ARC “20 DE JULIO”.**

CARACTERISTICAS (m)	
ESLORA	80,6
MANGA	13
PUNTAL	6,5
ALTURA MÁSTIL	27,8
ALTURA PUENTE	12,7
VELOCIDAD ECONÓMICA	12
VELOCIDAD MÁXIMA	18
DESPLAZAMIENTO	1723
CALADO MÁXIMO	4,6
TRIPULACIÓN	66
TRANSPORTE PERSONAL	34
PROPULSIÓN	02
GENERACIÓN ELÉCTRICA	03

El buque de la clase OPV, (Offshore Patrol Vessel), es la materialización de un sueño que exalta el poder marítimo colombiano y la capacidad de COTECMAR para diseñar y construir unidades navales con altos estándares de calidad, certificadas y clasificadas por entes internacionales.

Sus especificaciones de diseño lo convierten en un buque dinámico, flexible, seguro, configurable y versátil, permitiéndole realizar operaciones tales como: investigación científica, apoyo en la atención de desastres naturales y ambientales, operaciones de paz, búsqueda y rescate en el mar, defensa de la soberanía e interdicción marítima.

### Capitán de Fragata Camilo Ernesto Segovia Forero Comandante ARC “20 DE JULIO”



El Comandante del buque es el Capitán de Fragata Camilo Ernesto Segovia Forero, nacido en Bogotá el 14 de febrero de 1972. Se graduó como Teniente de Corbeta de la Escuela Naval “Almirante Padilla” en junio de 1993. Es ingeniero Naval Electrónico de la Escuela Naval y como estudios adicionales ha realizado especializaciones en Artillería Naval en España, Derecho Internacional de Conflictos Armados en la Escuela Militar del Ejército y es Magister en Ingeniería Electrónica y Magister en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. En el año 2009 recibió el título de Oficial de Estado Mayor.

El señor Oficial durante su tiempo embarcado, se ha desempeñado en el Buque Escuela ARC “GLORIA”, en las Fragatas Misileras ARC “INDEPENDIENTE” y ARC “ALMIRANTE PADILLA” y el Buque Multipropósito ARC “BUENAVENTURA”. Se desempeñó como Comandante de la Lancha Rápida de Río ARC “MOMPOX”, la Patrullera Costera ARC “JAIME CÁRDENAS”. Durante su carrera ha sido condecorado con la Medalla al Mérito Militar Antonio Nariño, Medalla al Mérito Naval Almirante Padilla, y Medalla al Mérito Académico Francisco José de Caldas, entre otras.

**Tabla 4. Listado de tripulación y personal de apoyo embarcado.**

No.	GR.	NOMBRE	CARGO
1	CF	SEGOVIA FORERO CAMILO ERNESTO	COMANDANTE

2	CF	ESPINEL BERMÚDEZ JORGE RICARDO	SEGUNDO COMANDANTE
3	CC	ORTIZ BELLOFATTO NORMAN MARCEL	JEFE DEP. OPERACIONES
4	TN	RÍOS ÁNGULO WILSON ANDRÉS	JEFE DEP. ARMAMENTO
5	TN	TORRES SÁENZ ANDRÉS FRANCISCO	JEFE DEP. INGENIERÍA
6	TN	CERQUERA DURAN MAURICIO F.	JEFE DIV. PROPULSIÓN
7	TF	FRANCO RODRÍGUEZ JOSÉ EDUARDO	JEFE DEP. LOGÍSTICA
8	TF	CARLIER JIMÉNEZ MARISOL	JEFE DIV. ARTILLERÍA
9	TK	VARGAS MONTAÑEZ MARÍA F.	JEFE DIV. NAVEGACIÓN
10	TK	LÓPEZ CÁRDENAS RAFHAEL ANTONIO	JEFE DIV. CIC Y CT
11	TK	SUAREZ GARZÓN SERGIO DANIEL	JEFE DIV. AUXILIARES
12	TK	DUEÑAS ALARCÓN CAMILO ANDRÉS	JEFE DIV. CUBIERTA
13	TK	SÁNCHEZ CIFUENTES MÓNICA A.	JEFE DIV. COMUNICACIONES
14	TK	ARIZA FRANCO CAMILO STIVEN	AY JEFE DIV. CUBIERTA
15	TK	CIRCA TOLOSA NÉSTOR OSWALDO	AY JEFE DIV. AUXILIARES
16	TK	PADILLA HERRERA LEONEE	JEFE DIV. SERVICIOS
17	SJ	PARRA CUSTODE ÁLVARO ALFONSO	JEFE DE MAQUINAS
18	S1	ÁLVAREZ BENÍTEZ OTONIEL	MAESTRO DE ARMAS
19	S1	RAMOS GUZMÁN ALEXIS EDUARDO	S/O DIV PROPULSIÓN
20	S1	ARNEDO BAÑOS WALTER	JEFE DE NAVEGACIÓN
21	S1	PINEDO ATENCIO NÉSTOR ANTONIO	S/O CIC Y CT
22	S1	MARTIN LEÓN NELSON ENRIQUE	S/O DIV. NAVEGACIÓN
23	S2	MERCADO JIMÉNEZ JAIR RENÉ	S/O DIV. ARTILLERÍA
24	S2	SIERRA M. JOSÉ DE LOS SANTOS	MOTORISTA
25	S2	MARCHENA HERNÁNDEZ OMAR A.	S/O DIV. AUXILIARES
26	S2	ROLONG GARCÍA MAYCOL FABIÁN	CONTRAMAESTRE DE CARGO
27	S3	CANTILLO NOVOA ROBERTO CARLOS	CONTRAMAESTRE
28	S3	VALENCIA BELTRÁN JOSÉ RICARDO	CONTRAMAESTRE
29	S3	CONTRERAS MÉNDEZ MAURICIO J.	ELECTRÓNICO
30	S3	ÁLVAREZ ARROYO FABIO ANDRÉS	ARTILLERO
31	S3	HERRERA MIER JAIR ANDRÉS	ELECTRICISTA
32	S3	LIZARAZO REGUEROS JAVIER R.	RADARISTA
33	MA1	VERA VILLACOB VILMER GIOVANNI	CONTRAMAESTRE
34	MA1	RODRÍGUEZ CORONADO JOHN FREDY	ADMINISTRADOR
35	MA1	FERNÁNDEZ ESPIR JULIO CESAR	RADARISTA
36	MA1	MENDOZA GUEVARA CARLOS ANDRÉS	NAVEGANTE
37	MA1	HERNÁNDEZ ACUÑA YULIETH	COCINERA
38	MA1	MEJÍA RESTREPO JUAN DAVID	CONTRAMAESTRE
39	MA1	TACHE RODRÍGUEZ MIGUEL ÁNGEL	ADMINISTRADOR
40	MA1	CASTRO CASTRO KEVIN HERNÁN	CONTRAMAESTRE
41	MA1	FERNÁNDEZ ARRIETA ANDERSON	ARTILLERO
42	MA1	MUNAR MESA OSWALDO LEONARDO	COCINERO
43	MA1	VERGARA IBARRA FRANCISCO A.	CONTRAMAESTRE
44	MA2	CANTOR RUEDA DANIEL AUGUSTO	MOTORISTA
45	MA2	CAICEDO GARCÍA JORGE ALEJANDRO	ADMINISTRADOR

46	MA2	OSORIO PARADA EDWIN ORLANDO	RADIOOPERADOR
47	MA2	ORTEGA CADENA JOHN ALEJANDRO	RADIOOPERADOR
48	MA2	ARÉVALO LOAIZA MAYKOL JOSÉ	ELECTRÓNICO
49	MA2	CAITA MURCIA CAMILO ANDRÉS	NAVEGANTE
50	MA2	PACHECO MORENO HERNÁN YECID	ELECTRICISTA
51	MA2	VALLEJO MEJÍA JESÚS STIVEN	ELECTRICISTA
52	MA2	OROZCO DONADO ARMANDO JEYSON	TEC. REFRIGERACIÓN
53	MA2	VILLANUEVA MONSALVE LUIS FELIPE	MOTORISTA
54	IMP	GALVÁN TAFUR MOISÉS BENJAMÍN	ARTILLERO
55	IMP	FLÓREZ PALMERA DANIEL ENRIQUE	TANQUE
56	IMP	LÓPEZ ROMERO OSCAR	COCINERO
57	IMP	UPARELA PINTO CLEIDER JOSÉ	COCINERO

#### **DIVISION DE SANIDAD NAVAL**

58	CF	ROMERO HERNÁNDEZ MAURICIO	MÉDICO
59	SJ	BARRANTES VERA JUAN GUILLERMO	ENFERMERO

#### **PERSONAL EMBARCADO COMANDO AVIACION NAVAL**

60	CC	ORTIZ GALINDO DAVID	PILOTO
61	TN	CASTELLANOS RIVERA CAMILO E.	COPILOTO
62	S1	VARGAS RUAN JHON FERNANDO	TÉCNICO
63	S3	SARMIENTO GRANADOS MICHAEL S.	TÉCNICO
64	MA1	PÉREZ BARÓN CARLOS JOSÉ	TÉCNICO

#### **PERSONAL EMBARCADO GRUPO DE COMUNICACIONES ESTRATEGICAS**

65	TF	CALDERÓN VERA EDNA BIBIANA	PERIODISTA
66	SS	MALDONADO ROMERO ERVIN RAFAEL	FOTÓGRAFO
67	MA1	SUAREZ MALDONADO CRISTIAN A.	CAMARÓGRAFO

#### **PERSONAL MEDIOS DE COMUNICACION**

68	CIVIL	POSADA ROCKWOOD ÁNGELA MARÍA	PERIODISTA
69	CIVIL	CIENDUA MORENO ERIKA LISETH	FOTÓGRAFO
70	CIVIL	NARANJO GUTIÉRREZ JOSÉ A.	FOTÓGRAFO

#### **PERSONAL DE APOYO OPERACIONAL DE LA ARMADA DE CHILE**

71	TN	GONZÁLEZ RAMÓN	ASESOR DE MANIOBRA
72	MA1	PALMAS JIMÉNEZ MATÍAS	BUZO
73	CS	GAVILÁN ESPINOSA PATRICK	BUZO

### **5.3 INVESTIGADORES**

A continuación se relacionan los científicos y tecnólogos que conforman el grupo de investigadores de la Primera Expedición Antártica de Colombia.

**Capitán de Navío Ricardo Molares Babra MSc.  
Jefe Científico de la Expedición Antártica**



Como actual director del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), fue encargado por el Comando de la Armada Nacional y por la Dirección General Marítima (DIMAR), de la planeación del componente científico de la expedición, coordinando las necesidades de los proyectos de investigación de las instituciones participantes. Estructuró el proyecto de antártico del CIOH, I.C.E.M.A.N.

Oficial naval en el grado de Capitán de Navío, graduado de la Escuela Naval Almirante Padilla en 1991. A bordo de buques de investigación oceanográfica se desempeñó como jefe del departamento de cubierta y laboratorios del ARC “MALPELO” y segundo comandante del buque hidrográfico ARC “QUINDIO”.

Obtuvo el título de oceanógrafo físico en 1995 y se especializó en manejo integrado de zonas costeras del programa COASTMAN (Bremen – Alemania). Investigador del área de oceanografía del CIOH entre los años 2000 y 2006. Entre el 2007 y 2009 fue director del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CIOH – Pacífico) desde donde inicio con el montaje del Sistema de Alerta de Tsunami para Colombia y diseño el Centro de Alerta de Tsunami para el Pacífico, el cual se replicó como espejo en el CIOH, también durante su dirección.

Entre los años 2013 y 2014, bajo su dirección, se efectuó la actualización tecnológica de los buques oceanográficos de DIMAR, el ARC “MALPELO” y el ARC “PROVIDENCIA”, lo que permitió la adquisición de equipos acústicos de última generación (ecosonda multihaz, monohaz, ADCP y perfilador de subfondo) y su instalación por primera vez en el país, de estos equipos en una góndola, mejorando de esta forma la calidad de los datos, así como disminución de los tiempos de adquisición de datos, logrando mayor eficiencia y efectividad.

Como responsable de la planeación científica de la expedición antártica, fue miembro de la comisión nacional representante de la Reunión de Países Consultivos del Tratado Antártico (Bruselas, 2013) y de la Reunión Antártica de los Países Latinoamericanos (La Serena, 2013).

Como becario Erasmus Mundus, efectuó master en ingeniería y manejo costero y marino del programa COMEM de la Universidad Tecnológica de Delft - Holanda. Es autor de varias publicaciones científicas en las áreas de oceanografía física.

Correo electrónico: [jefcioh@dimar.mil.co](mailto:jefcioh@dimar.mil.co)

**Capitán de Navío (RA) Francisco Arias MSc.  
Oceanógrafo físico**



EL Capitán de Navío (RA) Francisco A. Arias Isaza, es el actual director del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR, entidad vinculada al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Durante su vida profesional ha desempeñado cargos como investigador en distintos proyectos en ciencias del mar en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH - de la Armada Nacional, Director de programas en la Comisión Colombiana de Oceanografía (hoy del Océano) – CCO, entre otros secretario técnico del programa antártico de esa Comisión, jefe de

cruceos de investigación oceanográfica e hidrográfica, jefe del servicio de buques oceanográficos de la Armada Nacional, Subdirector científico y Director (E) del CIOH.

Ha sido coordinador de proyectos nacionales e internacionales en ciencias del mar y gestor de varias de las políticas gubernamentales en materia de administración y conservación de los recursos marinos de Colombia, destacándose la Política Nacional Ambiental para los Espacios Costeros, Oceánicos e Insulares de Colombia (PNAOCI) promulgada a partir de 2001, que marcó el inicio de una nueva relación del país ambiental con respecto a sus costas y mares y que condujo a decisiones en materia de conservación como la declaratoria de la reserva de biósfera de Seaflower para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, la definición de nuevas áreas de parques nacionales marinos, la identificación de la vulnerabilidad de las costas nacionales frente al cambio climático, la ampliación de la cobertura de las corporaciones ambientales costeras sobre las áreas marinas, entre muchas otras.

Desde 1995 como director del INVEMAR ha liderado el desarrollo de las capacidades nacionales en investigación conduciendo al instituto hasta convertirlo en la entidad de investigación marina más importante del país y uno de los más reconocidos en la región latinoamericana y del Caribe. Bajo su mandato el INVEMAR ha desarrollado importantes alianzas nacionales e internacionales para la ejecución de actividades científicas y académicas siendo hoy hospedero de programas de maestría y doctorado en ciencias marinas y campus de iniciativas internacionales como el Ocean Teacher de UNESCO.

Lideró el establecimiento de la única revista científica marina de Colombia indexada internacionalmente, el Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. Ha sido vocero y representante de país en diversas negociaciones internacionales y

mantiene adicionalmente a su trabajo en la dirección del INVEMAR su papel como investigador líder del grupo de investigación de zonas costeras del instituto. Tiene un título en biología marina de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y un DEA de la Universidad de Nantes, Francia así como varias publicaciones en los temas de su especialidad profesional.

Correo electrónico: [francisco.arias@invemar.org.co](mailto:francisco.arias@invemar.org.co)

### **Sandra Bessudo** **Bióloga marina**



Sandra Bessudo, bióloga marina de la Universidad Ecole Pratique De Haute (Francia). Actualmente es la directora de la Fundación Malpelo. Tiene amplia experiencia en generación de imágenes submarinas (fotografía y video), investigación con peces migratorios (especialmente tiburones) enfocado en el estudio de su ecología a través del seguimiento con telemetría satelital.

En el presente proyecto fue parte de la expedición Antártica para la toma de datos en campo (foto-identificación, muestras de genética) y estará liderando la producción del material de difusión que se haga posteriormente. De igual manera será parte del equipo de investigadores que analizarán la información colectada.

Correo electrónico: [sbessudo@fundacionmalpelo.org](mailto:sbessudo@fundacionmalpelo.org)

### **Mayor Juan Castro Herrera** **Médico**



El Mayor Juan Miguel Castro Herrera, es médico cirujano vinculado a la Fuerza Aérea Colombiana con 15 años de experiencia en Especialidades tales como Gerencia en Salud con la asesoría en la administración y direccionamiento de los diferentes Establecimientos de Sanidad Militar de la Fuerza Aérea; especialidades en Medicina Aeroespacial y en Medicina del Deporte realizando actividades encaminados al mantenimiento y adecuado desarrollo de la Salud Operacional con el entrenamiento para el personal operativo de las Fuerzas Militares en áreas académicas como la fisiología de vuelo

asociado a la fisiología del ejercicio en control de los diferentes factores de riesgo al ejecutar las misiones asignadas.

Ha trabajado en el fortalecimiento en las líneas de investigación del Centro de Medicina Aeroespacial de la Fuerza Aérea Colombiana y en convenios educativos

en calidad de docente asociado con las universidades: el Bosque, Nacional y Manuela Beltrán. Efectuó maestría en Ciencias y Tecnologías de la Actividad Física y el Deporte.

Correo electrónico: [jumicashe@yahoo.com](mailto:jumicashe@yahoo.com)

### **Suboficial Tercero Munir De La Rosa Hidrógrafo.**



Suboficial Naval con 11 años de servicio, Tecnólogo en Hidrografía y especialista en Manejo Integrado de Zonas Costeras egresado de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “BARRANQUILLA”, vinculado a DIMAR desde hace 9 años, desempeñándose como hidrógrafo en el área de Levantamiento Hidrográficos CIOH.

Asistió en el año 2009 a un intercambio de conocimiento de multihaz en la ciudad de Rio de Janeiro – Brasil, y durante su permanencia en la carrera ha hecho cursos relacionado en el ámbito

de la profesión.

Ha participado en diferentes proyectos de Generación Cartografía Náutica Nacional.

En la Primera Expedición Científica de Colombia a la Antártida participó activamente en la recolección y edición de datos, aporte que sirve como fuente de información para la elaboración de la carta de navegación INT 9103 que será publicada por el Servicio Hidrográfico Oceanográfico de Chile (SHOA).

Correo electrónico: [Munir.DelaRosa@dimar.mil.co](mailto:Munir.DelaRosa@dimar.mil.co)

### **Maria Claudia Diazgranados MSc. Bióloga marina**



María Claudia Diazgranados, es bióloga marina de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (Colombia), ecóloga de la Universidad de Aberdeen (Escocia) y candidata a doctorado en ciencias del mar, en la Universidad de Giessen (Alemania). Ha trabajado específicamente con mamíferos marinos por más de 15 años, especialmente con delfines marinos y de agua dulce, estudiando su ecología y comportamiento a través de técnicas como la bioacústica.

Ha participado en cruceros de investigación de estimación de abundancia de mamíferos marinos en



diferentes áreas tanto en Colombia como en la costa Pacífica de Latinoamérica. En el presente proyecto fue parte de la expedición Antártica para la toma de datos en campo (foto-identificación, muestras de genética y acústica), estará a cargo del análisis de la información en alianza con las demás instituciones, especialmente del componente de distribución y foto-identificación. Colaborará también en la producción de material de difusión del proyecto.

Correo electrónico: [m.diazgranados@conservation.org](mailto:m.diazgranados@conservation.org)

### **Teniente de Navío Cesar Grisales MSc. Oceanógrafo físico**



Es investigador del CIOH, desempeñándose como Jefe del Área de Oceanografía Operacional. Participante en la expedición antártica, como investigador en la obtención, procesamiento y análisis de datos oceanográficos que fueron recolectados durante la campaña realizada en el Estrecho de Gerlache, con el fin de calibrar y validar un modelo numérico que permita conocer la dinámica oceanográfica y deriva de hielos flotantes en esa área.

Ha realizado maestría en oceanografía física y diferentes cursos en meteorología tropical, gestión de proyectos, cursos básicos OMI, entre otros.

Participó en la elaboración y estructuración del proyecto de investigación “ICEMAN” (Investigación Científica para la Seguridad Marítima en la Antártica).

Correo electrónico: [CGrisales@dimar.mil.co](mailto:CGrisales@dimar.mil.co)

### **SJ Richard Guzmán Jefe de Levantamiento Hidrográfico**



Suboficial Naval en el grado de Jefe Técnico, graduado en la Escuela Naval de Suboficiales ARC “BARRANQUILLA” en 1991.

Actualmente, responsable del área de levantamientos hidrográficos del CIOH, designado como supervisor líder y coordinador de la instalación de los equipos hidrográficos a bordo del ARC “20 DE JULIO”, y del alistamiento, planeamiento y ejecución de la batimetría en el

estrecho de Gerlache, en el marco de la Primera Expedición Científica Colombiana a la Antártida.

Hidrografo con más de 15 años de experiencia a nivel nacional e internacional, supervisor técnico en la modernización de equipos hidrográficos para los buques oceanográficos. Participó durante 3 años en los cruceros ERFEN, apoyando las labores de investigación científica como hidrógrafo y buzo. Ha realizado levantamientos en la costa caribe y pacífica, así como en lagos y ríos de Colombia.

Buzo salvamentista de primera clase de la escuela de buceo y salvamento de la Armada Nacional, con 18 años de experiencia.

Pionero en la implementación de sistemas multihaz en Colombia y Comandante del primer bote hidrográfico que contó con este sistema, con el cual realizaron por primera vez levantamientos en los principales puertos Colombianos.

Instructor en hidrografía para los curso de complementación de la Escuela Naval de Suboficiales ARC "BARRANQUILLA".

Correo electrónico: [rguzman@dimar.mil.co](mailto:rguzman@dimar.mil.co)

### **Suboficial Tercero Guido Herrera**

#### **Tecnólogo en oceanografía**



Suboficial Naval con 9 años de servicio, Tecnólogo en Oceanografía Física, especialista en Manejo Integrado de Zonas Costeras, durante el tiempo de servicio se ha desempeñado como analista de datos oceanográficos, especializándose en el manejo de equipos y procesamiento de datos océano-atmosféricos adquiridos en las diferentes campañas oceanográficas realizadas por el CIOH.

En la actualidad se desempeña como analista de procesos océano-atmosféricos y mejoramiento de procesos de cómputos de alto desempeño, capacidad adquirida en el estudio y desarrollo de sistemas de la información en el Instituto Tecnológico Comfenalco.

En la expedición antártica participó en la recolección de datos oceanográficos, prestando apoyo en el desarrollo de software y subprogramas para la lectura y procesamiento de los datos adquiridos en el área de estudio.

Correo electrónico: [gherrera@dimar.mil.co](mailto:gherrera@dimar.mil.co)

**Diego Fernando Mojica-Moncada**  
**Biólogo marino**

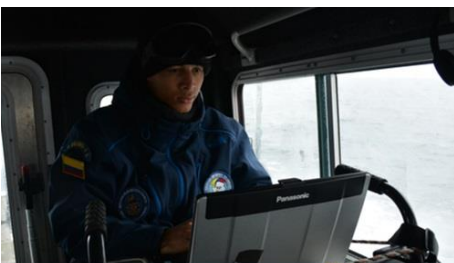


Representante e investigador de la Secretaria Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano – SECCO, así mismo de las instituciones con las cuales se estructuró el proyecto del componente de zooplancton, CCO, Universidades del Valle, Antioquia e Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona. Además hace parte del proyecto de Mamíferos Marinos Antárticos: con especial atención hacia cetáceos migratorios proyectado por la Fundación Malpelo, Conservación Internacional, Fundación Omacha, Fundación Yubarta, Universidad de los Andes y la CCO.

Biólogo Marino, observador de mamíferos y fauna marina, con conocimientos en recursos pesqueros, apasionado y promotor desde hace catorce años de los temas Antárticos en Colombia, documentalista y Divemaster. Con experiencia en la caracterización de ecosistemas marinos y nueve años en altamar en barcos de pesca industrial atunera (en el área de la Convención de Antigua), pesquerías artesanales, en campañas de investigación pesquera, oceanográficas y de prospección sísmica costa afuera en el Océano Pacífico Oriental - OPO y Mar Caribe, comprometido con la conservación y aprovechamiento sostenible del medio ambiente, la biodiversidad marina, y el bienestar social. Con gran interés en la investigación biológica, exploración y documentación en áreas de difícil acceso.

Correo electrónico: [diegomojic2000@yahoo.com](mailto:diegomojic2000@yahoo.com)

**MA1 Marjhony Monterosa**  
**Tecnólogo en hidrografía**



Suboficial Naval en el grado de Marinero Primero, hace parte del grupo de levantamientos hidrográficos del CIOH desde el año 2012 y ha participado en la obtención de información batimétrica para el desarrollo de cartografía náutica en el Caribe colombiano.

Ha participado en diferentes capacitaciones tanto nacionales como internacionales en manejo de bases de datos hidrográficas y levantamientos con equipos multihaz.

Correo electrónico: [mMonterroza@dimar.mil.co](mailto:mMonterroza@dimar.mil.co)

**Capitán de Fragata Nelson Enrique Murillo Gómez MSc.  
Oceanógrafo físico.**



Oficial Naval egresado de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" en 1994. Ha ocupado diferentes cargos desde Jefe de División a bordo de buques y en unidades de Infantería de Marina, hasta Comandante. Su formación académica en oceanografía física nació por el interés de conocer como los parámetros océano- atmosféricos afectan el desarrollo de las operaciones militares, los procesos físicos que regulan el clima en el planeta y su interacción con la línea de costa.

Actualmente, como decano de la facultad de oceanografía física de la Escuela Naval Almirante Padilla, tiene la responsabilidad de entregar educación de alta calidad en niveles de pregrado y maestría a los Oficiales de la Armada Nacional y todo el personal no uniformado interesado en fortalecer el desarrollo marítimo del país.

Para la primera expedición científica de Colombia a la Antártida y en representación de la Escuela Naval de Cadetes, es el investigador principal del proyecto "*Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico Sur Americano y su conexión con las aguas Antárticas en el verano austral del 2015*". Durante la expedición se desempeñó como jefe de las estaciones oceanográficas y efectuó análisis preliminar de los datos obtenidos.

Correo electrónico: [jdfof@enap.edu.co](mailto:jdfof@enap.edu.co)

**Diana María Quintana-Saavedra MSc.  
Microbióloga.**



Microbióloga Industrial MSc. Oceanografía. Investigador científico del Centro de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). Es supervisor de calidad de laboratorio del CIOH, con 14 años de experiencia en evaluación y modelación de características fisicoquímicas y microbiológicas de ecosistemas marino-costeros y agua de lastre de buques de tráfico internacional.

Autor de diferentes publicaciones en revistas indexadas y ponencias en congresos nacionales. Fue becada por UNESCO-IHE, AECID,

ROCRAM. Se ha desempeñado como asesor ambiental con énfasis en valoración del recurso hídrico en aguas superficiales marinas y subterráneas. Tiene experiencia en Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y de laboratorios de ensayos y es auditor interno en ISO 14001 e ISO 17025. Así mismo, ha desarrollado proyectos de investigación en biodegradación, de hidrocarburos en ambientes marinos.

Correo electrónico: [diana.quintana@dimar.mil.co](mailto:diana.quintana@dimar.mil.co)

**Diana Marcela Ramírez MSc.**  
**Ingeniera mecánica**



Diana Ramírez, es Ingeniera Mecánica de la Universidad Tecnológica de Bolívar y actualmente se desempeña como diseñadora de maquinaria naval y propulsión y gerencia de diseño e ingeniería de COTECMAR.

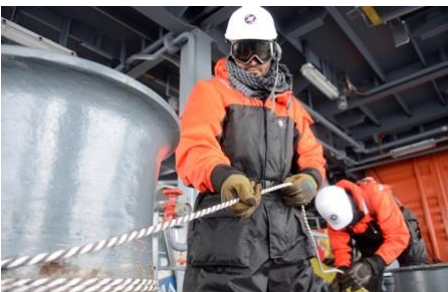


Es especialista en ingeniería de procesos y transporte de petróleos y petroquímicos básicos y ha efectuado diplomados en Ingeniería Naval y gerencia de Proyectos PMI. Se encuentra cursando estudios de Máster en Ingeniería Naval Escuela Naval de cadetes Almirante Padilla.

Como científico embarcado en la Expedición Antártica, es investigador principal del proyecto de COTECMAR “Aplicación de materiales compuestos en ejes y hélices para embarcaciones en aguas tropicales y polares, caso de estudio OPV 80-ARC “20 DE JULIO”.

Correo electrónico: [dramirez@cotecmar.com](mailto:dramirez@cotecmar.com)

**Juan Camilo Restrepo PhD.**  
**Ciencias del Mar**



Doctor en Ciencias del Mar de la Universidad del Norte, Magíster en Ciencias de la Tierra de la Universidad Eafit, e Ingeniero Ambiental de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. Actualmente se desempeña como Profesor de la Universidad del Norte e Investigador del Grupo de Física Aplicada – Océano Atmósfera de la misma universidad. También se desempeñó como investigador en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) y el Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP).

Su trabajo de investigación se ha centrado en la estimación de los flujos de agua y sedimentos hacia los océanos, el estudio de los procesos de morfodinámica litoral, y el análisis de los procesos de dinámica estuarina y deltaica.

Correo electrónico: [restrepocj@uninorte.edu.co](mailto:restrepocj@uninorte.edu.co)

**Constanza Ricaurte Villota PhD.**  
**Bióloga Marina**



Constanza Ricaurte Villota es la actual coordinadora del Programa de Geociencias Marinas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR. Se ha desempeñado en diferentes entidades nacionales en cargos relacionados con actividades de investigación en recursos hidrobiológicos y las ciencias del mar.

Ha sido docente de la Escuela Naval de Cadetes e investigadora de diferentes proyectos de investigación en la Escuela Naval y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH.

En el INVEMAR lidera proyectos enfocados a entender los efectos físicos del cambio climático en las costas colombianas, en especial los relacionados con la oceanografía, el clima y la erosión costera. Dentro de sus áreas de interés está la investigación en ciencias de la tierra con enfoque particular en cambio climático, paleoceanografía y paleoclimatología, usando principalmente geoquímica marina para entender la variabilidad del océano y del clima tropical en el presente y el pasado, y su relación con procesos océano-atmósfera y océano-tierra a diferentes escalas espaciales y temporales.

Es bióloga con énfasis en Biología Marina de la Universidad del Valle, Maestría y Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera de la Universidad de Baja California, México.

Correo electrónico: [constanza.ricaurte@invemar.org.co](mailto:constanza.ricaurte@invemar.org.co)

**Cristian Rodrigo PhD.**  
**Ciencias de la Tierra**



Cristián Rodrigo es Oceanógrafo (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso) y obtuvo su maestría y doctorado en Ciencias de la Tierra con especialidad en Geofísica Aplicada (CICESE).

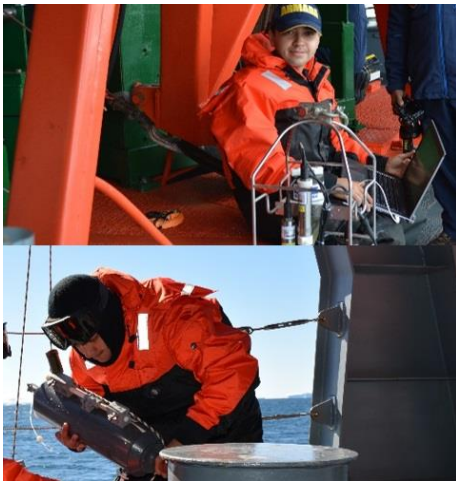
Ha sido profesor universitario por casi 20 años para cursos de pre y post-grado en la Escuela de Ciencias del Mar (PUCV) y en la Universidad de Magallanes. Se ha desempeñado en el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico

de la Armada (SHOA) en Geología Marina, Dinámica Costera y Batimetría, y fue Sub-Jefe del Centro Nacional de Datos Hidrográficos y Oceanográficos. También se desempeñó en el Instituto Antártico Chileno como investigador y Jefe de la Sección Educación y Divulgación Científica del Departamento Científico.

Actualmente es profesor de la Escuela de Geología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andrés Bello, en el Campus de Viña del Mar. Es el presidente del Grupo de Geología Marina del Comité Oceanográfico Nacional, y miembro del Grupo Técnico y Legal de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos de las Naciones Unidas, entre otras organizaciones.

Su línea de investigación principal corresponde a la exploración de los fondos marinos antárticos y del Pacífico Sur, incluyendo las islas oceánicas chilenas, la caracterización de sus recursos naturales, especialmente aquellos asociados a las fuentes hidrotermales e hidratos de gas. Actualmente estudia las secuencias sedimentarias marinas en ambientes glaciomarineros, para comprender la evolución climática de la península Antártica.

### **S3MOF Diego Andrés Villate Daza Tecnólogo en oceanografía**



Suboficial Naval con 12 años de servicio, Tecnólogo en Oceanografía Física, especialista en Manejo Integrado de Zonas Costeras, especialista en Seguridad Integral de la Industria Naval y Portuaria, vinculado a la Dirección General Marítima desde hace 9 años, desempeñándose como jefe del área de oceánica del CIOH, responsable de gentes y naves en la Capitanía de Puerto de Bahía Solano, Inspector de Litorales en la Capitanía de Puerto de Santa Marta.

En la actualidad ejerce funciones como responsable de la oficina de meteorología del CIOH, habiéndose capacitado en cursos de extensión realizados en la Universidad Nacional, Fuerza Aérea Colombiana, entre otros. Complementa su formación y actividades laborales con deportes como el buceo, atletismo y fútbol.

Correo electrónico: [DVillate@dimar.mil.co](mailto:DVillate@dimar.mil.co)

## 6. EQUIPO CIENTÍFICO

En la expedición antártica se emplearon una serie de equipos científicos perteneciente a las instituciones y de los cuales se hace una breve referencia.

### CIOH

**LOME:** El Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado fue diseñado y construido por el CIOH como soporte para la expedición, sin embargo puede ser utilizado en diferentes ambientes. Consta de climatización (A/A – Calefacción), red de datos, red eléctrica, red hidráulica, sistemas de seguridad industrial, mesones para manejo de muestras y cinco puestos de trabajo.

**PMO:** La Plataforma para la Maniobra Oceanográfica, es una solución técnica para el lanzamiento de equipo científico desde el ARC “20 DE JULIO”, sin embargo puede ser empleada desde otras plataformas. Consta de un marco A extendible, dos winches oceanográficos con capacidad de 2000 m de cable y malacates con 30 m para facilidad y seguridad de la maniobra en estación oceanográfica.

**CTD 19plus (6869); CTD SBE25 (0510), CTD SBE25 (0511).** Son perfiladores de parámetros físicos equipado con sensores de temperatura, conductividad, presión, fluorimetría, densidad, oxígeno y turbidez.

**Ecosonda Kongsberg EA600.** Ecosonda monohaz instalada en el buque con transducer de 200 KHz (aguas someras) y de 18 KHz (aguas profundas).

**Ecosonda Kongsberg EA400.** Ecosonda monohaz portátil empleada para levantamiento de aguas someras y profundas con transducer dual 200/38 KHz.

**SVP.** Es un perfilador de velocidad del sonido empleado para el procesamiento de la información batimétrica.

**ADCP.** Perfilador de corrientes acústico.

**Roseta.** La roseta muestreadora consta de 12 botellas Niskin. Permite en tiempo real disparar cada una de las botellas a la profundidad deseada, o preprogramando las profundidades desde antes del lanzamiento del equipo.

**Draga Chypeck.** Es un equipo para recolección de muestras de sedimento. Se activa por gravedad, una vez que este se posa sobre el fondo oceánico.

**Winche oceanográfico.** En la PMO se instalaron dos winches de los buques oceanográficos de DIMAR, modelo DT1020EHLW electro-hidráulico de 20 HP, 230/460 50/ 60HZ. Capacidad de cable hasta 2000 m.

**Estación meteorológica:** Estación meteorológica automática provista de un Datalogger netDL1000 OTT con capacidad de transmisión GPRS e INMARSAT y capacidad de almacenamiento interno de 1GB. 01 sensor de viento ultrasónico provisto de calefacción; 01 sensor de presión barométrica; sensor de temperatura y



humedad relativa; calefacción interna regulada con termostato; software de gestión HYDRAS 3. (Conexión Ethernet, USB y RS232).

## UNIVERSIDAD DEL NORTE

**Correntómetro ADCP – Workhorse 1200 kHz.** Es un perfilador de corrientes acústico de efecto *Doppler*, fabricado por Teledyne RD Instruments. Gracias al cambio en la frecuencia de un haz acústico emitido por el equipo y reflejado por las partículas y organismos en suspensión, es posible obtener mediciones de magnitud y dirección de la corriente en diferentes segmentos de la columna de agua, llamados celdas de medición.

**CastAway-CTD.** Es un perfilador de temperatura, salinidad y velocidad del sonido utilizado en aguas someras (100 m); fabricado por SonTek/YSI. Este instrumento registra conductividad, temperatura y presión en la columna de agua a una tasa de 5 Hz usando un arreglo de diodos y termistores de respuesta rápida, permitiendo obtener mediciones de gran precisión y alta resolución espacial.

## CCO

**Red de zooplancton.** Red de bongo de 200 micras para recolección de muestras de plancton por arrastre, con colector y flujómetro instalado en la boca de la red.

**Red de zooplancton.** Set de red doble de zooplancton con colectores de 300 y 500 micras. Flujómetro instalado en la boca de la red.

## INVEVAR

**CTD SEABIRD 39 PLUS.** Perfilador de conductividad, presión, temperatura y densidad con sensores adicionales para oxígeno y fluorómetro.

**ADCP** (Acoustic Doppler Current Profiler), Workhorse Sentinel WHS300-I-U6317, RDI Teledyne de 300 KHz, memoria de 256MB, en posición down facing hasta 95 m (alcance máximo del haz acústico).

**Multicorer – Uwitec.** Obtiene varias muestras de sedimentos en aguas profundas y poco profundas. Consta de un sistema de suspensión de liberación automática y palancas de fijación que sujetan las barras de distancia y los tubos guías de extensión, que con el lastre, aferran un tubo de PVC que contiene el núcleo de sedimento.

## Conservación Internacional / Fundación Malpelo

**Rifle modificado.** Las biopsias fueron colectadas utilizando un rifle modificado que dispara dardos de pólvora, y un dardo de cabeza metálica con una punta de 1 cm de largo y 0.5 cm de diámetro.

**Cámaras fotográficas.** Para la fase de campo de avistamientos se contó siempre con binoculares, cámaras fotográficas y de video en diferentes formatos.

## 7. NARRACIÓN DEL CRUCERO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con lo programado, a las 1600 horas del 16 de diciembre del 2014, el buque de la Armada de la Nacional de Colombia, ARC “20 DE JULIO”, zarpó del muelle principal de la Base Naval ARC “BOLÍVAR” con destino a la Antártida, con la finalidad de desarrollar la Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida. La ceremonia de zarpe fue presidida por el Señor Almirante Hernando Wills, Comandante de la Armada Nacional.

### 7.1 ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN Y PRUEBA DEL EQUIPO CIENTÍFICO

Las actividades de divulgación de la expedición son un componente fundamental teniendo en cuenta el objetivo nacional a largo plazo, de que Colombia cambie su estado frente al Tratado Antártico, de miembro adherente a miembro consultivo, siendo la actividad de divulgación un elemento importante para presentar ante los países latinoamericanos (Ecuador, Perú, Chile y Brasil) la expedición y el programa antártico nacional. Por otra parte, fue una excelente oportunidad para establecer posibles acuerdos de cooperación con los institutos antárticos e investigadores; además, fue posible conocer los programas antárticos y capacidades de los países en este contexto.

Por otra parte, esta actividad previa a la expedición, permitió conocer detalles importantes y coordinar actividades de cooperación internacional.



**Fotografía 5.** Se muestran algunas imágenes durante el foro científico con diferentes autoridades tanto del INOCAR como del INAE. Cada uno de los investigadores colombianos que hacen parte de la expedición, expuso su proyecto de investigación.

**21/12/2014:** En las horas de la mañana el buque atracó en la base naval de Guayaquil, donde el buque fue recibido por el Almirante Jorge Ayala Salcedo, Jefe de la Escuadra de la Armada de Ecuador y por la cónsul de Colombia en Guayaquil, la Sra. Gloria Elsa León Perdomo, así como por el Secretario Ejecutivo de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, CN (R) Julián Reyna.

**22/12/2014:** En el marco de las actividades científicas de la expedición y de acuerdo con lo previamente coordinado, el Jefe Científico de la Expedición e investigadores, presentaron la expedición, así como los proyectos de investigación para de la expedición, ante los directivos e investigadores del Instituto Antártico Ecuatoriano (INAE) y el Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador (INOCAR).



**Fotografía 6.** Ejercicio de prueba de funcionamiento de equipos.

**26/12/2014.** En este día se efectuó una verificación de las rosetas muestreadoras encontrando problemas de comunicación con el winche 1 (ARC "MALPELO"). Se verificó la continuidad de cables y se deshizo el trabajo de aislamiento de cables en el tramo de conexión cable winche – cable roseta, pero no se encontró un problema. Una de las unidades de disparo dejó de funcionar. Se tomó la siguiente decisión: el winche 1 sería empleado para lanzamiento de multicore y de draga; solo si se requiere sería empleado para

lanzamiento de roseta y CTD. En cualquier caso y con el winche 2 se pueden hacer los disparos desde cubierta o por programación con AFM. La redundancia de equipos y sistemas permitieron flexibilidad durante las maniobras.



**Fotografía 7.** Recepción por el CN (R) Hugo Gorziglia, exdirector de OHI, a la delegación colombiana de la expedición antártica, en el SHOA.

**30/12/2014.** Actividades de la expedición antártica de Colombia en el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

La delegación colombiana compuesta por el Jefe Científico de la Expedición Antártica, por el Comandante del Buque ARC "20 DE JULIO", así como por el personal de hidrógrafos del CIOH e investigadores de la expedición, fue recibida en el SHOA para tratar aspectos relacionados con las actividades científicas a desarrollar en el Estrecho de Gerlache.



**Fotografía 8.** Reunión de coordinación de actividades científicas con la Universidad Andrés Bello de Chile.

El 30 de diciembre, se efectuó reunión de coordinación sobre las actividades científicas que se realizarán con la Universidad Andrés Bello en el Estrecho de Gerlache. A la reunión asistieron el investigador principal del proyecto “Variabilidad de las facies sedimentarias y proceso de sedimentación en pequeñas bahías y fiordos de la costa de Danco, Península Antártica”, Cristian Rodrigo PhD, el Jefe Científico de la Expedición y el Comandante del ARC “20 DE JULIO”. Durante la reunión se definieron los procedimientos operativos para la obtención de muestras de sedimento y mediciones con perfilador de subfondo en unas bahías del Estrecho de Gerlache.



**Fotografía 9.** Reunión de coordinación con personal y Jefe de Hidrografía del SHOA.

En las instalaciones del Servicio Hidrográfico de Chile (SHOA), se efectuó una reunión donde se informó sobre las actividades de levantamiento batimétrico que realizaría el CIOH como aporte a la carta náutica INT 9103. Lo anterior hace parte de los objetivos específicos del proyecto I.C.E.M.A.N. Se conocieron detalles tales como la ubicación de puntos geodésicos, y se resolvieron detalles relacionados con el posicionamiento en altas latitudes. En la reunión participó además el Capitán de Navío (R) Hugo Gordziglia, exdirector del SHOA, Exdirector de la Organización Hidrográfica Internacional y hoy asesor internacional del SHOA.



**Fotografía 10.** Imágenes tomadas durante la presentación de la Expedición Antártica a investigadores y directivos del SHOA (Izq.); entrega de presentes departe de la delegación colombiana al Subdirector del SHOA.

Por otra parte, el CIOH en cabeza del Director y Jefe Científico de la Expedición, se efectuó una presentación general del componente científico de la expedición antártica ante directivos e investigadores del SHOA, introduciendo todos los proyectos de investigación y a los investigadores principales de cada proyecto. Durante el foro se observó importante interés del auditorio y se recibieron recomendaciones sobre la actividad científica y sobre aspectos operativos en Antártica.



**Fotografía 11.** Rueda de prensa con medios chilenos en las instalaciones del SHOA.

Con medios de comunicación chilenos e institucionales (de la Armada de Chile), se efectuó una rueda de prensa donde se respondieron preguntas relacionadas con la importancia de la expedición para el país y para la ciencia antártica. En la rueda de prensa participaron la Ministra Consejera de la Embajada de Colombia en Chile, Marta Galindo, el Agregado Naval de Colombia en Chile, Capitán de Navío Fernando Parra Silguero, el subdirector del SHOA (CN Aravena), el

Jefe Científico de la Expedición (CN Ricardo Molares) y el Comandante del ARC “20 DE JULIO” (CF Camilo Segovia). En esta, se resaltó el apoyo del SHOA y de la Armada de Chile tanto en lo técnico como en lo operativo, y se informó sobre las actividades científicas a desarrollar.

**08/01/2014.** Dentro de las actividades científicas y de divulgación de la expedición antártica, se visitó en el Instituto Antártico Chileno (INACH).



**Fotografía 12.** Reunión en la sala de juntas del INACH.

El INACH, en cabeza de su Director ( E ) y acompañado por Jefe de Investigaciones y del Jefe Operativo, así como el Jefe de Logística Antártica, presentaron a la comisión colombiana conformada por la Ministra Delegada de la Embajada de Colombia (Dra. Marta Galindo), Agregado Naval de Colombia en Chile (CN Jorge Parra), Jefe Científico de la Expedición (CN Ricardo Molares) y la corresponsal (Sra. Ángela Posada), el Programa Antártico Chileno, con lo que se tuvo un visión general de la organización y administración de la ciencia antártica

en el contexto chileno. La reunión de trabajo permitió conocer el programa de investigación, sus aciertos y sus retos.



**Fotografía 13.** Intercambio de experiencias entre investigadores colombianos y chilenos.

Durante la visita efectuada en las instalaciones del INACH, investigadores colombianos y chilenos tuvieron la oportunidad de intercambiar experiencias, conocer los proyectos de investigación de ambos países y establecer contactos para futuras actividades de cooperación científica, siendo la cooperación internacional una característica prioritaria dentro del mismo.



**Fotografía 14.** Presentación de la expedición y de la Agenda Científica Antártica en el auditorio del INACH.

En las instalaciones del INACH, el CN Ricardo Molares efectuó una presentación de la expedición científica, así como de la Agenda Científica Antártica Nacional. A la presentación asistieron científicos y directivos del Instituto Antártico, así como medios de comunicación nacionales y locales convocados por el INACH. Por parte de la comisión nacional, asistieron la Ministra delegada de la Embajada, el Agregado Naval de Colombia en Chile y los investigadores colombianos embarcados.

De acuerdo con la estrategia de medios para la promoción de la expedición, con el objetivo estratégico de lograr el reconocimiento del país ante el Sistema Antártico, se atendieron medios de comunicación local y nacional con la intervención del Director (E) del INACH, la Ministra delegada de la Embajada y el Jefe Científico de la Expedición Antártica. La oportunidad permitió reconocer el apoyo de la Armada y del Gobierno de Chile, posicionar la capacidad de la Armada Nacional y dar a conocer la expedición científica. De acuerdo con la estrategia de medios para la promoción de la Primera Expedición Antártica, con el objetivo estratégico de lograr el reconocimiento del país ante el Sistema Antártico, se atendieron medios de comunicación local y nacional con la intervención del Director (E) del INACH, la Ministra delegada de la Embajada y el Jefe Científico de la Expedición Antártica. La oportunidad permitió reconocer el apoyo de la Armada y del Gobierno de Chile, posicionar la capacidad de la Armada Nacional y dar a conocer la expedición científica.



**Fotografía 15.** Atención a medios de comunicación por parte del INACH, de la Sra. Delegada de la Embajada y del jefe de expedición.



**Fotografía 16.** Imágenes de la recepción de bienvenida ofrecida por el INACH a la expedición científica colombiana en la ciudad de Punta Arenas.

Durante un coctel ofrecido por el INACH en las horas de la tarde el 08 de enero, el Gobernador de la Región de Magallanes y el Director del INACH, ofrecieron su saludo, complacencia y apoyo a la expedición antártica colombiana, reiterando el aprecio y espíritu de cooperación con la Armada Nacional y con Colombia. De la misma manera, el CN Ricardo Molares reiteró el agradecimiento de la Armada Nacional, de la Dirección General Marítima y de la Comisión Colombiana del Océano, por el apoyo prestado por la Armada de Chile, el Gobierno chileno y del INACH, en temas logísticos, operativos y científicos de la expedición antártica. Durante la recepción se intercambiaron presentes.



**Fotografía 17.** Visita al ARC “20 DE JULIO”, por parte del Comandante en Jefe de la Tercera Zona Naval de Chile.

El día 9 de enero se recibió la visita a bordo del ARC “20 DE JULIO”, del Señor Contralmirante Felipe Garcia-Huidrobo Correa, Comandante en Jefe de la Tercera Zona Naval, quien demostró gran interés en lo relacionado con el diseño de la Plataforma para la Maniobra Oceanográfica, así como del Laboratorio Oceanográfico.



**Fotografía 18.** Visita a la infraestructura científica embarcada, por parte de investigadores del INACH.

Se recibió visita de investigadores e ingenieros del INACH, quienes conocieron las instalaciones científicas diseñadas para la expedición antártica de acuerdo con las posibilidades y flexibilidad operativa del ARC “20 DE JULIO”. Los científicos



reconocieron la innovación del diseño de la maniobra oceanográfica y del laboratorio oceanográfico.

10/01/2014. Se efectuó el zarpe de la unidad de Punta Arenas con destino a la Antártida. En Puerto Williams se efectuó una verificación de las condiciones de mar en el Estrecho de Drake para continuar con la navegación.

11/01/2014. Durante la navegación entre Punta Arenas y Puerto Williams y teniendo en cuenta que en Punta Arenas se embarcaron los últimos cuatro investigadores de



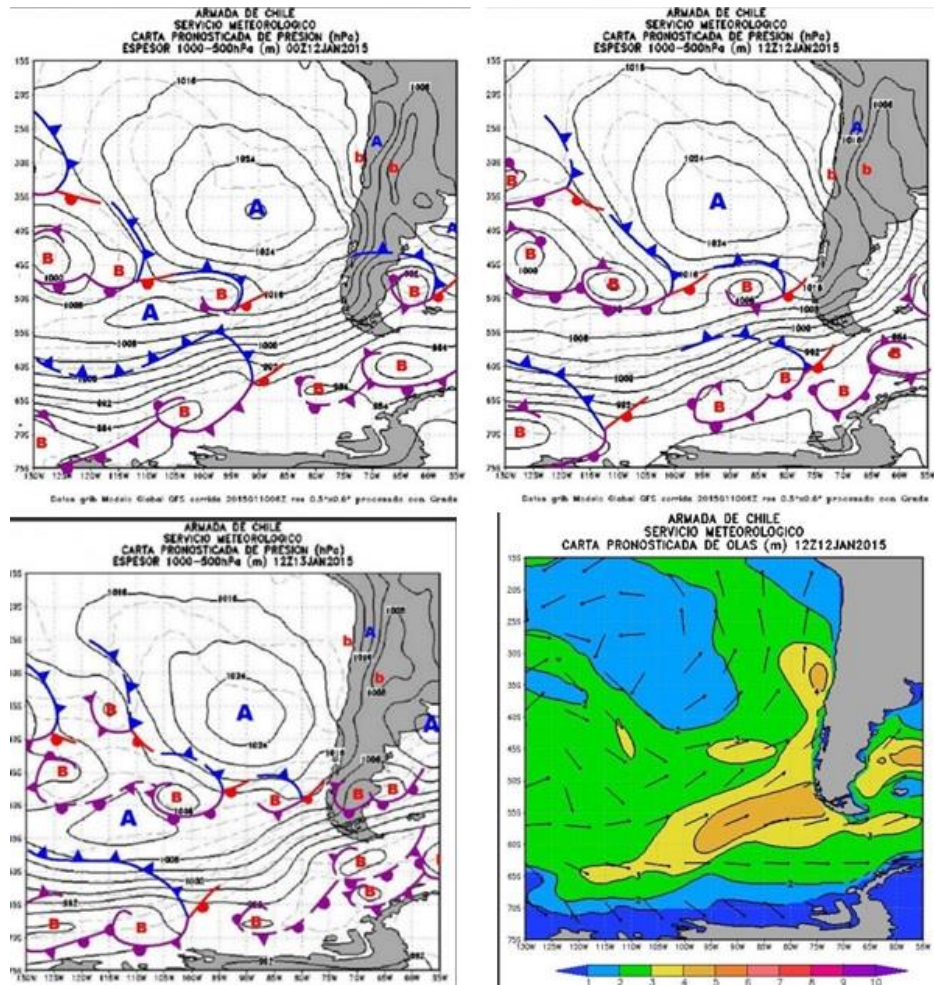
**Fotografía 19.** Reunión de coordinación de actividades científicas entre los investigadores de la expedición.

la expedición, se realizaron reuniones de coordinación entre los diferentes componentes científicos de la expedición definiendo cantidades de muestras de agua, tipos de análisis, áreas de estudio que requerirán el desembarque de botes y en general, la metodología y necesidades de cada proyecto de investigación. Con el Comandante de la unidad se definió un plan alternativo y medios a emplear durante el muestreo. Por último, se efectuó una reunión general donde participaron los investigadores, y

se coordinó el plan a desarrollar, que fue la guía básica, sin embargo su ejecución dependería de las condiciones meteorológicas, estado de mar y tiempos en cada estación, teniendo en cuenta restricción de desembarque de botes en horas de oscuridad.

11/01/2014. La unidad fondea en Puerto Williams para esperar condiciones de mar adecuadas para el cruce del Estrecho de Drake. De acuerdo con el pronóstico de oleaje, se preveía, como la condición más favorable, olas de 3 a 4m de altura a partir de las 1000 del 12/01/2014, que disminuirían en las siguientes 24 horas, sin embargo se pronosticó que estas condiciones empeorarían en las siguientes 24 horas, sin embargo se pronosticó que estas condiciones empeorarían en las siguientes 24 horas, lo que obligó al zarpe. De retrasar el zarpe, la expedición se retardaría hasta 5 días a la espera de mejores condiciones.

11/01/2014. Se recibió una invitación del Señor Contralmirante Felipe Garcia-Huidrobo Correa, Comandante en Jefe de la Tercera Zona Naval, para saludar a la Sra. Presidenta de Chile, quien se encontraba en Puerto Williams. El Jefe de la Expedición y el Comandante de la unidad se desembarcaron en Puerto Williams para saludar a la Sra. Presidente y agradecer el apoyo recibido por la Armada de Chile y en general al pueblo chileno por su recibimiento y apoyo a la Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida



**Figura 4.** Pronóstico meteorológico y de oleaje para el paso del Drake. Fuente: Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.



**Fotografía 20.** Saludo a la presidente de Chile, Sra. Michel Bachelet en Puerto Williams.

12/01/2014. Zarpe del ARC "20 DE JULIO" con destino a Bahía Fildes.

14/01/2014. Unidad fondeada en Bahía Fildes.



**Fotografía 21.** Grupo de investigadores en la maniobra de prueba para lanzamiento y recuperación de equipo desde la PMO.

En horas de la mañana los investigadores, divididos en dos grupos de guardia, de acuerdo a como se distribuyeron para las estaciones oceanográficas, efectuaron un entrenamiento sobre la maniobra de lanzamiento y recuperación de equipo oceanográfico en la PMO. Se encontraron fallas en la comunicación entre la unidad de disparo de botellas y la roseta. Se decidió instalar AFM para disparo automático por profundidades programadas.



**Fotografía 22.** Visita de investigadores en la Estación Escudero.

Durante la estadía en la Bahía de Fildes y de acuerdo con lo programado, el grupo de investigadores visitaron la Estación Antártica Escudero de Chile, donde fueron recibidos por el Jefe de la Estación, Mario Lepe PhD., a quien se le entregó información relevante sobre la expedición científica colombiana, y de quien se recibió información sobre las capacidades logísticas, técnicas y científicas de la estación de investigaciones Antártica.



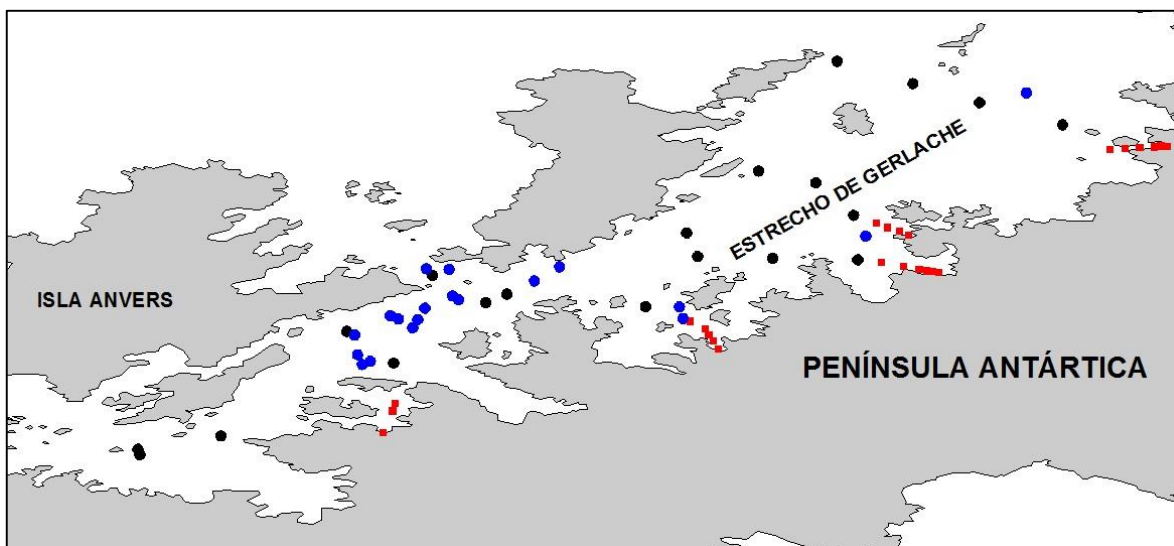
**Fotografía 23.** Prueba de equipo hidrográfico a bordo del bote Defender.

En horas de la tarde, el grupo de hidrografía del CIOH y el investigador invitado de la Universidad Andrés Bello, efectuaron una prueba de equipos (perfilador de subfondo, ecosonda y sonar de barrido lateral) a bordo del bote tipo Defender de la unidad. Se probó el sistema de ajuste de transducer y maniobra de remolque del Tow Fish. Obteniendo buenos resultados, y definiendo la maniobra de ajuste del equipo científico.

## 7.2 MUESTREO Y MEDICIONES EN LA GRILLA OCENOGRÁFICA

A partir del 16 de enero se inició el muestreo oceanográfico en el Estrecho de Gerlache de acuerdo con la planeación de 20 estaciones oceanográficas (figura 5) donde se midieron parámetros físicos y se tomaron muestras de agua y sedimento para análisis químico y biológico. La grilla oceanográfica fue completada el 22 de

enero cumpliendo con los objetivos propuestos. En la tabla 6 se relacionan las muestras, mediciones que fueron programadas, así como los equipos empleados.



**Figura 5.** Grilla de estaciones oceanográficas. Negro: Estaciones proyecto ICEMAN; Azul: Perfiles CTD y SVP para calibración ecosonda; Rojo: estaciones de muestreo con CTD en bahías.

**Tabla 5.** Equipos, variables medidas y muestras a tomadas.

EQUIPO	MUESTRA
CTD	Medición de perfiles de T, S, D, Cla, PH, desde superficie hasta 100 m antes de la profundidad medida con ecosonda.
Botellas Niskin	Muestra de agua de mar a 5, 50, 100 y 200 m.
ADCP	Medición del perfil de corrientes hasta 50m de profundidad.
Redes	Toma de muestras de sólidos suspendidos (superficie) e ictioplancton (30 – 40m).
Multicore	Toma de núcleos de sedimento.
Draga Chyepck	Tomas de muestras de sedimento superficial.



**Fotografía 24.** Instalación y nivelación de sensor de nivel del mar.

De acuerdo con las necesidades del levantamiento hidrográfico planeado para desarrollar durante la expedición, y los objetivos del proyecto I.C.E.M.A.N, se fondearon dos mareógrafos en puntos extremos del estrecho de Gerlache. El 17/01/2015 se fondeó en la Base Primavera (Cierva Cove o caleta Fontaine) – ensenada Duarte un mareógrafo con sensor de temperatura y presión atmosférica, así como un ADCP. De la misma forma, el 21/01/2015 se instaló y niveló un sensor de nivel del mar (mareógrafo) en la estación Antártica Presidente Gonzales Videla de Chile. El equipo fue fondeado a 2 m de profundidad, previamente verificado el nivel más bajo en los próximos 20 días. Durante la instalación del equipo se dio la más baja marea para el periodo. Se empleó como punto geodésico el informado por el SHOA durante la visita de planeación para el levantamiento hidrográfico efectuada en Valparaíso.



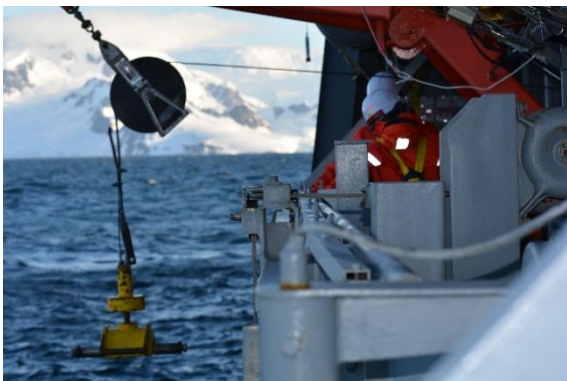
**Fotografía 25.** Preparación del equipo ADCP.

El 22 de enero se completó la grilla de muestreos y mediciones, pudiendo ejecutar todas las estaciones oceanográficas planeadas y logrando obtener las muestras y mediciones requeridas por los proyectos de investigación de la expedición. En adelante se hace una descripción del proceso de muestreo diseñado y ejecutado durante el crucero. En el anexo 2 se registran las estaciones, muestras tomadas y mediciones efectuadas.



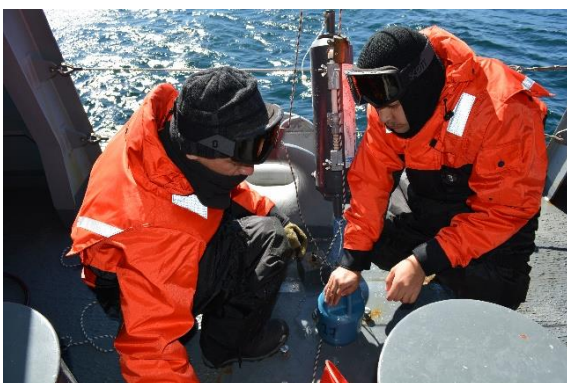
**Fotografía 26.** Colocación del ADCP por el costado de estribor.

En la popa, al costado de estribor, se instaló durante el tiempo que duró cada estación oceanográfica, un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) a una profundidad de 5 m, con lo que se obtuvieron perfiles de corriente hasta aproximadamente 100 m de profundidad. Hacia proa y popa se colocó una retenida para evitar la inclinación del equipo por corrientes debidas a movimientos del buque.



**Fotografía 27.** Draga suspendida en la PMO.

La draga para muestras de sedimento, fue lanzada en las estaciones; sin embargo, en algunos casos no fue posible obtener muestras debido a: disparo temprano, antes de tocar fondo; fondo duro; la draga no cayó perpendicularmente. Además de sedimento, se obtuvieron muestras de roca y dos muestras de coral profundo. Se desconoce si el tipo de coral ha sido identificado y si para este sector ha sido reportado.



**Fotografía 28.** Toma de muestra de agua con botella Niskin.

Debido a fallas de comunicación entre la unidad de disparo de la Roseta, fue necesario en algunas estaciones tomar muestras con botella Niskin empleando mensajero en maniobras independientes, sin embargo fue posible obtener las muestras programadas a 5, 50, 100 y 200 metros, de tal manera que en las 20 estaciones planeadas se lograron las muestras. El equipo se lanzó con winche desde la PMO.



**Fotografía 29.** Maniobra de lanzamiento de red por popa.

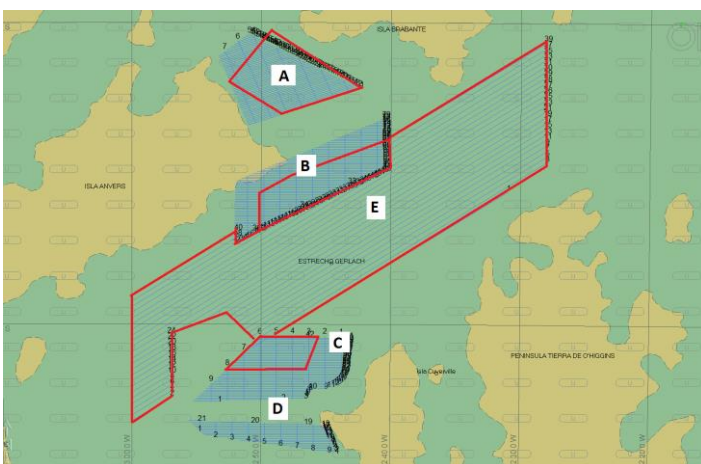
Durante las 20 estaciones oceanográficas se efectuó arrastre de redes de muestreo de 300 micras para obtención de muestras ictioplantónicas. Durante el procedimiento se arrastró la red por popa a una velocidad entre 1.5 y 2 nudos, y cayendo a estribor, logrando profundidades de arrastre entre 30 y 40 metros (Anexo 4). En la maniobra se empleó el malacate de la popa del buque y una maniobra de desvío de cabo, logrando así una operación eficiente.

Para la obtención de muestras de agua y de medición de variables físicas (temperatura, salinidad, velocidad del sonido, densidad, conductividad), así como de algunas biológicas (clorofila) y químicas (oxígeno y PH) se empleó una Roseta muestreadora.



**Fotografía 30.** Maniobra de lanzamiento de Roseta muestreadora con 10 botellas y CTD, empleando la PMO. Izq. equipo a la pendura antes de iniciar arriado; der. La PMO con el marco A y extensión a su máxima capacidad.

### 7.3 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO



**Figura 6.** Áreas de levantamiento en el Estrecho de Gerlache en color azul. Los polígonos rojos identifican sector levantamiento batimétrico con el buque.

23/01/2014. Fase de levantamiento hidrográfico. A partir del 23 de enero, se inició el levantamiento batimétrico para la carta 9103 – Bahía Markmann – Bahía Andvord. Esta información será compartida con el SHOA para la elaboración de la carta. Las áreas de levantamiento indicadas en la figura 6 comprenden una longitud de levantamiento y días estimados de trabajo así: A: 174.3 MN, 30 horas; B: 227.1 MN, 50 horas; C: 208.8 MN / 40 horas; D: 69.5 MN / 10 horas. Dentro de la planeación del crucero no se incluyó el levantamiento en la zona E, sin embargo los tiempos muertos debido a la necesidad de levantar con bote, permitieron que el buque pudiera complementar la batimetría, lo que será empleado para mejorar la información para la carta batimétrica.

Los sectores dentro de los polígonos en rojo (figura 6) fueron levantados con el buque empleando una ecosonda KONGSBERG EA600 con transducer de 18 KHz. Los sectores fueron definidos por el Comandante del buque por seguridad. Los sectores por fuera de estos polígonos fueron levantados con ecosonda portátil KONGSBERG EA400 (18 KHz) a bordo del bote Defender. Para el posicionamiento se empleó señal diferencial SEASTAR con corrección satelital.

## 7.4 SEGUIMIENTO DE TEMPANOS DE HIELO A LA DERIVA



**Fotografía 31.** Témpanos de hielo a los cuales se les efectuó seguimiento desde el puente de gobierno el 25/01/2014. En el documento las imágenes aparecen distorsionadas.



**Fotografía 32.** Seguimiento témpanos con radar.

Durante la fase del levantamiento hidrográfico, se involucró a la guardia de navegación del buque para el registro del movimiento de algunos témpanos de hielo a la deriva (anexo digital). Esta información será necesaria para el proyecto I.C.E.M.A.N, ya que es un componente necesario para la construcción del bloque numérico de deriva de hielo. Los datos de rumbo, velocidad y geometría de los témpanos serán empleados en la validación del modelo. Adicionalmente se continuó con las mediciones de corrientes y lanzamiento de CTD y SVP en algunos puntos.

Desde el puente se hizo un seguimiento de la posición, rumbo y velocidad de cuatro témpanos, hasta que estos salieran del alcance del radar (fotografía 31); adicionalmente se hizo un registro fotográfico y se caracterizó cada hielo (fotografía 32), determinando con el radar, su largo y ancho. Con el registro fotográfico y esa información, se efectuará un análisis de las fotografías para determinar la altura del tempaño.

Así mismo, se efectuó periódicamente el lanzamiento de CTD, SVP y ADCP, tanto para este propósito, como para el postproceso de datos batimétricos. Esta información, así como la geometría de los hielos, será fundamental para la validación de del bloque numérico de deriva de hielos.

Adicionalmente, se hizo el registro de la deriva del buque con HYPACK (software de obtención de datos batimétricos) para determinar la velocidad y rumbo del buque, además de otros parámetros como profundidad, posición, roldo y cabeceo. Estos



datos serán empleados para el postproceso y corrección de la información de corrientes medidas por el ADCP.

En el caso de las velocidades de los hielos a los cuales se les efectuó seguimiento, no será necesaria la corrección por velocidad del buque, ya que esta corrección se efectuó directamente desde el radar.

## 7.5 MEDICIONES EN BAHÍAS DEL ESTRECHO DE GERLACHE



**Fotografía 33.** Investigador de la Universidad Andrés Bello, preparando transducer para mediciones en la Bahía de Wilhemina.

En el marco de la cooperación internacional de la expedición, se efectuaron mediciones con perfilador de subfondo, CTD y toma de muestras de sedimento y de agua superficial, empleando como plataforma el bote Defender en unas bahías del Estrecho de Gerlache así: Base Primavera (Cierva Cove o caleta Fontaine) – ensenada Duarte; Cercanías a paso Yelcho – bahía en cercanía a Punta Eckener; Bahía Frei (Recess Cove); Bahía Paraíso; Bahía Wilhelmina.

En el anexo 3 se describen en detalle las actividades científicas realizadas.

Esta información es relevante no solo para el proyecto de investigación de la Universidad Andrés Bello, sino también para el proyecto I.C.E.M.A.N, ya que permite conectar las mediciones en aguas profundas, con las efectuadas en las bahías, entendiendo mejor la dinámica general del Estrecho de Gerlache.

## 7.6 ACTIVIDADES DE AVISTAMIENTO DE MAMÍFEROS MARINOS



**Fotografía 34.** Investigadoras del proyecto de seguimiento de mamíferos marinos durante actividades de avistamiento y toma de muestras.

### Avistamientos en trayectos

Durante las fases de navegación desde aguas colombianas hacia Antártica y regreso, se contó con el apoyo adicional de un investigador de la Comisión Colombiana del Océano con experiencia en identificación y observación de mamíferos marinos, quién desde la salida del buque en Panamá, realizó esfuerzos de observación desde el puente de mando del Buque ARC “20 DE JULIO”, ubicado a 15

metros sobre el nivel del agua. A partir de Punta Arenas el esfuerzo fue realizado principalmente por las dos investigadoras de la Fundación Malpelo y de CI, quienes

además se encargaron de la toma de muestras para el estudio de genética de poblaciones y la identificación utilizando fotografías.

El esfuerzo se tabuló por horas de observación, teniendo en cuenta un período mínimo de 3 horas para cada sesión de avistamiento, siempre y cuando las condiciones ambientales y logísticas en el buque lo permitieran.

A lo largo del recorrido se hizo un esfuerzo 143 horas sobre los transeptos lineales en 20 días y se tuvieron 54 avistamientos hasta Bahía Fildes en la entrada de la Península Antártica.

### **Observaciones de punto – estaciones oceanográficas y áreas de espera del buque<sup>1</sup>.**

Una vez en el Canal de Gerlache, momento en el cual se iniciaron las 20 estaciones oceanográficas previstas, los avistamientos se realizaron desde el mismo puente de mando con dos observadores igualmente en periodos de 3 horas por sesión a lo largo de la jornada de luz día. Las condiciones de visibilidad, estado del mar, velocidad del viento fueron muy variables en esta zona, razón por la cual el esfuerzo no fue equitativo en todas las áreas. Igualmente algunas de las estaciones se encontraban a distancias relativamente cercanas unas de otras, por tanto el avistamiento de los mamíferos estuvo sujeto también al cambio de bahía, esto con el fin de no replicar las observaciones. En las estaciones oceanográficas el buque detenía la marca y por lo general se mantenía en el área por un período de 3 horas, a lo largo de las cuales, los observadores hacían un escaneo del área, estimaban el número total de animales (incluyendo datos de presencia de crías), la especie, la actividad en el momento y la ubicación. Se hicieron un total de 66,8 horas en 17 días de muestreo, a lo largo de las cuales se tuvieron 82 avistamientos (Anexo 5) de dos especies básicamente: ballena jorobada (*Megaptera novaenaglieae*) y orcas (*Orcinus orca*).

### **Salidas de avistamiento en zodiac para la toma de material fotográfico para identificación y material genético**

#### **Biopsias remotas**

Las muestras obtenidas durante las 7 salidas en zodiac alrededor del buque fueron almacenadas en etanol grado molecular al 90%. A partir de estas muestras será extraído el ADN genómico total, utilizando kits de extracción comercial. Posteriormente se amplificarán por reacción en cadena de polimerasa (PCR) diversas regiones genéticas como la región control del ADN mitocondrial y marcadores nucleares microsatélites. Dichas amplificaciones serán analizadas en una secuenciador de ADN 3137 ABI en la Universidad de los Andes en Bogotá.

---

<sup>1</sup> Se define un área de espera aquella zona, bahía o canal en la que el buque permaneció por más de 6 horas a velocidad inferior a 5 nudos.

Los datos obtenidos permitirán evaluar en nivel de diversidad genética encontrado en poblaciones de cetáceos Antárticos, y en el caso de las ballenas jorobadas, poder evaluar posibles relaciones genéticas entre animales muestreados en zonas de alimentación alrededor de la Antártica y zonas de reproducción en el Pacífico Colombiano. Así mismo, se podrán realizar pruebas de identidad con el fin de detectar si algún individuo de ballena jorobada muestreado en la Antártica ha sido previamente identificado en aguas del Pacífico Colombiano (Caballero *et al.* 2009), ya que se cuenta con una valiosa base de datos genéticos y de foto-identificación, recopilados por varios años por investigadores de la Universidad de los Andes y la Fundación Yubarta.

Finalmente se hizo también un muestreo en tres playas rocosas (dos en Bahía Fildes y uno en Bahía Primavera) de piel de lobo y elefante marino.

### Foto identificación

Se hicieron 7 salidas de campo en zodiac cuyo objetivo principal era poder acercarse a los individuos no solo para la obtención de la biopsia sino también para fotografiar sus aletas, tanto dorsal como pectoral, y hacer una identificación del patrón de coloración, marcas y muescas presentes que permiten tener una idea a nivel de individuo de esta especie.

### 7.7 OTRAS ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

Una vez finalizada la fase de levantamiento de información, se continuó con el proceso de divulgación.



**Fotografía 35.** El Jefe Científico de la Expedición entregando a la Jefe de Estación Rebecca Shoop un recuerdo de la visita.

03/02/2015. Las coordinaciones efectuadas durante la planeación de la expedición permitieron realizar una visita en la estación científica PALMER del programa antártico EE.UU.

Durante la visita, los investigadores colombianos tuvieron la oportunidad de conocer las capacidades de la infraestructura y establecer contactos con los científicos de la estación.

La oportunidad permitió presentar ante la jefe de la estación, la expedición científica, y a su vez, obtener datos mareográficos que permitirán, con los niveles del mar medidos en el estrecho, comprender la dinámica de corrientes.



**Fotografía 36.** Durante acto de develación de placa conmemorativa de la expedición.

El 17 de febrero se recibió la visita de la Canciller de Colombia, Sra. María Ángela Holguín, del Señor Ministro de Defensa, Sr. Juan Carlos Pinzón, del embajador de Colombia en Chile y del Señor Comandante de la Armada Nacional, Almirante Hernando Wills Vélez, quienes

conocieron los detalles de la expedición y efectuaron visita a las bases antárticas ubicadas en la isla Rey Jorge. La visita contempló la develación de una placa con motivo de la primera expedición de Colombia en la Antártida.



**Fotografía 37.** Directores del SHOA y del CIOH en la proa del ARC "20 DE JULIO", en el puerto de Valparaíso.

05/03/2015. En el puerto de Valparaíso, durante la navegación de regreso a Colombia, se recibió visita a bordo del Señor Almirante Carrasco, Director del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, lo que se convirtió en una oportunidad de intercambio de experiencias, así como un espacio para establecer puntos de colaboración en el futuro, tanto para asuntos antárticos como para temas hidrográficos, además de continuar con lo acordado en relación con la construcción de la carta náutica

antártica INT 9103 del Estrecho de Gerlache.



**Fotografía 38.** Director DHN y Jefe de la Expedición, durante recorrido a las instalaciones DHN.

10/03/2015. Al arribo al puerto de Callao, el componente científico de la expedición presentó ante el Señor Contralmirante Rodolfo Sablich, Director de la Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú, las actividades científicas y de hidrografía realizadas en el Estrecho de Gerlache durante la expedición antártica. De la misma forma, el DHN efectuó una presentación de sus actividades institucionales incluyendo las realizadas en Antártica.



**Fotografía 39.** Jefe de la Expedición durante presentación en el IMARPE.

intercambio de presentes.

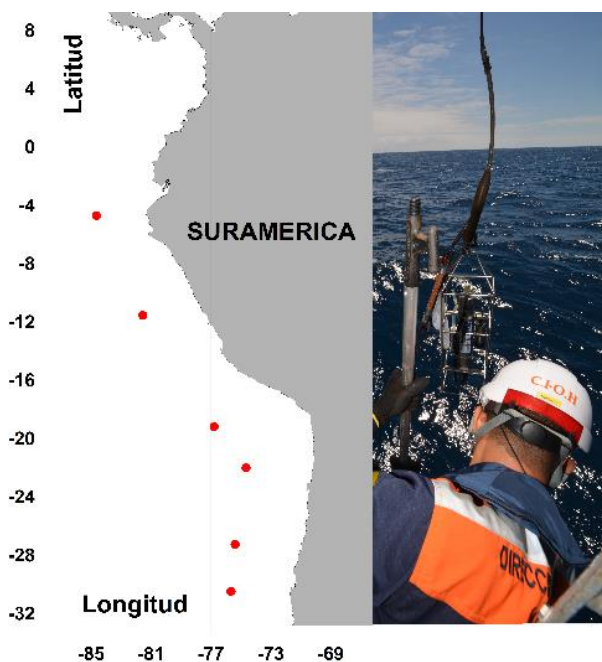


**Fotografía 40.** Sra. Embajadora y Srs. Almirantes en la proa del ARC "20 DE JULIO", durante la visita.

11/03/2015. El jefe científico de la expedición efectuó una presentación de la Primera Expedición Antártica de Colombia ante el Contralmirante German Vásquez Solís, presidente del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), donde también asistió la Ministra delegada del Ministerio de Relaciones Exteriores para el Programa Antártico Peruano, el Jefe del Programa Antártico del IMARPE e investigadores. Durante la actividad se compartieron experiencias y se efectuó un

En la misma fecha, y durante almuerzo ofrecido por el Comandante del Buque a la Señora Embajadora de Colombia en Perú, al Jefe de Operaciones Navales de la Marina del Perú y al Director de la DHN entre otros oficiales de la Marina de Guerra del Perú, tanto el Jefe de la Expedición como el Comandante del Buque, presentaron ante los invitados las actividades científicas realizadas en la Antártida, así como un contexto general y operativo de la expedición.

## 7.8 ESTACIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL OCÉANO PACÍFICO



**Figura 7.** Los puntos rojos indican las estaciones oceanográficas efectuadas a lo largo del Pacífico sudeste.

La última fase de las actividades científicas comprendió la realización de 6 estaciones oceanográficas (ver figura 7) donde se efectuaron mediciones de parámetros oceanográficos entre el 6 y 14 de marzo. Además, se tomaron muestras de fitoplancton con redes de arrastre en superficie y entre 30 y 40 metros de profundidad. Así mismo se midieron corrientes en cada una de las estaciones oceanográficas.

Se limitó la toma de muestras de agua y sedimento, teniendo en cuenta el cumplimiento del itinerario del buque y además, las profundidades a las que se lanzó el perfilador CTD.

## 8. RESULTADOS PRELIMINARES

A continuación se describen unos resultados preliminares como producto de la evaluación inmediata de algunas muestras y mediciones efectuadas por los investigadores durante la expedición antártica, que requieren de un análisis profundo donde se correlacionen los resultados de cada componente de la expedición y los análisis de las muestras que deberán hacerse en los laboratorios en tierra.

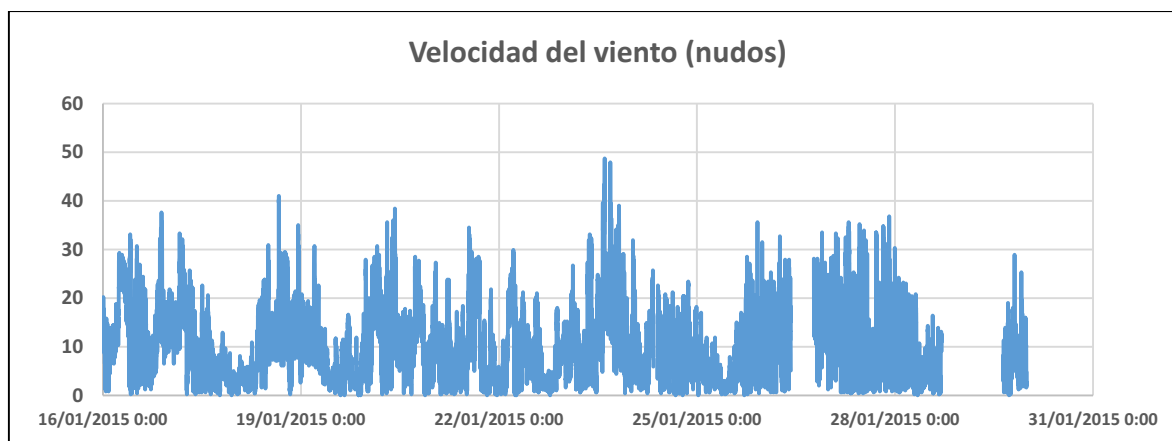
### 8.1 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Durante el crucero de investigación desarrollado en el Estrecho de Gerlache, se efectuó un registro de las variables meteorológicas, cuyas estadísticas básicas principales se relacionan en la tabla 8. En las figuras 8 – 11 se grafica el registro de cada variable.

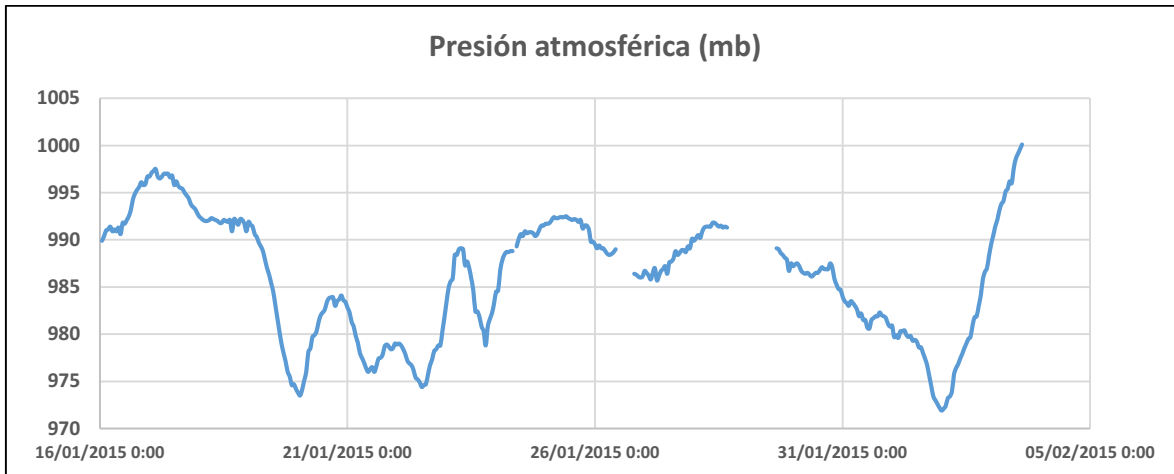
Se destaca una meteorología que cambia muy rápidamente, donde las tendencias de la presión atmosféricas aumentando o disminuyendo es constante y en unos niveles y ratas muy diferentes a las manejadas en el trópico.

**Tabla 6.** Registros estadísticos de los parámetros meteorológicos medidos durante el crucero de investigación en Antártica.

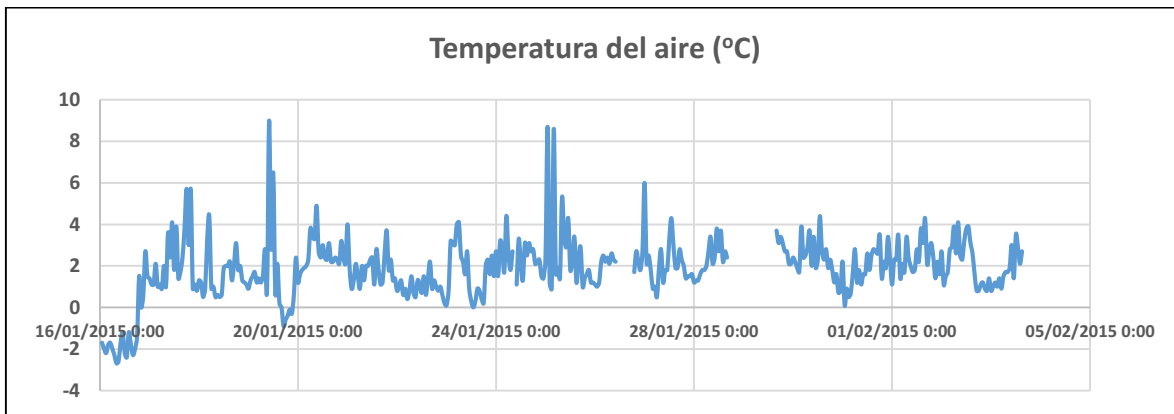
VARIABLE	MÁXIMA	PROMEDIO	MÍNIMA
VELOCIDAD DEL VIENTO (nudos)	47	10	0
PRESION ATMOSFERICA (mb)	1000	986	972
TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	6	2	-3
HUMEDAD RELATIVA (%)	100	86	47



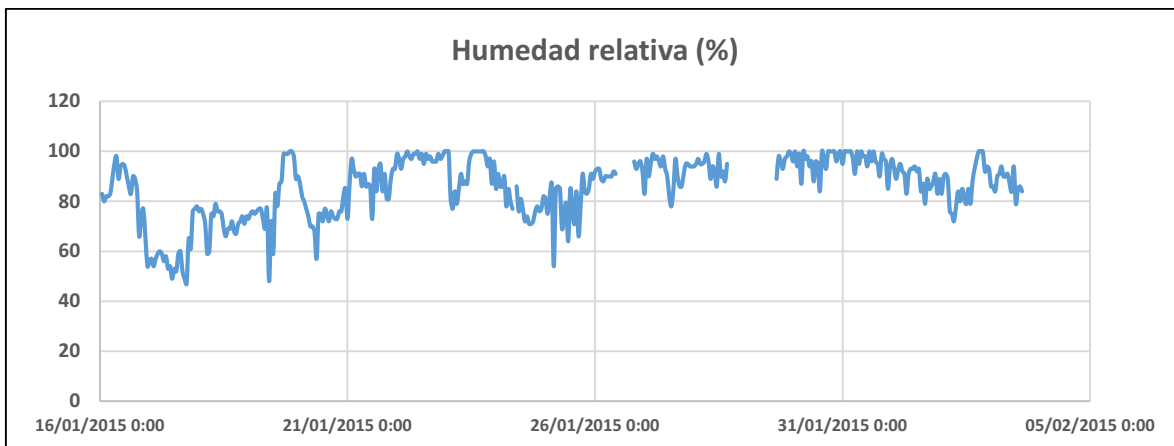
**Figura 8.** Registro de la velocidad del viento durante el crucero de investigación en Antártica.



**Figura 9.** Registro de la presión atmosférica durante el crucero de investigación en Antártica.



**Figura 10.** Registro de la temperatura del aire durante el crucero de investigación en Antártica.



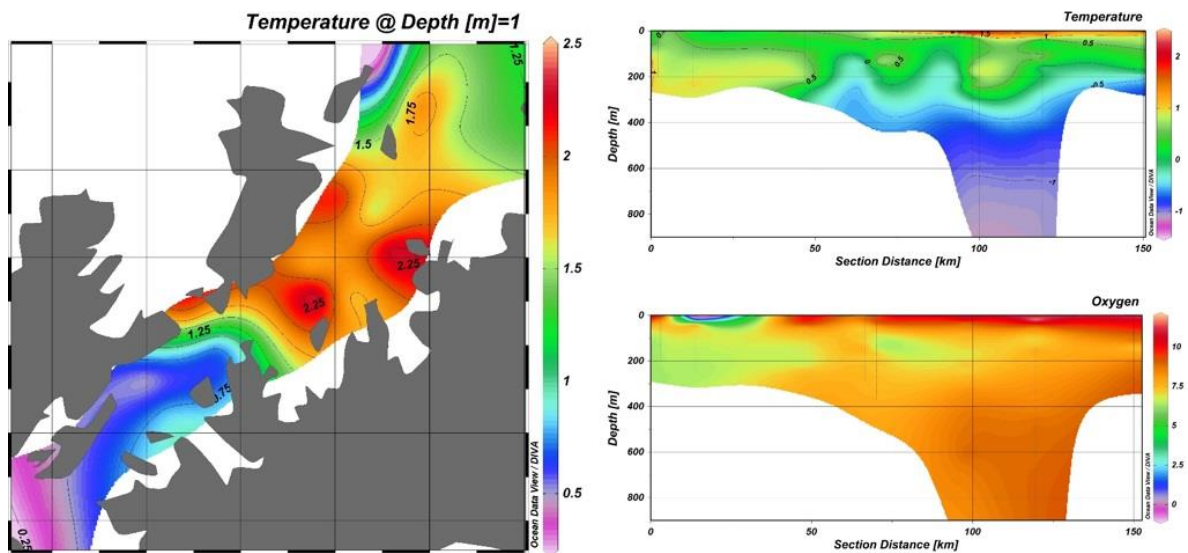
**Figura 11.** Registro de la relativa durante el crucero de investigación en Antártica.



## 8.2 MASAS DE AGUA DEL ESTRECHO DE GERLACHE

Empleando los resultados de las mediciones de perfiles de temperatura y oxígeno, efectuadas en las 20 estaciones oceanográficas realizadas en el Estrecho de Gerlache, se identifica un frente oceanográfico distinguible por el cambio abrupto de temperaturas superficiales en la zona central del área de estudio (figura 12). La graficación de un transecto central del estrecho permite definir que al suroeste del estrecho, desde la superficie hasta el fondo se mantienen las temperaturas más frías, mientras que una lengua de agua superficial más caliente se observa al noreste del estrecho.

Por otra parte, los niveles de oxígeno son mayores al noreste del estrecho. Lo anterior permite apreciar dos masas de agua diferentes en un estrecho, aunque profundo, no muy prolongado. Estos resultados preliminares deberán ser corroborados no solo con los otros parámetros medidos con CTD, sino también con los análisis químico y biológico de las muestras de agua y de las capturas de plancton con redes al arrastre tanto en superficie como a 40 m de profundidad obtenidas durante la expedición.

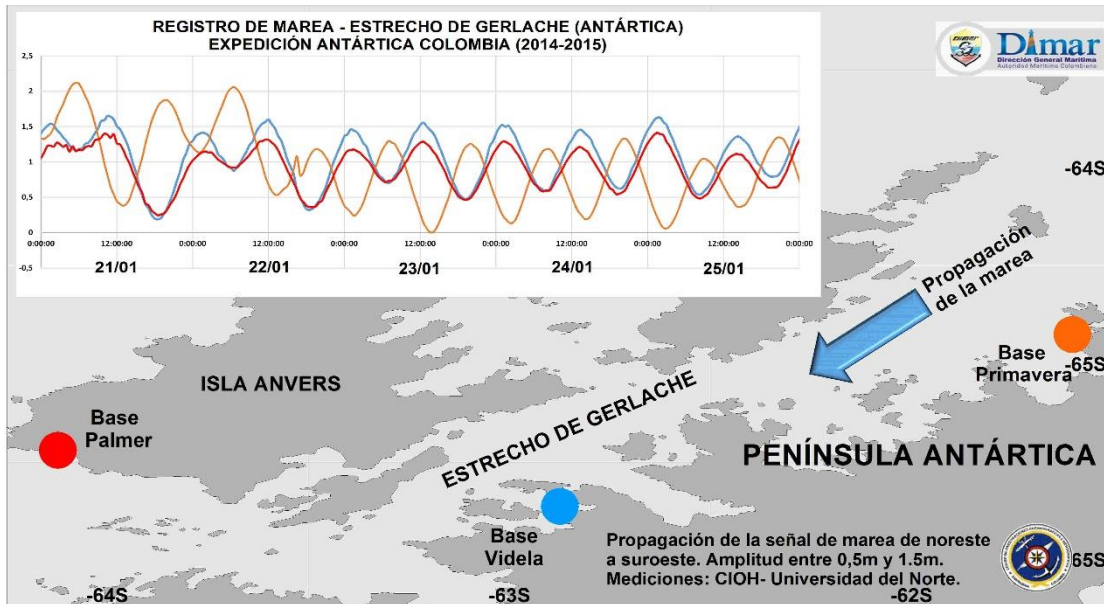


**Figura 12.** Graficación de temperatura y oxígeno (CTD). Izq. Contorno de TSM en el estrecho. Der. Arriba: Corte longitudinal de temperatura empleando las estaciones oceanográficas centrales; Der. Abajo. Corte longitudinal de oxígeno.

## 8.3 REGISTRO DE MAREA

Teniendo en cuenta la condición geográfica del área de estudio, la marea tiene un efecto importante en la dinámica del estrecho, por lo que el CIOH efectuó el fondeo de dos mareógrafos ubicados en la Bahía Primavera (No fue posible recuperar el equipo del CIOH por hielos en la zona, sin embargo se pudieron recuperar registros de nivel del mar de un ADCP de la Universidad del Norte) y otro en la estación Videla (zona cercana al área de levantamiento batimétrico). Además, fue posible acceder

a la información de un mareógrafo de la estación Palmer, que fue entregada durante una visita realizada a esas instalaciones durante la expedición (Anexo 5).

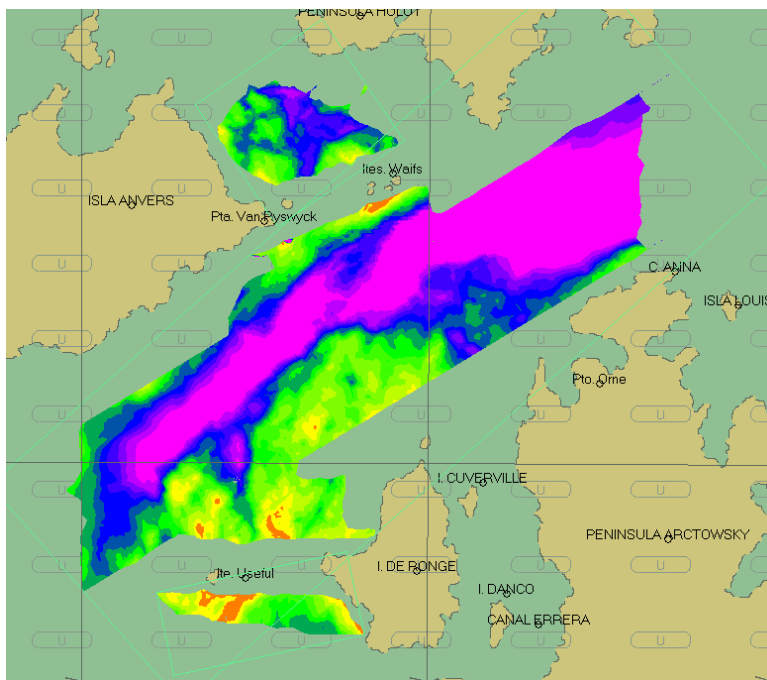


**Figura 13.** Registro de marea en la estación Videla (Chile) y en cercanías a la estación Primavera (Argentina) con información de equipos de la expedición. Coordinado con la estación Palmer (EE.UU), se obtuvo información mareográfica registrada durante el tiempo de la expedición.

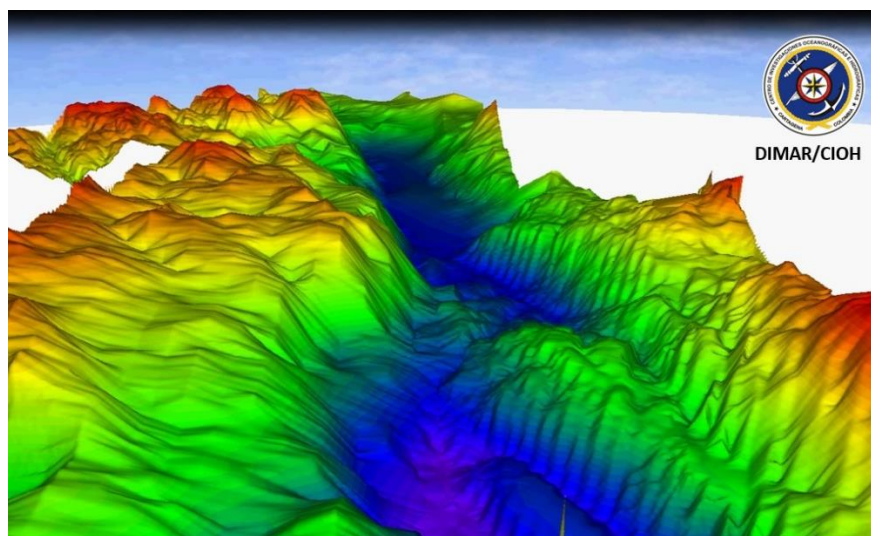
De la evaluación preliminar de la serie de tiempo, se identifica una marea mixta principalmente semidiurna (concordante con los resultados de Dragani *et al.*, 2004) con un rango de alturas entre 1,6 m y 0,5 m. Se evidencia además que la propagación de la señal de marea en el estrecho es de noreste a suroeste, notándose amplificación del rango de marea al noreste del estrecho. Un análisis espectral de las series de tiempo permitirá identificar detalladamente las armónicas y fases de las mismas. Esta información es relevante para la validación y calibración del modelo hidrodinámico, objetivo del proyecto I.C.E.M.A.N del CIOH.

#### 8.4 MORFOLOGÍA SUBMARINA

Con base en el levantamiento batimétrico efectuado (figura 14) se construyó un modelo digital del fondo marino (figura 15) donde se destaca lo irregular del terreno caracterizado por una depresión de alrededor de 700m de profundidad, y en los costados de la misma una abrupta disminución de la profundidad con escarpados perfiles, manteniendo la mismas características orográficas tanto del continente como de las islas.



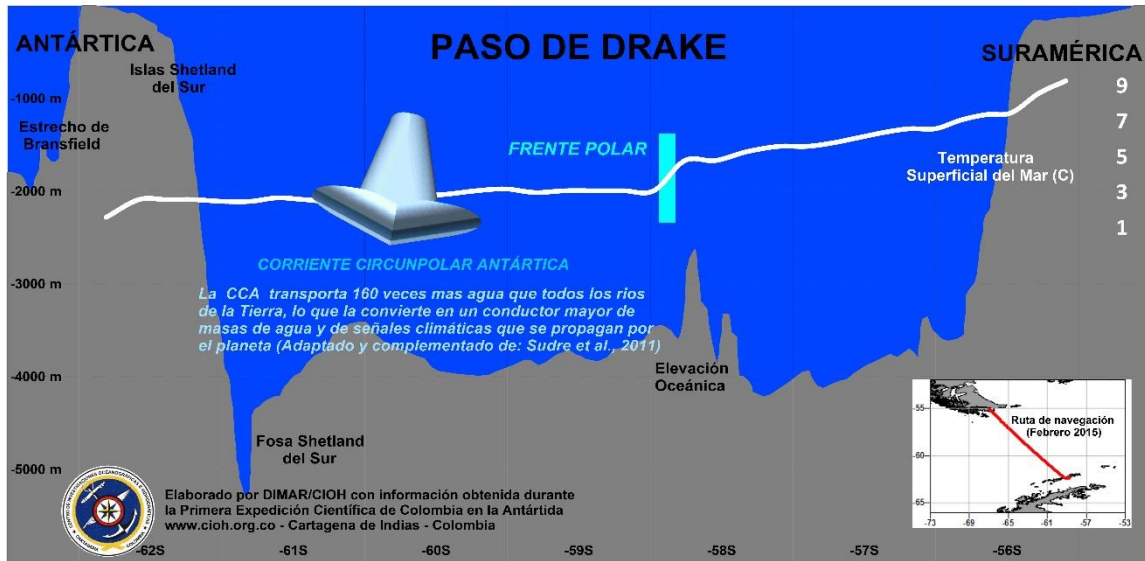
**Figura 14.** Se identifican las zonas levantadas, como aporte a la construcción de la carta náutica INT 9103 con el SHOA.



**Figura 15.** Modelo digital del fondo marino construido con la batimetría de la zona central del levantamiento.

## 8.5 FRENTE POLAR Y GEOMORFOLOGÍA SUBMARINA EN EL PASO DE DRAKE

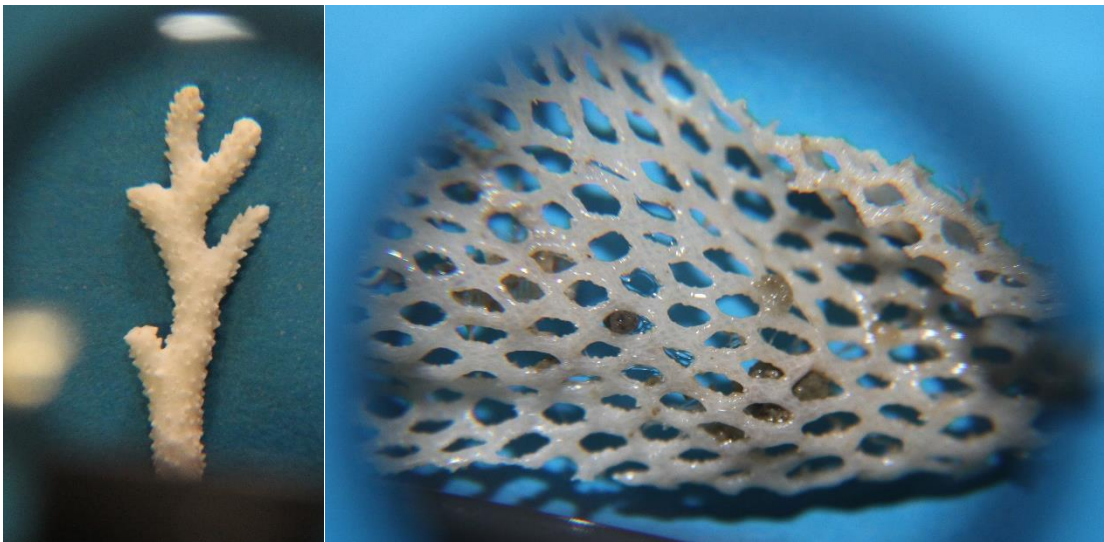
Aunque el crucero de investigación no incluyó mediciones en el Paso de Drake, durante la navegación entre las Islas Shetland del Sur y Tierra del Fuego, se midieron las profundidades para conocer las formas del fondo marino e identificar el frente oceanográfico polar, mediante el registro continuo de la TSM. En la figura 16 se representan estas características, ubicando el frente polar entre los 58°S y 59°S.



**Figura 16.** Representación esquemática del perfil batimétrico entre las islas Shetland del Sur y Tierra del Fuego. Se representa la TSM medida durante la navegación.

## 8.6 CORALES PROFUNDOS

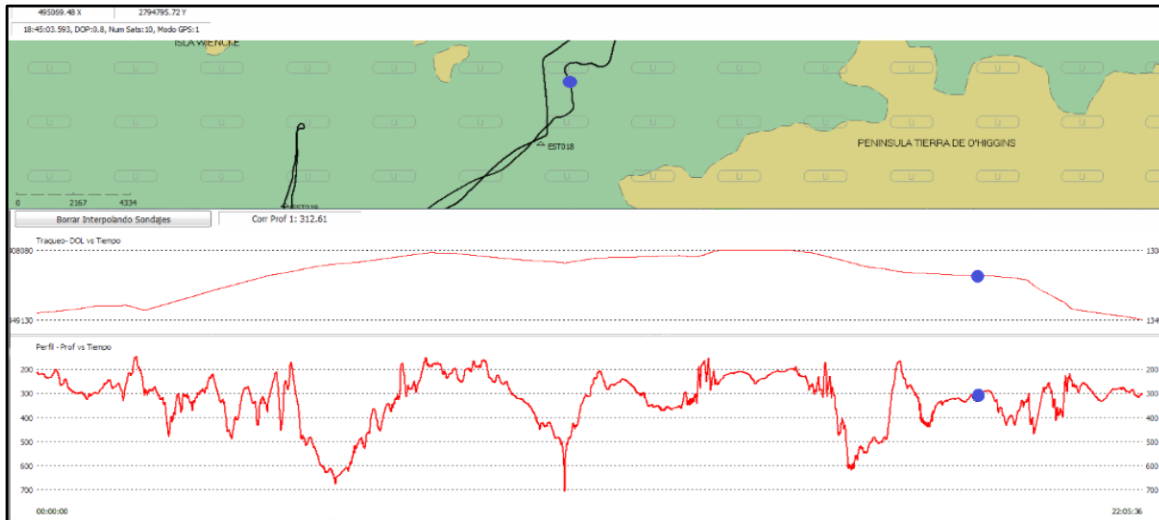
En latitud  $64^{\circ} 55,824$  S y longitud  $63^{\circ} 18,7$  W, se efectuaron dos lanzamientos de draga, teniendo en cuenta en el primer lanzamiento se encontró una muestra pequeña de coral, que al no haber más residuos asociados, presentó dudas sobre su origen. En el segundo lanzamiento y a una profundidad de 317m se obtuvo una nueva muestra de coral.



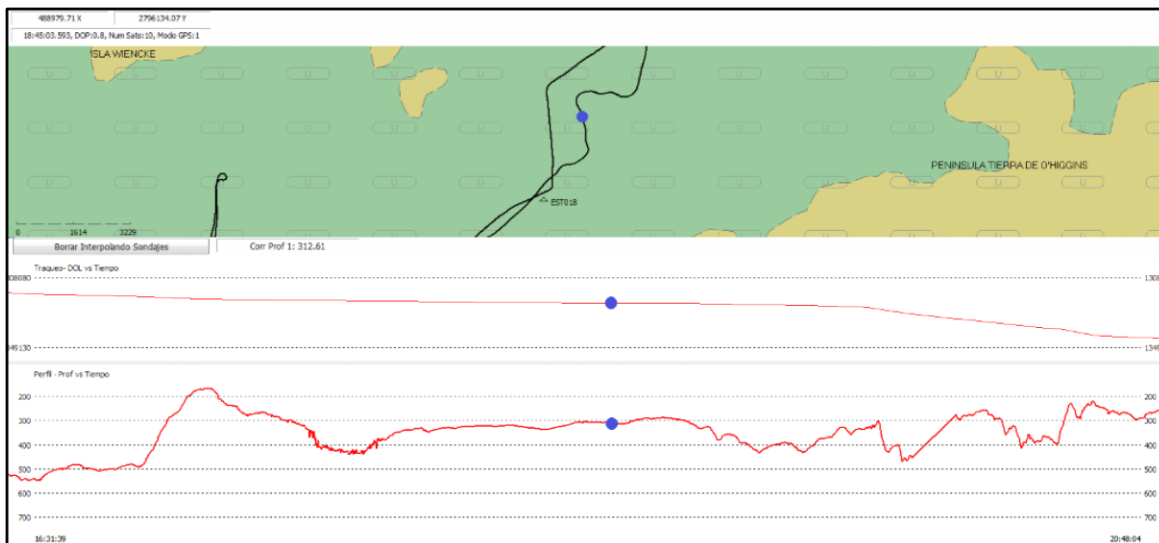
**Fotografía 41.** Muestra de coral obtenida a 317 m de profundidad. Izq.: primera muestra obtenida; Der.: muestra obtenida en el segundo lanzamiento de draga.

En las figuras 17 - 19 se presenta el registro batimétrico del sector, y específicamente sobre la línea de derrota de deriva del buque durante la realización de la estación 18. Los registros muestran que a pesar de que el sector en general

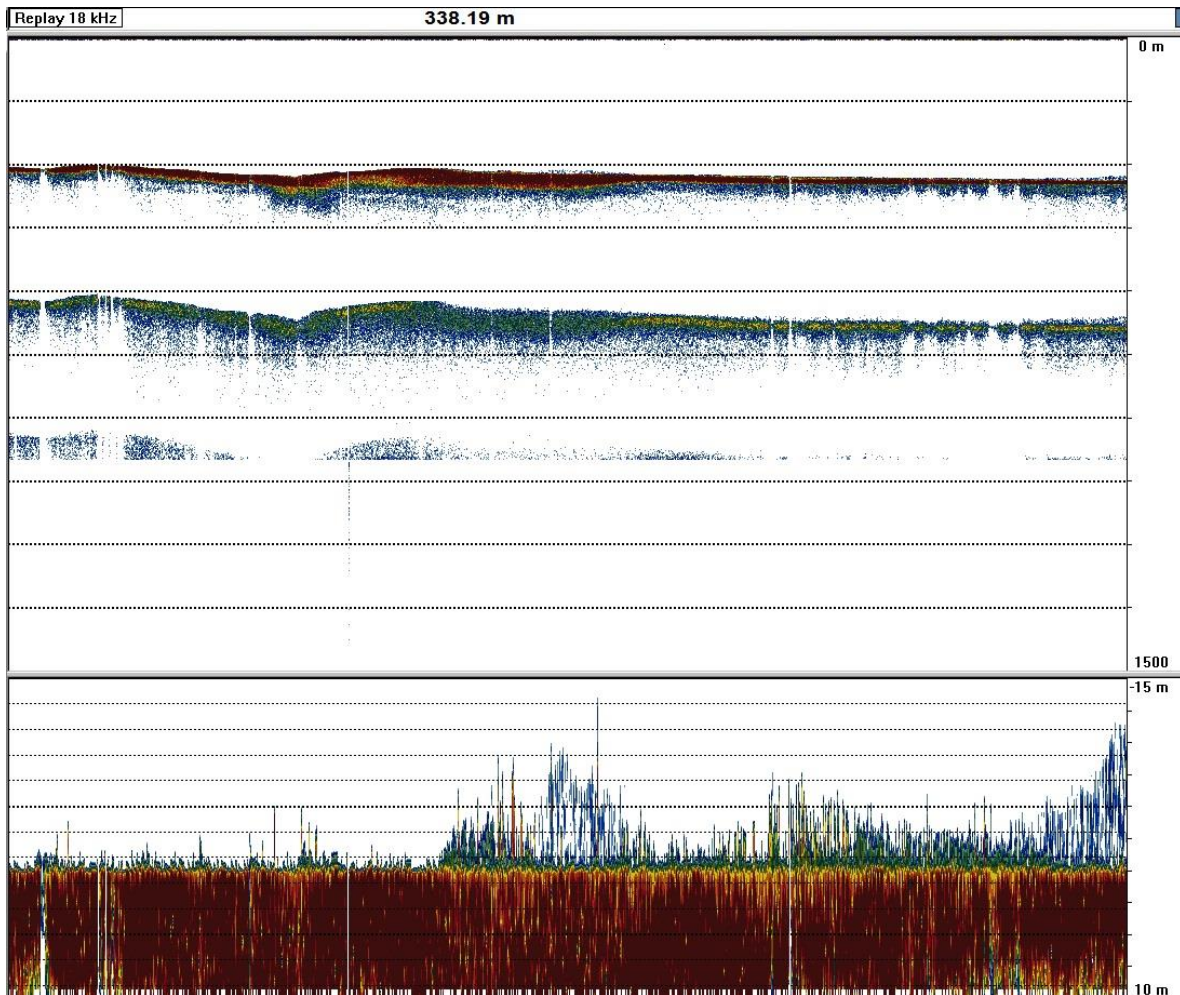
presenta un perfil batimétrico cambiante y escarpado (figura 17), en el punto donde se obtuvo la muestra, el perfil es más suave y continuo (figura 19).



**Figura 17.** Sector donde se obtuvo muestra de coral profundo. Arriba: derrota del buque y posición del lanzamiento de la draga. Centro: La línea indica la deriva del buque. Abajo: perfil batimétrico obtenido durante la deriva del buque desde estación 18. El punto azul indica la posición.



**Figura 18.** La descripción es como en la figura anterior. Se presenta la misma información con un acercamiento en el perfil batimétrico para evidenciar la forma del fondo en el sector que se obtuvo la muestra de coral.



**Figura 19.** Visualización de la penetración de la señal acústica de la ecosonda EA600 18 KHz en el sector donde se encontró la muestras de coral.

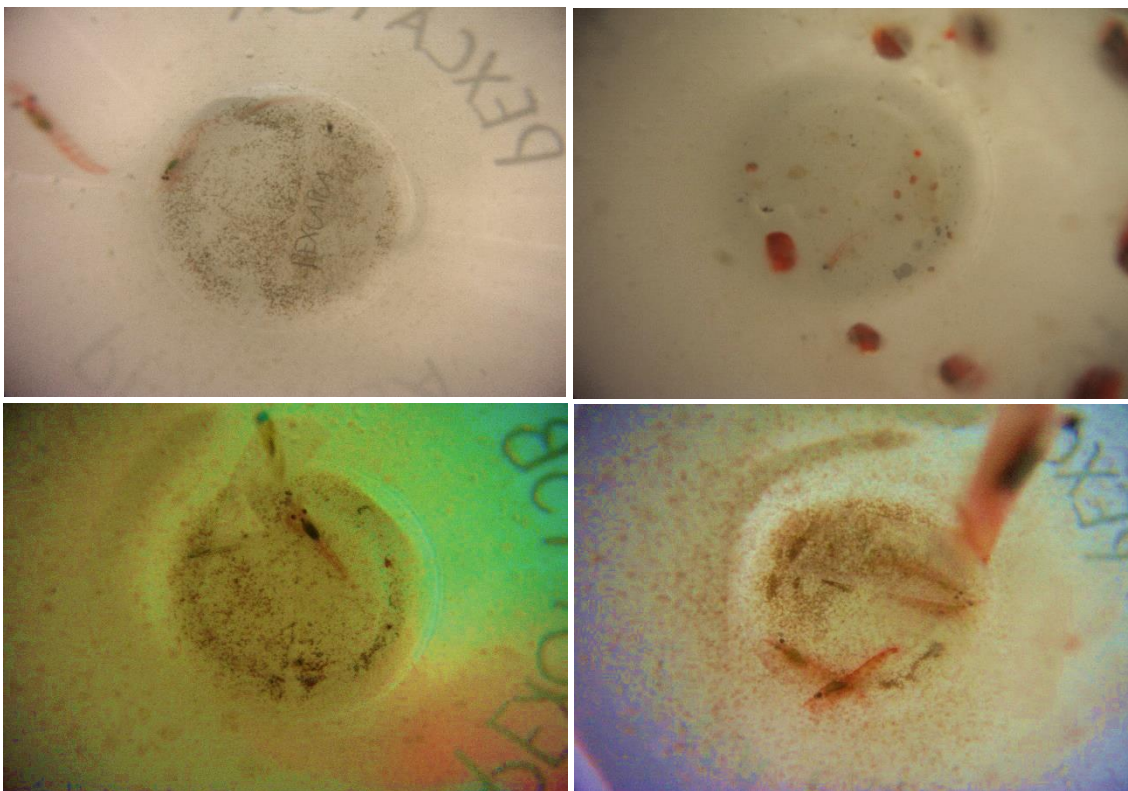
Si bien las muestras recolectadas son escasas podrían atestiguar de la presencia de una biocenosis de arrecifes de aguas frías y profundas. De un lado existen referencias de tales agrupaciones biológicas en ambientes equivalentes en otras latitudes, estudios subsiguientes con enfoque y equipamiento adecuado podrían ser una meta de investigación a futuro. Es sabida la importancia de estos ecosistemas como concentradores de biodiversidad, como escenarios de endemismos y como refugio de especies en estadios tempranos que luego entran a formar parte de otros nichos tróficos de importancia ecológica o económica, también son conocidos como indicadores de estabilidad ambiental y siendo sistemas altamente frágiles podrían desaparecer ante amenazas naturales o antrópicas.

Este hallazgo se convierte en una rama promisoría de investigación de los sistemas antárticos en especial en el tema de inventarios de biodiversidad (genes, especies y sistemas), caracterización específica por métodos de biología molecular, investigación funcional de los ambientes profundos y fríos de Antártida y cartografía

temática ecosistémica, áreas del conocimiento en las que Colombia ha venido acumulando experiencia en los últimos años.

## 8.7 ZOOPLANCTON

Respecto al proyecto titulado: “Aproximación a la caracterización del zooplancton con énfasis en ictioplancton, para aportar al conocimiento de la biodiversidad, en aguas suramericanas y el Estrecho de Gerlache – Península Antártica, en el marco de la Primera Expedición Antártica Colombiana”, se realizaron los arrastres superficiales con una red de 200 micras en cada una de las 20 estaciones de muestreo propuestas por el CIOH y se recolectaron las respectivas muestras, con un tiempo efectivo de arrastre que osciló entre 10 a 11 minutos y entre 35 a 50 metros de profundidad correspondiente a la capa fótica superficial de la columna de agua. Así mismo se recabaron los datos de posición, cabo lascarado, velocidad del barco, profundidad, lecturas de flujómetro, velocidad del barco, tiempos de arrastre, descenso y ascenso de la red con sus correspondientes ángulos, con el fin de calcular la profundidad de arrastre y el volumen de agua filtrada para cada lance.



**Fotografía 42.** Organismos capturados con red de zooplancton en las estaciones de muestreo del Estrecho de Gerlache.

Las muestras se fijaron y rotularon según la metodología propuesta del proyecto, donde macroscópicamente se pudieron apreciar huevos y larvas de peces e invertebrados marinos, al igual que al parecer algunos juveniles de peces de hielo de la Familia Chanichtidae, algunos ejemplares de Krill Antártico (*Euphasia*

*superba*) y posiblemente *Thysanoessa vicina*, ya que se apreciaron algunas disimilitudes en cuanto a tamaño y características diagnósticas y algunos ejemplares de zooplancton gelatinoso.

Además de los datos de captura directa de este proyecto se contará con los datos oceanográficos de la columna de agua colectados por el CIOH en cada una de las estaciones; donde se tendrán en cuenta los perfiles de temperatura (°C), salinidad (ppt), clorofila A (µg/l) y oxígeno disuelto (% sat, mg/l), con el fin de realizar la respectiva correlación de estos parámetros abióticos con los resultados de la caracterización de las muestras en laboratorio, y una aproximación hacia la determinación de la distribución cuali-cuantitativa del zooplancton del Estrecho de Gerlache, Península Antártica. Así mismo, se determinarán las concentraciones de la biomasa, presencia, ausencia y abundancia de las especies caracterizadas.

Estos resultados aportarán información de gran relevancia para procurar entender la importancia del zooplancton como uno de los primeros eslabones claves en la cadena trófica marina Antártica y su posible conexión con las aguas suramericanas, donde para estas últimas muestras se espera obtener información a nivel de zoogeografía e identificar los parámetros oceanográficos que influyen en la distribución, presencia, ausencia y densidades de los microorganismos componentes del zooplancton asociados con sus respectivas latitudes. Además de realizar una aproximación del flujo de energía transferible al próximo nivel trófico marino.

## 8.8 MAMÍFEROS MARINOS ANTÁRTICOS.

### Avistamientos en trayectos

Durante todo el recorrido fue interesante observar la transición de especies desde aguas tropicales en donde el número de odontocetos es generalmente mayor, hacia aguas templadas y polares, en donde se aumentó el número de avistamientos de pinípedos y de mysticetos. Las aguas frías de la Antártida son un lugar de alta productividad albergando las mayores concentraciones de krill del planeta, alimento principal de las grandes ballenas, razón por la cual es considerada una zona de alimentación.

Dentro de las especies observadas se encuentran odontocetos (cetáceos dentados): delfines de riso (*Grampus griseus*), ballenas piloto (*Globicephala Macrorhynchus*), cachalotes (*Physeter macrocephalus*), toninas overas (*Cephalorhynchus commersonii*), delfines oscuros (*Lagenorhynchus obscurus*) y mysticetos (Cetáceos con barbas o balenas): ballena jorobada (*Megaptera novaenagliae*), ballena azul (*Balaenoptera musculus*), ballena sei (*Balaenoptera borealis*), ballena minke (*Balaenoptera acutorostrata*) y ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*). Algunos avistamientos fueron rápidos y no se logró hacer la identificación a nivel de especie, por tanto se dejó el dato a nivel de familia (Delphinidae, Balaenopteridae). Igualmente se colectó información de pinípedos



presentes a lo largo de los trayectos en donde la especie más frecuente fue el lobo marino suramericano (*Arctocephalus australis*).

### Foto identificación



**Fotografía 43.** Fotografías de aletas caudales tomadas durante la expedición para identificación de cetáceos de acuerdo con la coloración, patrones y formas de las aletas.

El análisis preliminar que se realizó indica que en un esfuerzo de cerca 28 horas en el mar, se pudieron identificar 35 animales diferentes, cuyas fotografías serán comparadas con los catálogos existentes para la Antártida y para Colombia. Como información adicional 12 de los individuos identificados tienen patrones de coloración amarillos en diferentes partes de la aleta caudal.

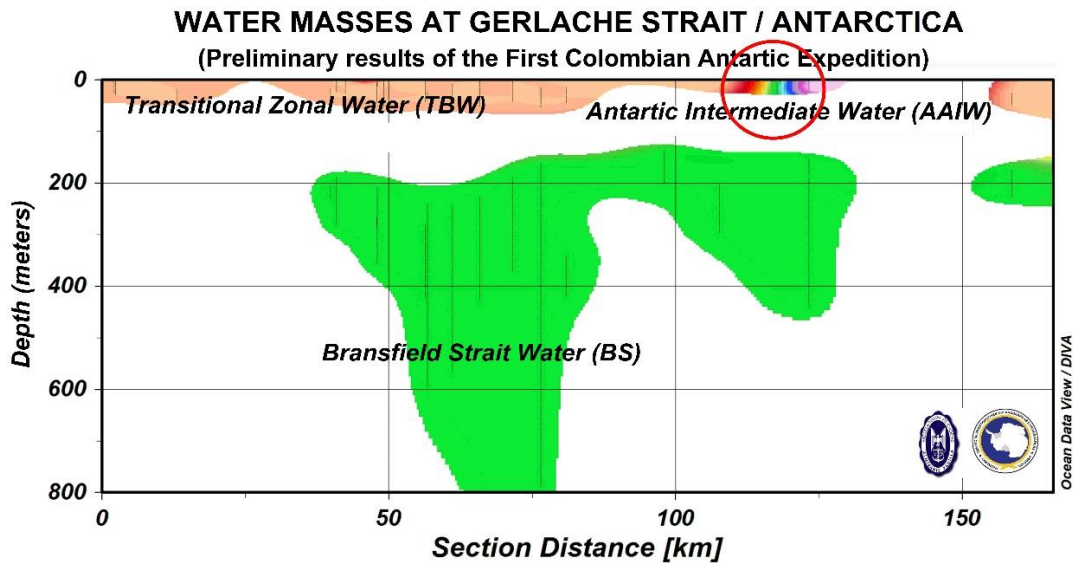
La información colectada (datos, muestras de genética, fotografías) será analizada en Bogotá con el resto del equipo de trabajo y se espera sacar al menos dos publicaciones científicas publicadas en revistas indexadas (genética - identificación y distribución de especies), así como también se espera poder sacar un libro para el público en general sobre los mamíferos antárticos.

### 8.9 MASAS DE AGUA EN EL OCEANO PACÍFICO

La realización de perfiles verticales de temperatura y salinidad tanto en el Estrecho de Gerlache, como en las estaciones oceanográficas distribuidas entre Valparaíso (Chile) y Buenaventura (Colombia), permitieron identificar las masas de agua presentes. En el Estrecho de Gerlache se detectaron Agua Transicional Zonal (TBW), Agua del Estrecho de Bransfield (BS) y en la superficie, Agua Intermedia Antártica (AAIW).

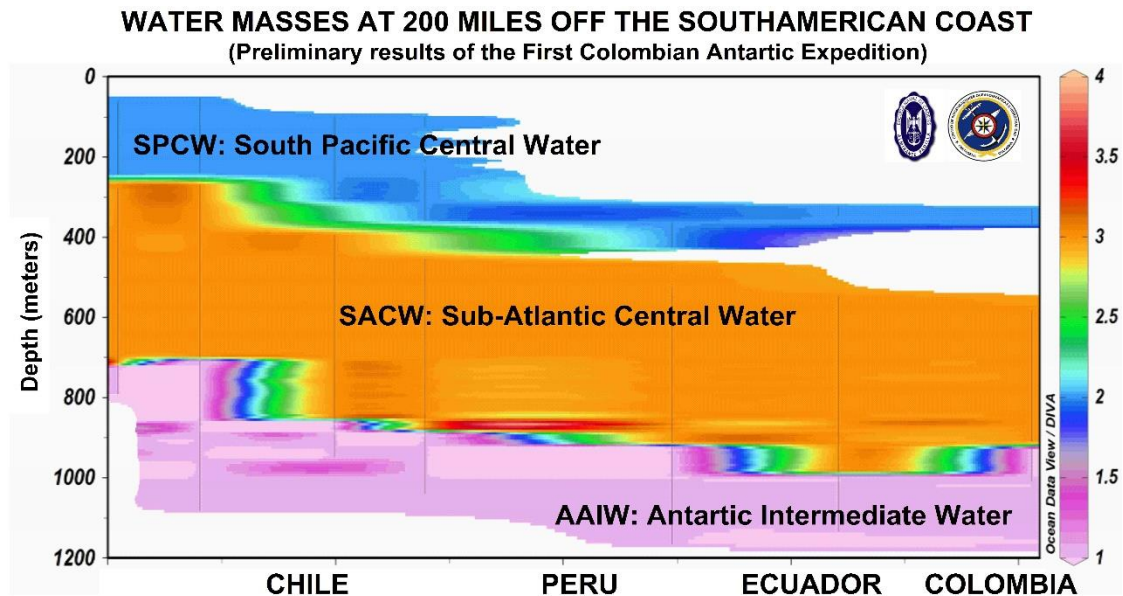
En el transecto efectuado en el Pacífico Suramericano, se detectaron: Agua Intermedia Antártica (AAIW) entre los 700 y 1200 m; Agua Central Sub-Atlántica (SACW) entre 250 y 900 m; Agua Central del Pacífico Sur (SPCW) entre los 50 y

400 m. En todos los casos, cada masa de agua se profundiza en dirección norte a una rata de 50 m en 1000 km.



The AAIW is found at surface in Antarctica but after sinking due to oceanographic process, fills a large part of the ocean and can be clearly seen in all of the ocean basins. In the Pacific the AAIW extends north to about 20 N. During the first Colombian Antarctic expedition the AAIW was detected in the Pacific Colombian waters, between 700 and 1200 m.

**Figura 20.** Distribución de masas de agua en el Estrecho de Gerlache.



While water mass distributions play a role in many of today's oceanographic problems, there is very little research directed at improving our knowledge of water mass distributions and their changes over time. W.J Emery (Worldwide famous oceanographer)

**Figura 21.** Distribución de masas de agua en el Pacífico suramericano.

## 8.10 CAMBIOS FISIOLÓGICOS DEL CUERPO HUMANO EN EL AMBIENTE ANTÁRTICO.

### FASE TROPICAL (Cartagena – Valparaíso).



**Fotografía 44.** Monitoreo durante ejercicio aeróbico.

Se tomaron 30 sujetos y se dividieron en 2 grupos aleatoriamente, el primer grupo no realizó programa de ejercicio y el segundo realizó durante un mes 12 sesiones de ejercicio consistente en realizar durante 30 minutos ejercicio de tipo aeróbico entre el 65 al 75 % de la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro con una intensidad entre el 65 al 75 %.

Se obtuvo una media en el consumo máximo de oxígeno de 36,7 ml/kg/min. Con una desviación estándar de 8,5 encontrándose en un percentil 50 de acuerdo a la población mundial.

Con respecto a la escala de Pittsburg al valorar la calidad del sueño en diferentes aspectos como latencia, duración, eficiencia, perturbación, medicación y disfunción diurna se encontró una media de 5 con una desviación estándar de 4 y un porcentaje del 55,5% de mala calidad de sueño en los sujetos investigados.

En la escala de Epworth al valorar la somnolencia diurna excesiva se encontró una media de 5 con una desviación estándar de 3,9 lo que quiere decir que el 44,4% de los sujetos tiene alguna posibilidad de hacer micro sueños durante el día.

En la composición corporal existe un 10,1% de obesidad, un 34,2% de normalidad y un 55,6% de sobrepeso.

En la escala de Zulewski al valorar riesgo de hipotiroidismo el 66% de los sujetos no tienen riesgo alto, y un riesgo bajo en un 34%.

## 9. PRINCIPALES RETOS SUPERADOS DURANTE LA EXPEDICIÓN

Las condiciones del clima y específicamente la temperatura, produjo cambios en las características mecánicas de los cauchos que activan equipos para obtención de muestras de agua y de sedimento. Lo anterior fue superado, no exponiendo el equipo a la intemperie durante tiempo innecesario y ajustando permanentemente el equipo.

Se logró obtener muestras de sedimento a profundidades de hasta 600 m, lo que representa un logro significativo, ante la dificultad en este tipo de toma de muestras, evidente en el caso de Antártica, ya que estas son muy escasas en la literatura científica.

Las limitaciones de espacio en altura en la popa, así como la distancia entre la PMO (Plataforma para la Maniobra Oceanográfica) y la borda, en el costado de babor (donde se ubicó la PMO), obligaron a desarrollar una maniobra muy precisa para el lanzamiento del equipo. Por otra parte, el diseño de conexión del cable de guaya con el cable de datos (se refiere al empalme) de la Roseta muestreadora, debe soportar la presión a la cual se sumerge el equipo. Estas dos situaciones obligaron a una constante innovación durante el proceso, hasta que la maniobra fue afinada y la conexión realizada exitosamente.

Se obtuvieron muestras de coral profundo (317 m), lo que podría significar un gran hallazgo, si no ha sido reportado para esta zona y por otra parte, si no es una especie identificada. Lo anterior debe ser consultado en la bibliografía especializada, después del análisis de las muestras en los laboratorios con esta capacidad.

Se obtuvieron muestras de rocas profundas (> 300 m) que serán empleadas para análisis litológico con la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El equipo que se tiene a bordo es básico, sin embargo fue posible la obtención de esas muestras.

Se ha logrado la obtención de muestras y mediciones de diferentes parámetros en bahías someras, de acuerdo con los objetivos planteados y que se relacionan directamente con la cooperación internacional con la Universidad Andrés Bello de Chile. Lo anterior fue posible, dentro del tiempo disponible durante la expedición, gracias a que se aprovecharon al máximo los momentos de buen tiempo durante el desarrollo, al mismo tiempo, de toma de muestras y mediciones en estaciones, así como durante el levantamiento batimétrico.

Considerando que el laboratorio oceanográfico y la plataforma para la maniobra oceanográfica son de diseño no probado en el pasado, y mucho menos en condiciones extremas de temperatura, sobre una plataforma en movimiento, diseñadas sobre exigencias específicas de alimentación hidráulica y eléctrica, así como limitadas por el espacio existente a bordo, se considera un logro significativo

el funcionamiento sin contratiempos técnicos de ambos equipos y con seguridad para quienes los operan.

Las bajas temperaturas disminuyen el tiempo de la carga las de baterías. Para la expedición, la alimentación de equipos se hizo desde las baterías de a bordo de los botes, manteniendo su carga. En el caso de la PMO, el equipo tiene dos malacates alimentados con batería, sin embargo previendo la situación de descarga de las baterías, el equipo fue diseñado con cargador. Las baterías de los CTD sufrieron de este efecto, por lo que se consumieron baterías secas en el doble de lo usual para el caso del Caribe.

Pese a la inexperiencia de algunos de los investigadores para ejecutar maniobras con equipo oceanográfico desde buques, durante el desarrollo de las estaciones oceanográficas se fue afinando la maniobra hasta lograr disminuir los tiempos y en ningún caso ocurrió un accidente o se perdió un equipo por mala operación.

La inclusión de actividades de divulgación sobre la expedición científica en los países latinoamericanos, dirigidas tanto a directivos como a investigadores, así como a personal de las Armadas de esos países, fue bien recibida y permitió a Colombia mostrar su Programa Antártico, sus capacidades e intenciones en el contexto del Tratado Antártico, lo que permitirá durante la próxima reunión de la RCTA reportar formalmente ante todos los países consultivos, el inicio de la actividad Antártica de Colombia.

Por otra parte, la actividad de divulgación facilitará la construcción de convenios de cooperación para el desarrollo de actividades científicas con los países latinoamericanos.

## 10. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS EXPEDICIONES.

Existe un ambiente de cooperación en los temas antárticos con los países visitados, por lo que la realización de convenios para desarrollo de proyectos de investigación nacionales en bases antárticas de otros países es factible y para lo cual se deben hacer las aproximaciones del caso.

Durante las visitas realizadas tanto a bases antárticas como a instituciones en los países, fue evidente que la mayoría de investigaciones se realizan teniendo como base una estación antártica. Esto limita el área de estudio, la movilidad y además obliga al desarrollo de proyectos de investigación en zonas donde se ha efectuado esta actividad desde hace 40 años (en promedio). La limitación existente en relación con buques de investigación, no permite el desarrollo de proyectos de investigación como los que están desarrollando las instituciones nacionales en el marco de la primera expedición antártica. Lo anterior permite reconocer que uno de los mayores aportes a la ciencia antártica que puede realizar el país, está relacionado con la investigación desde buques; sin embargo, en caso de que proyectos de investigación requieran de la estacionalidad (geográfica y climática) las opciones de investigación en bases antárticas de otros países, son una realidad.

El buque ARC "20 DE JULIO", y las adaptaciones realizadas para investigación oceanográfica permitieron la obtención de muestras y el trabajo de los investigadores a bordo, para el tipo de proyectos de investigación planteados; sin embargo, existen muchas limitaciones que solo pueden ser solucionadas con buques de investigación adecuados.

Una gran limitación durante la expedición fueron las comunicaciones y acceso a internet, requerido no solo para el bienestar de los investigadores y tripulación, sino también para el desarrollo mismo de los proyectos de investigación y actividades laborales propias de los investigadores en sus respectivas instituciones.

Debido a la necesidad de las actividades de divulgación del componente científico durante la navegación, era necesario el embarque de los investigadores desde el puerto de Cartagena y regreso a bordo, sin embargo para futuras expediciones sería más eficiente el embarque de todos los investigadores desde Valparaíso, Punta Arenas o Ushuaia y desembarque en el mismo puerto, al finalizar la toma de muestras en Antártica.

Los levantamientos batimétricos con fines de cartografía náutica son una necesidad para la seguridad marítima en la Antártida. Durante la expedición se demostró la capacidad técnica y operativa para continuar con este tipo de actividades y se recomienda contactar a los servicios hidrográficos con responsabilidades en Antártica, para coadyuvar en este esfuerzo. Así mismo, se recomienda participar activamente en la Comisión Hidrográfica Antártica de la OHI.

Es recomendable, en caso de que en el futuro se realice otra expedición a bordo de buque que no sea de investigación, que desde la planeación y durante la ejecución, el jefe científico de la expedición cuente con el apoyo de un contra maestre con experiencia en buques de investigación. Desde la planeación se deberán tener en cuenta herrajes y material de maniobra y durante la ejecución la experiencia del contra maestre será de gran ayuda.

Teniendo en cuenta que la maniobra de lanzamiento de equipo oceanográfico debió ser diseñada específicamente para la condición del buque ARC "20 DE JULIO", antes del zarpe se efectuó una prueba de mar de los equipos y de la maniobra. Se recomienda que para una próxima expedición, se efectúe más de una prueba y con todo el personal de investigadores que se embarque. En caso de que sea a bordo de un buque de investigación este requerimiento no aplicaría, ya que la tripulación de un buque de investigación tendría la mayor responsabilidad para en el manejo de los equipos.

En cuanto a la dotación de ropa y accesorios para bajas temperaturas, fueron adecuados, sin embargo se deben tener en cuenta guantes impermeables y de la mejor calidad. Por otra parte, se debe poner mayor atención a las tallas del personal.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bárcena, M., Sesma, J., Isla, E., & Palanques, A. (2005). Respuesta del registro sedimentario a la ciclicidad solar en el Estrecho de Gerlache (península Antártica). *GEOGACETA*, 38, 179-182.
- Barreira, S. (2008). Variabilidad espacial y temporal de la concentración del hielo marino antártico y su relación con la circulación atmosférica. *tesis doctoral*, 408.
- Cerda, J. C., & Zamora, M. G. (2006). Climatología de la Península Antártica y de la base Presidente Eduardo Frei Montalva. *DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE*(Primera edición), 7-59.
- Cheng, Y., Andersen, O. B., & Knudsen, P. (2012). First evaluation of MyOcean altimetric data in the Arctic Ocean. *Ocean Sci. Discuss*, 291-314.
- Comisión Colombiana del Océano – CCO. (2007). Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros. Litoflash, Santa Marta. 56 p.
- Comité científico de Investigaciones Antárticas – SCAR. (2013). Informe Anual 2012-2013. [www.scar.org](http://www.scar.org). Consultada el 04 de septiembre de 2013.
- Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos / CCO. (2014). Agenda Científica Antártica de Colombia 2014 – 2035. Comisión Colombiana del Océano.
- Dinniman, M., & Klinck, J. (2004). A model study of circulation and cross-shelf exchange on the west Antarctic Peninsula continental shelf. *Deep-Sea Research II*, 51.
- Dragani, W., Drabble, M., D'Onofrio, E., Mazio, C. (2004). Propagation and amplification of tide at the Bransfield and Gerlache Straits, northwestern Antarctic Peninsula. *Polar Geosci* 17, 156 – 170.
- Ducklow, H., Baker, K., Martinson, D., Quetin, L. G., Ross, R., Smith, R., . . . Fraser, W. (2007). Marine pelagic ecosystems: the West Antarctic Peninsula. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 362, 67–94.
- García, M., Castro, C., Ríos, A., Doval, M., Rosón, G., Gomis, D., López, O. (2002). Water masses and distribution of physico-chemical properties in the Western Bransfield Strait and Gerlache Strait during Austral summer 1995/96. *Deep Sea Research II*, 49: 585-602.
- Hofmann, E. K. (1996). Water mass distribution and circulation west of the Antarctic Peninsula and including Bransfield Strait. En C. f. Oceanography, *Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula* (Vol. 70, págs. 61-80). Washington.



- Krützen M, Barré LM, Möller LM, Heithaus MR, Simms C. (2002). A biopsy system for small cetaceans: darting success and wound healing in *Tursiops* spp. *Marine Mammal Science* 18: 863-878.
- López, O., García, M., & Arcilla, A. (1994). Tidal and residual currents in the Bransfield Strait, Antarctica. *Annales Geophysicae*, 12 (9), 887-902.
- Ministerio de Relaciones Exteriores, 1990. Decreto 1690 de 1990 "Por el cual se crea la Comisión Nacional para Asuntos Antárticos" 061857. 3 p.
- Niiler, P. and J. Illeman. (1990). RACER: Langranian drifter observations of surface circulation in the Gerlache and Bransfield straits. *Antarctic Journal of the United States*, 25 (5): 134-137.
- Sanchez, R. (2007.). Antártida: Introducción a un continente remoto . En *Estudios antárticos, Geología* (págs. 37-42). Editorial Albatroz,.
- Sangrá, P., C. Gordo, M. Hernández-Arencibia, A. Marrero-Díaz, A. Rodríguez-Santana, A. Stegner, A. Martínez-Marrero, J.L. Pelegrí and T. Pichon. (2011). The Bransfield current system. *Deep-Sea Research I*, 58 (4): 390-402.
- Stammerjohn, S.E., D.G. Martinson, R.C. Smith, X. Yuan and D. Rind. (2008). Trends in Antarctic annual sea ice retreat and advance and their relation to El Niño-Southern Oscillation and Southern Annular Mode Variability. *Journal of Geophysical Research*, 113: 1-10.
- Sudre, J., Garzon V., Provost, C., Sennechael, N., Huhn, O., Lacombe, M. (2011). Short-term variations of deep water masses in Drake Passage revealed by multiparametric analysis of the ANT XXIII/3 bottle data. *Deep Sea Research II* 58. 2592 – 2612.
- Treguer, P., and G. Jacques. (1992). Dynamics of nutrients and phytoplankton and fluxes of carbon, nitrogen and silicon in the Antarctic Ocean, *Polar Biol.*, 12, 149-162,.
- Turner, J., S.R. Colwell, G.J. Marshall, T.A. Lachlan-Cope, A.M. Carleton, P.D. Jones, V. Lagun, P.A. Reid and S. Iagovkina. (2005). Antarctic climate change during the last 50 years. *International Journal of Climatology*, 25: 279-294.
- Zhou, M., Niiler, P and Hu, J. (2002). Surface currents in the Bransfield and Gerlache Straits, Antarctica. *Deep-Sea research I*, 49: 267-280.
- Zhou, M., Niiler, P., Zhu, Y., & Dorland, R. (2006). The western boundary current in the Bransfield Strait. *Antarctica. Deep-Sea Research I*, 53.



Grupo de investigadores embarcados durante la Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida.

# ANEXO 1



## Colombia in the Antarctic

Colombia is in the process of internal reflection aimed at reviewing their position in relation to the Antarctic Treaty, which it acceded in 1989 allowing a change of status to Consultative Party to the Antarctic Treaty in the future.

Our main interest is to position Colombia in the Antarctic scenario, both in the processes leading to the protection and conservation of this continent and in the exchange of scientific information and knowledge transfer.

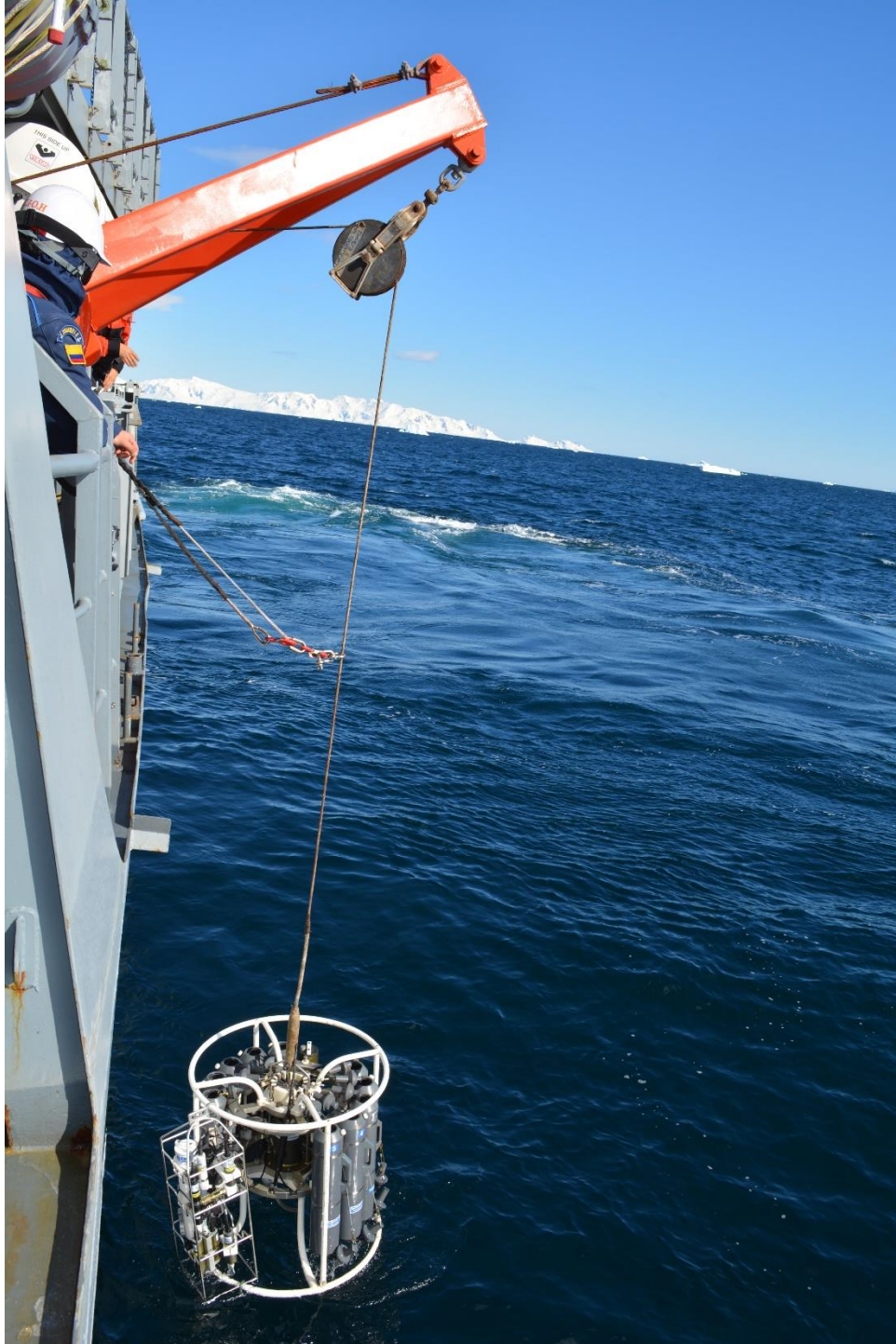
Due to its condition as a megadiverse country, Colombia is highly vulnerable to climate changes. Therefore, both the results of the investigations carried out and the measures taken in the framework of the Antarctic Treaty System have a direct relevance for the design and implementation of comprehensive measures to cope with the challenges imposed by climate change, in addition to balancing our commitment to achieve sustainable development in the field of environmental protection, economic growth and social welfare. In this context, generation of knowledge is one of the fundamental pillars of achieving a transformation towards a paradigm of sustainable, resilient and low-carbon development.

At a domestic level, Colombia is in the process of renovating and consolidating its National Committee for Antarctic Affairs in order to design and implement a national program of Antarctic research. We are also ready to submit the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty, also known as the "Madrid Protocol", to the National Congress for ratification at the next session of legislature and in the process of consultations, begin the process of ratification of the Convention for the Conservation of Marine Living Resources.

On the other hand, the National Maritime Authorities of Colombia with the support of the Navy, Research Centres and the National Hydrographical Services, are preparing to make the first national expedition with the purpose of developing scientific research in Antarctica in order to cooperate with the international scientific efforts in that continent.

This expedition would be carried out in one of the oceanographic research ships (ARC MALPELO or ARC PROVIDENCE). At the moment, we are working to enlist the vessel and crew, start-up the associated research projects, identify areas for gathering information and associate universities and the National Research Centre for a start-up date still to be determined, either in the summer of 2014 or 2015.

# ANEXO 2



ANEXO. 2. METADATO DE MUESTRAS RECOLECTADAS EN EXPEDICIÓN ANTÁRTICA ESTRECHO DE GERLACHE																				
ESTACIÓN	FECHA	Hora CTD in (local)	COORDENADAS		MATERIAL		SEDIMENTO				AGUA									
			LAT	LON	ROCA	BIOL	HPA	SED	MP	MO	HDD	CT	PL	SST	Z	I	C	N	MP	p
1	17/01/2015	22:20:00	-63,98785	-61,7508833	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
2	17/01/2015	18:56:37	-64,04481667	-61,5574167	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
3	17/01/2015	14:00:26	-64,09330833	-61,3874278	0	3	0	0	0	0	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3
4	17/01/2015	9:00:01	-64,14985278	-61,1755861	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3
5	18/01/2015	19:47:17	-64,38075833	-61,7088333	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
6	18/01/2015	11:09:17	-64,29808889	-61,8055833	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
7	18/01/2015	9:34:29	-64,26780278	-61,9517306	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
8	19/01/2015	20:11:35	-64,49421389	-61,6980833	0	0	0	0	0	0	1	5	5	5	1	1	5	5	5	5
9	19/01/2015	16:02:58	-64,49028889	-61,9154722	1	0	1	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
10	19/01/2015	10:52:02	-64,48594444	-62,1071389	0	0	2	1	1	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
11	19/01/2015	8:08:55	-64,42561111	-62,1350528	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
12	20/01/2015	20:42:15	-64,61348333	-62,2401333	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
13	20/01/2015	17:02:59	-64,58175	-62,5945	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
14	20/01/2015	14:02:01	-64,60376389	-62,6480833	0	0	1	1	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
15	20/01/2015	10:02:31	-64,53415278	-62,7838639	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
16	21/01/2015	8:09:50	-64,75805556	-62,8833222	0	0	3	1	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
17	21/01/2015	17:24:37	-64,67686111	-63,0025	0	0	0	0	0	0	1	0	4	4	1	1	4	4	4	4
18	22/01/2015	14:42:51	-64,943575	-63,3241889	0	1	0	0	0	0	1	0	4	4	1	1	4	4	4	4
19	22/01/2015	11:25:12	-64,97769167	-63,5360833	1	0	1	1	1	0	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4
20	22/01/2015	9:33:44	-64,99180556	-63,5311111	0	0	0	0	0	0	1	4	4	4	1	1	4	4	4	4
<b>Sub Total muestras</b>					2	4	8	4	2	0	20	68	79	79	20	20	79	79	79	79
<b>Total Muestras</b>																				<b>602</b>

- En todas las estaciones se efectuaron perfiles de parámetros físicos con CTD, así como perfiles verticales de corriente con ADCP.

HPA: Hidrocarburos poliaromáticos ; sed: sedimento; MP: Metales Pesados; MO: Materia Orgánica; HDD: Hidrocarburos Disueltos y dispersos; CT: Coliformes totales y E coli; PL: Plancton mixto; SST: Sólidos Suspendidos Totales ; z: Zooplancotn con red; I: Ictioplancton; C: Clorofila; N: Nutrientes; P: Pesticidas.

# ANEXO 3

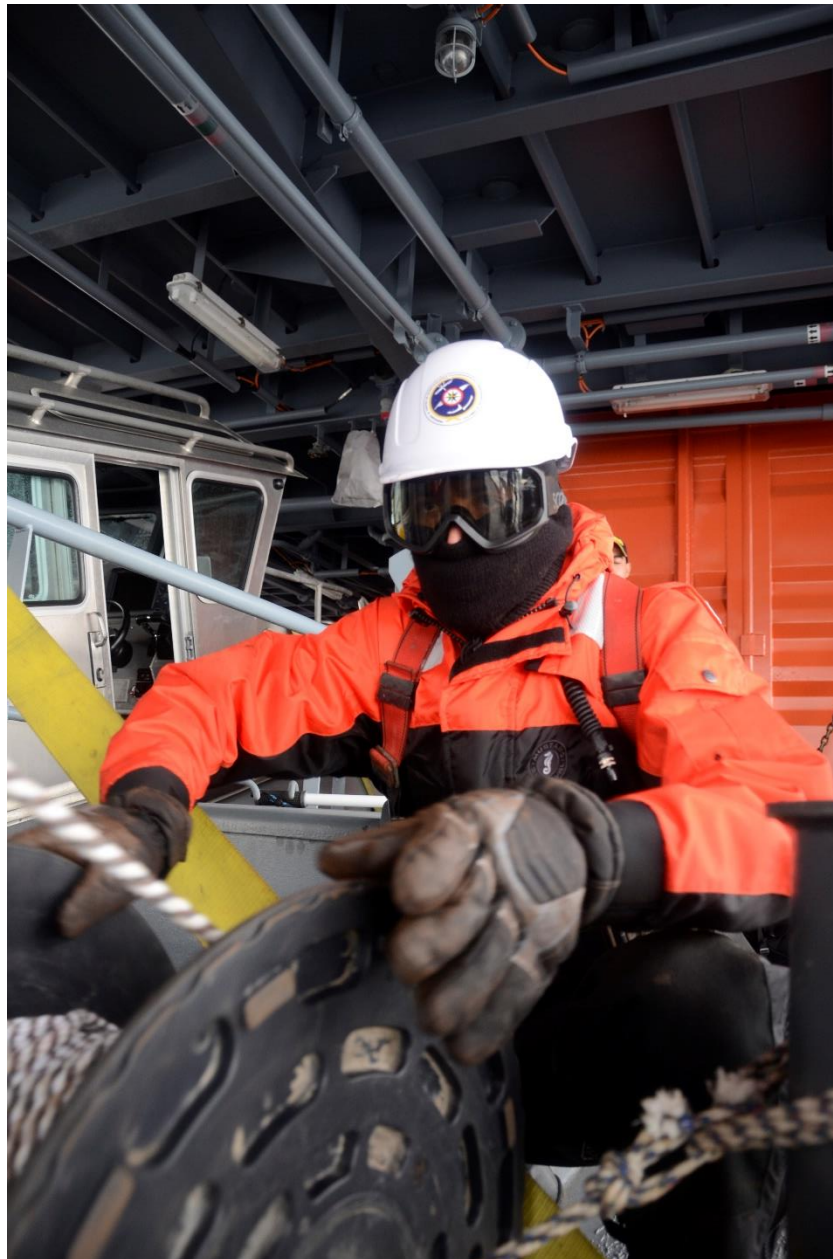


**REGISTRO DE MEDICIONES EN BAHÍAS DEL ESTRECHO DE GERLACHE**

FECHA	LUGAR	EQUIPO	OBSERVACIONES
17/01/2014 y 06/02/2015	Base Primavera (caleta Fontaine) – ensenada Duarte.	CTD DRAGA CORER	Instalación de mareógrafo, sensor de temperatura, presión atmosférica y ADCP en sector de base Primavera en caleta Fontaine. Se realiza registro con perfilador de subfondo en sentido longitudinal a la bahía hasta cerca del glaciar. Se realizan 7 estaciones con CTD hasta 100 m de profundidad, y 3 lances de draga y corer de sedimentos sin resultados positivos.
18/01/2014	Cercanías a paso Yelcho – bahía en cercanía a Punta Eckener.		Se realiza registro con perfilador de subfondo en sentido longitudinal a la bahía hasta cerca del glaciar. Se hacen 2 registros en sentido transversal. Se realizan 4 lances de CTD hasta 50 m de profundidad y espaciados cada 1 milla. Se intentan 3 lances de draga y corer de sedimentos sin resultados positivos. En el punto cercano al glaciar principal se realiza muestreo de agua superficial.
19/01/2015 y 04/02/2015	Bahía Frei (Recess Cove).	CTD DRAGA CORER	Se realiza registro con perfilador de subfondo en sentido longitudinal en la parte norte de la bahía hasta cerca del glaciar. Se registra una línea transversal de norte a sur hacia el glaciar principal sur. Se realizan 7 estaciones con CTD hasta 100 m de profundidad y se intentan 4 lances de draga y corer de sedimentos sin resultados positivos. Se realiza muestreo de agua de mar superficial al interior y al exterior de la bahía.
21/01/2015	Bahia Paraiso	BOTELLA	Se realiza registro con perfilador de subfondo de norte a sur desde base GGV hasta entrada de bahía Oscar. No es posible la entrada a la bahía Oscar dada la gran cantidad de hielos. Debido a la alta profundidad no se pudo obtener muestras de sedimentos. Se realizan 7 estaciones con CTD en el área hasta 100 m de profundidad, cada 1 milla. Se realiza muestreo de agua de mar superficial al interior (en la boca de bahía Oscar) y al centro de la bahía Paraíso.
29/01/2014	Bahia Wilhemina		Se realiza registro con perfilador de subfondo por el paso Plata hasta pequeña bahía en el lado SE de la bahía Wilhelmina. Debido a la alta profundidad no es posible obtener muestras de sedimentos. Se realizan 5 estaciones con CTD cada 1 milla desde punto cercano al glaciar principal de la bahía pequeña. En 4 de esas estaciones, se realiza muestreo de agua de mar superficial.



# ANEXO 4



## REGISTRO DE MEDICIONES DE MAREA EN EL ESTRECHO DE GERLACHE

DESDE	HASTA	LUGAR	LAT (S)	LON (W)	RATE (min)	OBSERVACIONES
15/01/2015	03/02/2015	Estación Palmer (US)	64 46	64 03	1	<p>Hora del registro: UTC</p> <p>Diferencia entre el sensor y el promedio del nivel del mar (1.247 m).</p> <p>Promedio estimado del nivel de marea sobre el sensor, basado en 1.5 meses de observaciones: 0.960 m.</p> <p>Altura elipsoidal estimada del promedio de marea: 14.713 m.</p> <p>Altura del sensor de marea (basado en datum) 13.753 m.</p> <p>Altura elipsoidal estimada del nivel medio del mar: 15 m.</p> <p>Mark Dalbert <a href="mailto:pal.ra@usap.gov">pal.ra@usap.gov</a></p> <p>Ver datos en fotografía tomada del manual de la estación Palmer.</p>
21/01/2015	02/02/2015	Estación Videla (Chile)	64 49 25	62 51 25	10	<p>El CIOH efectuó la instalación y nivelación del RBRduo 51155 el 21/01/2015.</p> <p>Fecha de actualización del N.M.M SHOA 5/11/2014</p> <p>Nivel Medio de Mar: 4,280 m (calculado por SHOA)</p> <p>SHOA tomo como nivel de referencia Cota Fija de Marea (CFM 2 SHOA 2010) para punto geodésico.</p> <p>N.R.S: 5,580 m; Correo de contacto: <a href="mailto:serviciosaterceros@shoa.cl">serviciosaterceros@shoa.cl</a></p> <p>Hora del registro del RBRduo (UTC)</p> <p>Distancia vertical entre el sensor de nivel del mar y CFM 2: 5,908 m.</p> <p>Altura entre el sensor del nivel del mar del CIOH y el NMM: 1,628 m.</p>
17/01/2015	06/02/2015	Base Primavera (Argentina)			30	<p>En Base Primavera se fondeo un sensor de presión RBR y un ADCP. El RBR no fue encontrado. Los datos de presión del ADCP fueron recuperados. No se efectuó un posicionamiento preciso del equipo por no existir puntos geodésicos de primer orden. Hora de los registros UTC.</p>

# ANEXO 5



## REGISTRO DE AVISTAMIENTO DE MAMÍFEROS MARINOS EN ANTÁRTICA

(La presente información no tiene todos los registros y datos obtenidos)

Date (mmdd)	Sighting No.	Time at start of encounter (hhmm)	Time at end of encounter (hhmm)	Latitude	Longitud	Species or family	Range of animal  (metres from bridge of Vanquish and support vessel if applicbl)	Total number of animals  ND: Not determnd + : over - : at least	Number of adults  ND: Not determnd + : over - : at least
16/01/2015	1	11:48		63,283	59,600	<i>Megaptera novaengliae</i>	700mts	3	3
17/01/2015	2	7:01	7:30	64,133	61,217	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	6	ND
17/01/2015	3	9:30	9:45	64,117	61,233	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	9	0
17/01/2015	4	10:00	11:00	64,067	61,233	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	2	2
17/01/2015	5	12:42		64,067	61,300	<i>Megaptera novaengliae</i>		5	
17/01/2015	6	14:14	14:34	64,067	61,383	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	2
17/01/2015	7	15:00	15:12	64,067	61,383	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	2
17/01/2015	8	16:05	16:22	64,067	61,383	<i>Megaptera novaengliae</i>	700	1	1
17/01/2015	9	16:50	17:02	64,067	61,367	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	1	ND
17/01/2015	10	17:10	17:18	64,067	61,367	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000-300	8	7
17/01/2015	11	18:00		64,017	61,583	<i>Megaptera novaengliae</i>	200	2	2
17/01/2015	12	19:14		64,017	61,600	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	2	2
17/01/2015	13	19:30	20:53	64,017	61,600	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	2	2
20/01/2015	14	8:30	9:15	64,533	62,767	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	1
20/01/2015	15	10:20	10:35	64,517	62,783	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	3	2

20/01/2015	16	10:56	11:03	64,517	62,783	<i>Megaptera novaengliae</i>	1 milla	3	3
20/01/2015	17	16:10	16:33	64,583	62,650	<i>Megaptera novaengliae</i>	1 milla	4	4
20/01/2015	18	16:58	17:10	64,567	62,600	<i>Megaptera novaengliae</i>	800 mts	2	2
20/01/2015	19	17:55	18:00	64,567	62,567	<i>Megaptera novaengliae</i>	300 mts	8	8
21/01/2015	20	8:39	8:56	64,767	62,900	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	4	4
22/01/2015	21	14:45	14:46	64,933	62,300	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	3	3
22/01/2015	22	21:15	22:41	64,633	62,850	<i>Orcinus orca</i>	800 mts	30	
22/01/2015	23	21:16	22:41	64,633	62,850	<i>Megaptera novaengliae</i>	1500	9	9
22/01/2015	24	21:40	22:41	64,633	62,850	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	
22/01/2015	25	21:53	22:41	64,617	62,817	<i>Orcinus orca</i>	700	15	
22/01/2015	26	22:05	22:41	64,617	62,817	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	1	
22/01/2015	27	22:15	22:41	64,600	62,750	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	
23/01/2015	28	8:59		64,733	62,933	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	
23/01/2015	29	9:15		64,733	62,933	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	3	
23/01/2015	30	9:16		64,750	62,933	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	3	
23/01/2015	31	11:22		64,750	62,950	<i>Megaptera novaengliae</i>	400	4	
23/01/2015	32	12:07	12:40	64,750	62,950	<i>Megaptera novaengliae</i>	400	3	
24/01/2015	33	10:00		64,783	62,917	<i>Megaptera novaengliae</i>	100	2	
24/01/2015	34	21:29		64,733	62,917	<i>Megaptera novaengliae</i>	800 mts	4	
24/01/2015	35	21:38		64,733	62,950	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	2	
25/01/2015	36	8:41		64,733	62,983	<i>Megaptera novaengliae</i>	900	1	
25/01/2015	37	8:55		64,733	62,983	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	
25/01/2015	38	9:05		64,733	62,983	<i>Megaptera novaengliae</i>	1100	2	
25/01/2015	39	9:10		64,733	62,983	<i>Megaptera novaengliae</i>	1700	1	
25/01/2015	40	10:04		64,733	62,967	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	3	
25/01/2015	41	10:06		64,733	62,967	<i>Orcinus orca</i>	1200	5	
25/01/2015	42	15:35		64,680	63,183	<i>Megaptera novaengliae</i>		2	

26/01/2015	43	8:28		64,667	62,867	<i>Megaptera novaengliae</i>	10	2	
26/01/2015	44	9:55		64,683	62,767	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	2	
26/01/2015	45	9:58		64,683	62,767	<i>Megaptera novaengliae</i>	250	3	
27/01/2015	46	8:15		64,583	62,833	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	2	
27/01/2015	47	8:32		64,760	63,028	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	1	
27/01/2015	48	8:43		64,701	62,901	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	2	
27/01/2015	49	10:37		64,848	62,868	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	3	
27/01/2015	50	11:05		64,848	62,986	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	4	
27/01/2015	51	16:08		64,788	62,996	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	5	
27/01/2015	52	17:29		64,647	62,949	<i>Megaptera novaengliae</i>	1500	5	
27/01/2015	53	17:47		64,699	62,861	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	1
27/01/2015	54	18:03		64,592	63,050	<i>Megaptera novaengliae</i>	200	8	
28/01/2015	55	8:25	8:30	64,577	63,094	<i>Megaptera novaengliae</i>	2000	2	
28/01/2015	56	9:48		64,790	62,872	<i>Megaptera novaengliae</i>	1500	5	
28/01/2015	57	10:15	10:45	64,570	62,983	<i>Megaptera novaengliae</i>	1600	2	
28/01/2015	58	11:07	11:15	64,693	62,859	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	3	
28/01/2015	59	11:50	12:00	64,634	62,842	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	
28/01/2015	60	15:02		64,645	62,829	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	4	
28/01/2015	61	15:55		64,677	62,985	<i>Megaptera novaengliae</i>	2000/800	8	
30/01/2015	62	15:58		64,603	62,823	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	2	
30/01/2015	63			64,705	62,910	<i>Megaptera novaengliae</i>	600	2	
30/01/2015	64			64,663	63,019	<i>Megaptera novaengliae</i>	200	1	
30/01/2015	65	17:55		64,603	62,797	<i>Megaptera novaengliae</i>	800	4	
01/02/2015	66	9:04		64,714	63,260	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	1	
01/02/2015	67	9:43		64,879	63,091	<i>Orcinus orca</i>	1000	30	
01/02/2015	68	9:55		64,690	62,928	<i>Megaptera novaengliae</i>	300	1	

01/02/2015	69	20:08	21:40	64,598	63,068	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000 - 1500	7	
02/02/2015	70	4:34		64,709	62,733	<i>Megaptera novaengliae</i>	500	2	
02/02/2015	71	7:26		64,893	63,093	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	2	
02/02/2015	72	7:45		64,842	63,086	<i>Megaptera novaengliae</i>	2000	9	
04/02/2015	73	8:32		64,639	62,976	<i>Megaptera novaengliae</i>	1500	2	
04/02/2015	74	8:49		64,639	62,883	<i>Megaptera novaengliae</i>	1000	2	2
04/02/2015	75	8:51		64,669	62,955	<i>Megaptera novaengliae</i>	2500	14	10
05/02/2015	76	7:30		64,117	61,267	<i>Megaptera novaengliae</i>	200	2	
05/02/2015	77	8:37		64,113	61,368	<i>Megaptera novaengliae</i>	400	3	
05/02/2015	78	8:58		64,243	61,384	<i>Arctocephalus</i>	5	1	
05/02/2015	79	15:17		64,148	61,337	<i>Megaptera novaengliae</i>	1500	2	
05/02/2015	80	15:25		64,148	61,337	<i>Megaptera novaengliae</i>	1200	4	
05/02/2015	81	15:46		64,148	61,337	<i>Arctocephalus</i>	250	1	
05/02/2015	82	16:00		64,328	61,464	<i>Megaptera novaengliae</i>	5	1	