

**Informe de la
III Expedición Científica de
Colombia a la Antártida
“Almirante Padilla”,
Verano Austral 2016-2017**



Informe de la
III Expedición Científica de
Colombia a la Antártida
“Almirante Padilla”,
Verano Austral 2016-2017

 VICEPRESIDENCIA



Informe de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017

Documento elaborado por:

Capitán de Navío

RAFAEL RICARDO TORRES PARRA

Coordinador Científico de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017

ARC - ENAP - Dimar

DIEGO FERNANDO MOJICA MONCADA

Comisión Colombiana del Océano

CHRISTIAN M. DÍAZ SÁNCHEZ

Comisión Colombiana del Océano

Con los aportes y cooperación de:

CF FERNANDO DÍAZ

Armada Nacional - ARC 20 de Julio

S2 JOSÉ IRIARTE

ARC - Dimar

TECIM JHON HERNÁNDEZ

Grupo Comunicaciones Estratégicas ARC

JOSÉ PAYARES

ARC - ENAP

SJ FERNANDO OVIEDO

ARC - Dimar

PAULA SUÁREZ

Dimar

S2 ALEXANDER GUZMÁN

ARC - Dimar

JHON SALÓN

Dimar

S3 GABRIEL ANTOLINEZ

ARC - Dimar

MARY LUZ CAÑÓN

Dimar

S3 RAFAEL BARCELÓ

ARC - Dimar

EDUARDO SANTAMARÍA

Universidad Autónoma de Baja California

ANA LUCÍA CAICEDO

Dimar - ENAP

ALFREDO MERCADO

Universidad Autónoma de Baja California

S2 NÉSTOR AVELLANEDA

ARC - Dimar

MANUEL GARRIDO

Invemar

ANDRÉS FRANCO
Universidad Jorge Tadeo Lozano

ADRIÁN VÁSQUEZ
Fundación Omacha

SSCIM ARLIN QUINTERO
ARC - ENSB - EBUSA

S3 RENEY PATIÑO
ARC - ENSB - EBUSA

TK LUISA SÁNCHEZ
ARC - EFIM

SPCIM PAULO GARCÍA
ARC - EFIM

CHRISTIAN MENDOZA
ARC - ENAP

MÓNICA ZAMBRANO
Universidad de Antioquia

CC WILSON RÍOS
ARC - ENAP

LIZETTE QUAN
Universidad CES

MARIO LONDOÑO
Universidad de Antioquia

IDALYD FONSECA
Universidad de Antioquia

JEAN DELGADO
Universidad de Antioquia

ROSA ACEVEDO
Universidad Tecnológica de Bolívar

NATALIA JARAMILLO
Universidad de los Andes

NANCY VILLEGAS
Universidad Nacional de Colombia

ÓSCAR RAMOS
Universidad de La Salle

TECIM CARLOS RUÍZ
ARC - EFIM

Escalafones

CC - Capitán de Corbeta

CF - Capitán de Fragata

CN - Capitán de Navío

S2 - Suboficial Segundo

S3 - Suboficial Tercero

SJ - Suboficial Jefe

SPCIM - Sargento Primero de Infantería de Marina

SS - Sargento Segundo

SSCIM - Sargento Segundo de Infantería de Marina

SV - Sargento Viceprimero

TECIM - Teniente Efectivo de Infantería de Marina

TK - Teniente de Corbeta

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- ARC:** Armada Nacional de la República de Colombia
- CEP:** Comité Polar Español
- CCO:** Comisión Colombiana del Océano
- CPA:** Comité de Protección Ambiental
- CTN AA:** Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos
- Dimar:** Dirección General Marítima
- DNA:** Dirección Nacional del Antártico
- EBUSA:** Escuela de Buceo y Salvamento
- ENSB:** Escuela Naval de Suboficiales ARC de Barranquilla
- ENAP:** Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”
- ENEA:** Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l’Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile
- EFIM:** Escuela de Formación de Infantería de Marina
- FIMA:** Feria Internacional del Medio Ambiente
- HAP:** Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
- IAA:** Instituto Antártico Argentino
- Iceman:** Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida
- INACH:** Instituto Nacional Antártico Chileno
- INAE:** Instituto Nacional Antártico Ecuatoriano
- Inveamar:** Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”
- LOME:** Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado
- NIPR:** National Institute of Polar Research
- NSF:** National Science Foundation
- PAC:** Programa Antártico Colombiano
- PNOEC:** Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros
- PMO:** Plataforma Móvil Embarcada
- RCTA:** Reunión Consultiva del Tratado Antártico
- RAPAL:** Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos
- SCAR:** Comité Científico de Investigaciones Antárticas (acrónimo en inglés)
- SECIRM:** Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
- SECCO:** Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano
- STA:** Sistema del Tratado Antártico
- ZAEP:** Zona Antártica Especialmente Protegida

CONTENIDO

RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	13
2. ANTECEDENTES	17
2.1 Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos	18
2.2 Actividades de divulgación	20
2.3 Documentos rectores	24
2.4 Convocatoria de proyectos de investigación	28
2.5 Manejo del impacto ambiental	32
2.6 Alistamiento del buque ARC 20 de Julio	33
i. Mantenimiento general de la unidad	33
ii. Aprovisionamiento logístico del buque	34
iii. Entrenamiento del personal	34
2.7 Participación internacional y apoyos de países amigos	35
2.8 Curso Preantártico	38
3. COMPONENTES DE LA III EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DE COLOMBIA A LA ANTÁRTIDA	41
3.1 Componente buque a bordo del ARC 20 de Julio	42
3.2 Componente de cooperación internacional en buques y bases de países amigos	43
4. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN III EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DE COLOMBIA A LA ANTÁRTIDA	45
4.1 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Hidrografía	46
4.2 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Oceanografía	47
4.3 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Biología y química	47

4.4	Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Propiedades bio-ópticas _____	47
4.5	Biodiversidad y condiciones oceanográficas del Estrecho de Gerlache "Bio Gerlache-Antártica" _____	48
4.6	Censo, ecología trófica, concentraciones de mercurio y genética de pinnípedos en las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas No. 132 (Península Potter, Isla 25 de Mayo) y 134 - 153 - 146 y 113 en el Estrecho de Gerlache, Península Antártica _____	48
4.7	Origen y biogeografía de fauna marina bentónica considerando algunas áreas en la Antártica _____	49
4.8	Composición estructural de la comunidad planctónica asociada a masas de agua del gradiente latitudinal desde el océano Pacífico colombiano hasta la Península Antártica 2016-2017 _____	49
4.9	Programa de investigación en mamíferos marinos antárticos _____	49
4.10	Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico suramericano y su conexión con las aguas antárticas en el verano austral de 2016-2017 (Fase II) _____	50
4.11	Estudio de atenuación de parámetros del oleaje bajo la dinámica de hielo flotante en la Antártida _____	51
4.12	Análisis de la variación del nivel del mar en la Antártida y la costa suramericana en el Pacífico a partir de datos de altimetría y datos <i>in situ</i> _____	51
4.13	Análisis comparativo de corte y soldadura submarina aplicada en ambientes extremos de bajas temperaturas vs los utilizados en el trópico, cuyos resultados permitirán el posible desarrollo de nuevas técnicas, procedimientos y herramientas _____	51
4.14	Estudio sobre el manejo de la coordinación visomotora en pilotos de embarcaciones menores durante maniobras navales bajo sensación térmica en la Antártida _____	52
4.15	Variables asociadas a la alimentación del hombre colombiano frente a la adaptación y supervivencia en condiciones adversas bajo temperaturas extremas en la Antártida _____	52
4.16	Simulación de navegación en aguas antárticas: una herramienta para análisis, planeación y entrenamiento naval _____	52
4.17	Concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados en krill antártico (<i>Euphausia superba</i>) _____	53
4.18	Estudios geológicos en Antártica _____	53
4.19	Microorganismos de ambientes extremos de la Antártida como una fuente potencial de compuestos con aplicación a nivel industrial y/o farmacológico _____	54

4.20	Localización óptima de una base temporaria en la Antártica que minimice los costos de la operación científica sujeto a restricciones geográficas y geopolíticas	54
4.21	Segunda fase: Efectos del cambio climático sobre la distribución batimétrica de invertebrados comparando la región tropical y la Antártida	55
4.22	Comparación de la expresión de proteínas de choque térmico y enzimas detoxificantes en poliquetos tropicales y antárticos bajo condiciones de estrés térmico	55
4.23	Tardígrados de la Antártica	56
4.24	La historia de tiempo presente como estrategia y su implementación para la divulgación del Programa Antártico Colombiano	56
4.25	Variabilidad en la termodinámica de las aguas superficiales del estrecho de Gerlache y de regiones marinas de Colombia, asociada al calentamiento global y a la teleconexión entre El Niño Oscilación del Sur, la Oscilación Atlántico Norte y la Oscilación Antártica	56
4.26	Fase exploración: Implicaciones del cambio climático en los ecosistemas aledaños a los glaciares colombianos en comparación con los presentes en ambientes antárticos	57
4.27	Aprovechamiento de la energía solar térmica para la calefacción de una base colombiana de investigaciones en la Antártica a partir de un diseño de termorregulación hidráulica	57
5.	ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN EXPEDICIÓN “ALMIRANTE PADILLA”	59
6.	CONCLUSIONES	65
6.1	Con referencia a los proyectos de investigación y la Agenda Científica	65
6.2	Con referencia a la Expedición “Almirante Padilla”	66
7.	RECOMENDACIONES	67
7.1	Con referencia a los proyectos de investigación y la Agenda Científica	67
7.2	Con referencia a las expediciones de Colombia a la Antártida	68
8.	BIBLIOGRAFÍA	70
9.	ANEXOS	71





RESUMEN

Durante el verano austral 2016-2017 Colombia desarrolló con éxito la III Expedición Científica a la Antártida, denominada “Almirante Padilla”, para la cual contó con una plataforma de investigación propia, el buque ARC 20 de Julio con helicóptero y lancha rápida; la Plataforma Móvil Embarcada (PMO) y el Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado (LOME), los dos últimos diseñados y construidos por la Dirección General Marítima (Dimar) para la primera expedición.

En el buque se embarcaron 23 investigadores quienes desarrollaron 19 proyectos de investigación, apoyando también con el helicóptero un proyecto de investigación español; adicionalmente, la expedición envió diez investigadores a desarrollar ocho proyectos gracias a la cooperación de Argentina, Brasil, Chile, España y Japón, países que otorgaron unos cupos en sus bases y buques en la Antártida. En total, 33 investigadores desarrollaron 27 proyectos de investigación, cubriendo un amplio espectro de la Agenda Científica Antártica de Colombia. Estos investigadores representaron a la Armada Nacional, prestigiosas universidades, fundaciones e instituciones que desarrollan investigación de interés para el país. Incluso el Programa Antártico Colombiano (PAC) recibió a dos investigadores mexicanos que hicieron parte del crucero y desarrollaron un proyecto con la Dimar.

Este informe recoge resultados preliminares de los proyectos y se vislumbran interesantes resultados científicos en el corto plazo, que coadyuvarán a insertar a Colombia en el plano internacional por sus aportes al conocimiento de la Antártida. Esta expedición igualmente fortaleció el Programa Antártico Colombiano, pues logró realizar el segundo Curso Preantártico, divulgar documentos rectores y hacer ciencia en el continente blanco durante tres años consecutivos.

Es de resaltar el compromiso de Colombia con la presencia en la Antártida de la Armada Nacional, que nuevamente dispuso el buque colombiano al servicio de la expedición y asumió la mayor parte de los costos logísticos asociados con el cumplimiento de este crucero de investigación, que duró dos meses y medio. Si bien se presentaron retos logísticos para el desarrollo de las investigaciones, los científicos, sus instituciones y la Comisión Colombiana del Océano (CCO) lograron sortearlas adecuadamente, cumpliendo con los proyectos aprobados en la convocatoria de esta expedición.

A large, white iceberg with a jagged, sculpted appearance floats in the dark blue ocean. The sky is filled with soft, white clouds. The iceberg's surface shows various textures and shadows, suggesting its massive scale and age. At the bottom of the image, a white semi-transparent box contains text.

1. INTRODUCCIÓN

El 31 de enero de 1989, Colombia depositó el instrumento de adhesión al Tratado Antártico suscrito en Washington el primero de diciembre de 1959. Desde entonces en su calidad de miembro adherente, tiene voz pero no voto en los asuntos antárticos. Hasta el 2013 se desarrollaron una serie de actividades que buscaron mantener viva la presencia de Colombia en el continente blanco; sin embargo, estas no permitieron definir una hoja de ruta clara hacia la consolidación de un programa antártico colombiano.

La importancia geopolítica, ambiental y climática de la Antártida en el presente y futuro de la humanidad es reconocida en el país; en consecuencia, se define el interés nacional de que Colombia se convierta en miembro consultivo del Sistema del Tratado Antártico (STA), con lo cual podrá tener voz y voto cuando a futuro se decida sobre asuntos antárticos que, sin lugar a dudas, afectarán a la población y territorio colombianos.

Para lograr esta meta, Colombia debe demostrarle a la comunidad internacional su interés en participar activamente en las investigaciones que se desarrollan en diferentes campos, con el fin de conocer, proteger y monitorear la Antártida, así como los procesos que la afectan, en especial aquellos derivados del calentamiento global. Algunos aspectos sobre la importancia del continente austral, como también es conocida, a tener en cuenta son: es el cuarto continente en extensión y almacena la mayor reserva de agua dulce del planeta, es el motor termodinámico que genera la circulación profunda de los océanos, afectando en gran medida el clima y las variaciones en el nivel medio del mar; cuenta con ecosistemas y organismos únicos con la capacidad de sobrevivir en condiciones extremas, los cuales podrán tener aplicaciones farmacéuticas, entre otras; este continente mantiene una conexión climática, biológica y física con el territorio marítimo colombiano, y la relación del ser humano con este frágil ecosistema polar será cada vez más dinámica.

Entendida la importancia de hacer investigación para poder participar activamente del Sistema del Tratado Antártico, la Armada Nacional y otras instituciones líderes en el desarrollo del poder marítimo nacional unieron esfuerzos para hacer posible la I Expedición de Colombia a la Antártida. Fue así como el 16 de diciembre de 2014 zarpó el ARC 20 de Julio, buque de la Armada Nacional construido en Colombia, con rumbo a la Antártida, llevando investigadores para desarrollar nueve proyectos de investigación, con la participación de varias instituciones y universidades colombianas y el apoyo de algunas entidades internacionales.¹ La travesía terminó con el atraque del buque en Cartagena el 24 de marzo de 2015.

Esta exitosa primera expedición mostró que el país tiene la capacidad científica, logística y política para coadyuvar con la comunidad internacional en la generación de conocimiento relacionado con la Antártida, útil a la humanidad. Así mismo, reafirmó el interés del país por ser más activo en los asuntos antárticos, por lo cual se creó un compromiso nacional e internacional para mantener este esfuerzo investigativo.

Debido a limitaciones presupuestales para llevar un buque colombiano todos los años a la Antártida, la II Expedición, denominada "Almirante Lemaitre", en honor a ese insigne oficial que moldeó y visionó en sus primeros albores a la Armada Nacional, se concibió de una manera diferente: se desarrolló con el apoyo de países amigos miembros del Tratado Antártico, quienes le otorgaron al país cupos en bases y buques para los investigadores colombianos. Esto permitió la continuidad de las investigaciones nacionales en la Antártida, al facilitar a los investigadores conocer

¹ Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida 2014/2015. Reporte de Crucero.

en detalle la manera como otros países con mayor experiencia desarrollan sus agendas científicas antárticas. La Expedición “Almirante Lemaitre” fue un nuevo éxito para el Programa Antártico Colombiano, pues a pesar de no contar con una plataforma propia, gracias al liderazgo de la Comisión Colombiana del Océano, se lograron cupos para 24 investigadores, que desarrollaron actividades como parte de quince proyectos de investigación de trece prestigiosas instituciones, universidades y fundaciones nacionales e internacionales².

Por otra parte, en este informe se presentan los resultados de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida, denominada “Almirante Padilla”, siendo la más ambiciosa de las ya realizadas, por cuanto nuevamente se contó con el buque ARC 20 de Julio, y se enviaron a diez investigadores a realizar ocho proyectos de investigación (Tabla 1), en bases y buques de Argentina, Brasil, Chile, España y Japón. El buque nuevamente contó con apoyo del helicóptero y botes, así como la instalación de la Plataforma Móvil Embarcada (PMO) con dos winches oceanográficos y el Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado (LOME), para realizar el procesamiento de muestras, los cuales fueron diseñados, contruidos y mantenidos por la Dimar. A bordo del buque viajaron 23 investigadores quienes realizaron 19 proyectos de investigación (Tabla 1). Con éxito se lograron desarrollar 27 proyectos de investigación, con lo cual Colombia logra consolidar su aporte científico al conocimiento de la Antártida.

El presente informe consta de siete secciones. Seguido de esta introducción, en la segunda sección se mencionan los antecedentes de la Expedición “Almirante Padilla”, se relacionan las sesiones del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN AA), y las principales actividades de divulgación previas a la III Expedición. Así mismo, los importantes documentos rectores que muestran la evolución del Programa Antártico Colombiano; se hace una relación de los proyectos de investigación desarrollados durante la misma; y finalmente, la evaluación del impacto ambiental que se realizó a los proyectos de esta expedición, al alistamiento del buque ARC 20 de Julio y la participación internacional que facilitó la obtención de cupos por parte de los países amigos; y una mención al segundo Curso Preantártico realizado en la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”.

En la tercera sección, por su parte, aparece una descripción breve de la ejecución los dos componentes de la III Expedición a bordo del buque ARC 20 de Julio y con la cooperación internacional. En la cuarta, se relatan brevemente los aspectos más importantes de cada uno de los proyectos realizados en el marco de la Expedición “Almirante Padilla”.

La información general y resultados preliminares de cada proyecto se presentan en los anexos a este informe, mientras que en la quinta sección se relacionan las actividades de divulgación más importantes hasta el término de actividades de los expedicionarios. En las secciones seis y siete se presentan las conclusiones y recomendaciones, respectivamente. Para finalizar, se relaciona la bibliografía necesaria para la realización de este informe.

² Informe II Expedición de Colombia a la Antártida “Almirante Lemaitre”.



2. ANTECEDENTES

La Expedición “Almirante Padilla” se logró desarrollar con éxito gracias a las actividades previas para su alistamiento, las cuales no solo están relacionadas con la fase de campo que cumplieron los investigadores en la Antártida, sino también con el avance que viene cumpliendo el Programa Antártico Colombiano. Estas actividades necesarias para lograr el éxito en la expedición se presentan de manera resumida en esta sección.

Así mismo, es importante registrar cómo de la mano de las tres primeras expediciones de Colombia a la Antártida, el Programa Antártico Colombiano va evolucionando, construyendo sobre las experiencias adquiridas, con el fin de alcanzar una madurez que le permita desde el punto de vista organizacional, logístico e investigativo, ser reconocido como un actor importante dentro del Sistema del Tratado Antártico.



Para soportar lo anterior en esta sección se registra el funcionamiento en 2015 del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos, las actividades de divulgación posteriores a la II Expedición, los documentos rectores que se han publicado; también se explica la convocatoria realizada para la selección de proyectos de investigación, el manejo ambiental que se dio a los proyectos, las actividades de alistamiento del ARC 20 de Julio, la participación internacional de Colombia en el Sistema del Tratado Antártico y los principales apoyos recibidos de la comunidad internacional; finalmente, se describe el desarrollo del segundo Curso Preantártico realizado por el país.

2.1 Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos

Atendiendo al propósito de continuar la alineación de Colombia con el Sistema del Tratado Antártico, la Comisión Colombiana del Océano (CCO) cuenta con el Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN AA) (Resolución SECCO 001 de 2009; Resolución SECCO 018 de 2014) como la instancia para implementar y socializar las actividades planificadas en la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035, así como el desarrollo del Programa Antártico Colombiano (PAC). Esta implementación implica que el CTN AA asesora el desarrollo nacional de investigaciones científicas, tecnológicas y socio-económicas principalmente en el marco de las expediciones realizadas a la Antártida, promueve el desarrollo sostenible no solo de los mares y costas, sino de los ecosistemas continentales, reconociendo las conexiones ambientales globales en el actual escenario de cambio climático.

El CTN AA actualmente está conformado por 25 instituciones y permite el ingreso de nuevas. El secretario técnico del comité se encuentra en la oficina de asuntos antárticos de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (SECCO). El CTN AA se reúne dos veces al año, el 29 de marzo y el 30 de noviembre, para el 2016.

Los temas tratados durante 2016 mostraron la forma como la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC) incluye dentro de las áreas de proyección internacional del país y el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación, la estrategia denominada Proyección de los Asuntos Antárticos con dos líneas de acción principalmente:

- Fortalecer la participación del país en el Sistema del Tratado Antártico y en el escenario regional.
- Implementar el Programa Antártico Colombiano (PAC).

Estas líneas de acción tienen varias actividades implícitas en su plan que deberán ser viabilizadas por el país a través de las gestiones de la Secretaría Ejecutiva Comisión Colombiana del Océano (SECCO) y el Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN AA), entre otros.

Los principales logros del CTN AA en 2016 se resumen así:

- Seguimiento a la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros en cuanto a los temas antárticos.
- Apoyo al cierre de la II Expedición Científica “Almirante Lemaître”.
- Acompañamiento de la III Expedición Científica “Almirante Padilla”.
- Desarrollo del evento de construcción de conocimiento Seminario Científico Antártico de Colombia, realizado en mayo en Medellín.
- Desarrollo del evento de construcción de conocimiento Seminario Operacional y Logístico Antártico de Colombia, realizado en agosto en Cartagena.
- Acompañamiento al II Curso Preantártico realizado en la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, en agosto.
- Apoyo para lograr la aceptación de Colombia como miembro asociado del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR, por sus siglas en inglés).

Respecto a este último logro, el país celebra su ingreso al SCAR por considerarse un mecanismo internacional de excelencia científica que promueve las actividades científicas del PAC con la cooperación internacional, al tiempo de generar reputación y acceso a fuentes de financiación en alineación con la Agenda Científica Antártica de Colombia (www.cco.gov.co/cco/publicaciones; www.scar.org/2017).

De esta manera, y entendiendo que para participar activa y continuamente del SCAR, dado el profundo nivel científico de sus programas, la coordinación del PAC en cabeza de la SECCO, propuso a los miembros del CTN AA la designación de líderes e integrantes para la conformación de los grupos de trabajo de Colombia en el SCAR, teniendo en cuenta una serie de responsabilidades y beneficios para estas entidades y el país. La SECCO identificó y priorizó diez temas de trabajo para el CTN AA, teniendo en cuenta que algunos de estos programas desarrollan temas que están siendo trabajados en el marco de las Expediciones Científicas de Colombia a la Antártida o se relacionan con las actividades misionales de algunas instituciones colombianas, así:

- Astronomía y astrofísica de la Antártida (AAA)
- Cambio climático en la Antártida en el Siglo XXI (AntClim21)
- Estado del Ecosistema Antártico (AntEco)
- Umbrales antárticos - resiliencia y adaptación de los ecosistemas (AnT-ERA)
- Dinámica de la capa de hielo antártica en el pasado (PAIS)
- Respuesta de tierra sólida e influencia en la evolución de la criósfera (SERCE)
- Grupo de Expertos en Humanidades y Ciencias Sociales (HASSEG)
- Integración del clima y la dinámica de ecosistemas en el océano austral (ICED)

- Sistema de Observación de los Océanos del Sur (SOOS)
- Grupo de Acción, Telecomunicaciones Tropicales Antárticas (TATE)

Los programas fueron socializados y se abrió espacio para su discusión dado que la participación de las instituciones nacionales será fundamental para el aprovechamiento de oportunidades de financiación internacional y nacional, con las debidas alianzas estratégicas que deben ser gestionadas por el país con el impulso del CTN AA.

2.2 Actividades de divulgación

Como parte de las actividades de divulgación previas a la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida "Almirante Padilla", Verano Austral 2016-2017, la Comisión Colombiana del Océano, líder y coordinadora del Programa Antártico Colombiano, construyó y planificó la hoja de ruta del PAC 2016 (Figura 1), en el cual como estrategia de divulgación y apropiación del tema de asuntos antárticos en el país, marcó el sendero para la intervención de Colombia en los escenarios internacionales antárticos y en la estructuración de algunos eventos a nivel nacional, con la participación de las instituciones e investigadores que hacen parte del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN AA) y personas interesadas en el tema.

Figura 1. Hoja de ruta del Programa Antártico Colombiano (PAC) 2016.



Durante el 3 y 4 de mayo de 2016, la CCO en asocio con la Universidad de Antioquia y la Dirección General Marítima, realizaron el Seminario Científico Colombiano: la Antártica y su conexión con Suramérica 2016, en Medellín (Figura 2), para dar a conocer los resultados de las investigaciones colombianas, desarrolladas en el marco de las expediciones científicas del país en el continente blanco. En este espacio académico y de divulgación participaron reconocidos investigadores del Instituto Nacional Antártico Chileno (INACH) y el Instituto Antártico Argentino (IAA), así como algunos de los investigadores que estarían presentes en la III Expedición.

Figura 2. Presentación del Seminario Científico Colombiano: la Antártica y su conexión con Suramérica 2016.

La Comisión Colombiana del Océano, CCO, coordinadora del Programa Antártico Colombiano, PAC, en asocio con la Universidad de Antioquia y la Dirección General Marítima, organizan este seminario para dar a conocer los resultados de las investigaciones Antárticas colombianas desarrolladas en el marco de las expediciones científicas del país en el Continente Blanco, con la participación de reconocidos investigadores de los Institutos Antárticos de los países de Suramérica.

SEMINARIO CIENTÍFICO COLOMBIANO: LA ANTÁRTICA Y SU CONEXIÓN CON SURAMÉRICA 2016

INVITADOS INTERNACIONALES
Dr. Néstor Coria, Director del Instituto Antártico Argentino
Dr. Marcelo González, Instituto Antártico Chileno
Dr. Marcelo Leppé, Instituto Antártico Chileno

Lugar:
Auditorio 1, Piso 2,
Edificio de extensión,
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia

Fecha:
3 y 4 de mayo
de 2016

Contacto:
asuntosantarticos@cco.gov.co
hernan.londono@udea.edu.co

www.cco.gov.co



Así mismo, el 17 de mayo la Comisión Colombiana del Océano, coordinadora del PAC, la Armada Nacional y la Universidad Militar Nueva Granada realizaron el evento “Antártica: Ambiente Marino Estratégico” (Figura 3), donde se realizó un reconocimiento a los investigadores y expedicionarios partícipes de la II Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Lemaitre”, Verano Austral 2015-2016, y el lanzamiento de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017. El evento fue inaugurado por el señor Almirante Leonardo Santamaría Gaitán, Comandante de la Armada Nacional, y contó con la participación de cerca de 600 personas entre distinguidos invitados de las Fuerzas Militares, la academia e instituciones con interés en el tema, con el fin de crear apropiación de país por parte del PAC.

Figura 3. Registro fotográfico del evento Antártida: Ambiente Marino Estratégico.



Seguidamente, del 1 al 6 de agosto de 2016 se realizaron dos eventos: el II Seminario Colombiano en la Antártida: un desafío logístico y operacional, y el Curso Preantártico 2016 (Figura 4). El objetivo principal del seminario fue brindar las herramientas necesarias a los expedicionarios nacionales en temas logísticos y operacionales en la Antártida, para aumentar los conocimientos en esta materia y facilitar la planeación, desarrollo y ejecución de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017, futuras expediciones y el establecimiento de la Estación Científica de Colombia en la Antártida, con lo cual puedan enfrentar adecuadamente una eventual emergencia marítima, entre otros temas.

Figura 4. Piezas divulgativas del II Seminario Colombia en la Antártida: un desafío logístico y operacional y el Curso Preantártico 2016.

La Armada Nacional de Colombia, la Comisión Colombiana del Océano, la Dirección General Marítima y la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” Presentan el:

II SEMINARIO COLOMBIA EN LA ANTÁRTIDA: UN DESAFÍO LOGÍSTICO Y OPERACIONAL

2016

Invitados internacionales
 Señor Comodoro Marcelo Cristián Tarapow, Comandante Conjunto Antártico de Argentina
 Doctora Verónica Vallejos M., Departamento Expedición Científica Antártica,
 Instituto Nacional Antártico Chileno - INACH

Lugar del evento: Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”
 Barrio el Bosque, Sector Isla Manzanillo
 Cartagena de Indias, Colombia
Fecha: 01 y 02 de agosto de 2016

CURSO PRE ANTÁRTICO

2016

Invitados internacionales
 Señor Comodoro Marcelo Cristián Tarapow, Comandante Conjunto Antártico de Argentina
 Doctora Verónica Vallejos M., Departamento Expedición Científica Antártica,
 Instituto Nacional Antártico Chileno - INACH

Lugar: Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”
 Barrio Bosque, Sector Manzanillo, Cartagena de Indias
Fecha: 3 al 6 de agosto de 2016

En cuanto al Curso Preantártico, su objetivo estuvo enmarcado en un entrenamiento de cuatro días durante el cual los expedicionarios e investigadores fueron contextualizados sobre las condiciones y destrezas mínimas necesarias para desenvolverse efectivamente en el continente blanco, que se desarrolla en más detalle en la Sección 2.8 Curso Preantártico.

Los eventos contaron con la participación de destacados invitados internacionales con vasta experiencia en asuntos antárticos del Comando Conjunto Antártico de Argentina y del Instituto Nacional Antártico Chileno (Figura 5).

Adicionalmente, se realizaron actividades de divulgación a nivel internacional como la participación de la XXXIX Reunión Consultiva del Sistema del Tratado Antártico, la Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos (RAPAL) y la participación en la XXXIV Conferencia de Ciencias del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR), las cuales se presentan en la Sección 2.7 Participación Internacional y apoyos de países amigos.

Además de los eventos antes mencionados según la hoja de ruta 2016 del Programa Antártico Colombiano, se realizaron otras actividades para divulgar la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017, entre las que se destaca el boletín informativo de la CCO de noviembre de 2016, además de la labor del Departamento de Comunicaciones de la Armada Nacional de Colombia y la página web del Programa Antártico Colombiano por medio de la cual se informó sobre el itinerario de la tercera expedición.

Figura 5. Piezas divulgativas sobre los invitados internacionales a los eventos Seminario Colombia en la Antártida: un desafío logístico y operacional y Curso Preantártico 2016.

II SEMINARIO COLOMBIA EN LA ANTÁRTIDA: UN DESAFÍO LOGÍSTICO Y OPERACIONAL

2016



INVITADO INTERNACIONAL ARGENTINA

Señor Comodoro Marcelo Cristián Tarapow

Señor Comodoro Marcelo Tarapow, Comandante Conjunto Antártico de Argentina, con tres décadas de experiencia en operaciones y actividades logísticas en campañas antárticas de Argentina en el Continente Blanco, desempeñándose en múltiples cargos entre los que se destaca como Jefe del Departamento de Operaciones y de navegación a bordo de rompehielos, especialista en controlador aéreo de helicópteros en la Antártica. Ha recibido múltiples premios y distinciones por su notable trabajo en la Antártica.

Lugar del evento
Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”
Barrio el Bosque, Sector Isla Manzanillo
Cartagena de Indias, Colombia
Fecha 01 y 02 de agosto de 2016

Mayor Información:
asuntosantarticos@cco.gov.co
asuntosantarticos2@cco.gov.co
Tel: 315 8520 Ext: 114
www.cco.gov.co



II SEMINARIO COLOMBIA EN LA ANTÁRTIDA: UN DESAFÍO LOGÍSTICO Y OPERACIONAL

2016



INVITADA INTERNACIONAL CHILE

Doctora Verónica Vallejos

Bióloga Marina, quien desarrolló actividades de investigación en la Antártica entre los años 1995 y 2003. Desde el 2001 se desempeña en el Instituto Antártico Chileno, INACH, y dentro de sus tareas le ha correspondido asumir la Jefatura de la Base Científica “Profesor Julio Escudero” en la península Fildes, isla Rey Jorge, así como la Coordinación Abordo de las embarcaciones de la Armada de Chile en apoyo a las actividades de investigación chilenas en la región de la península Antártica. Desde el año 2005 es la Delegada chilena ante el Comité de Protección del Ambiente del Tratado Antártico. Actualmente es la jefa de la Sección Concursos en el Departamento Expedición Científica Antártica del INACH, a cargo del proceso de selección de nuevos proyectos a ser incorporados en el Programa Nacional de Ciencia Antártica de Chile.

Lugar del evento
Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”
Barrio el Bosque, Sector Isla Manzanillo
Cartagena de Indias, Colombia
Fecha 01 y 02 de agosto de 2016

Mayor Información:
asuntosantarticos@cco.gov.co
asuntosantarticos2@cco.gov.co
Tel: 315 8520 Ext: 114
www.cco.gov.co



Por otra parte, en el stand de la CCO en la Feria Internacional del Medio Ambiente (FIMA) se divulgó el tema de asuntos antárticos y en el marco de la Cátedra del Mar de la Universidad Nacional de Colombia, llevada a cabo en el Auditorio León de Greiff, la CCO presentó ante 1.100 personas los antecedentes, compromisos, retos, desafíos y oportunidades que ofrece el escenario antártico internacional al PAC, entre otras charlas brindadas al sector académico del país (Figura 6).

Finalmente, durante el transcurso y al término de la Expedición "Almirante Padilla", las instituciones e investigadores que hicieron parte de la misma divulgaron sus proyectos y actividades de investigación, lo cual se presenta en la Sección 5. Actividades de divulgación Expedición "Almirante Padilla".

2.3 Documentos rectores

Teniendo en cuenta las acciones que el país viene realizando para desarrollar todo su potencial como Estado marítimo, de manera sostenible y promoviendo la generación de identidad nacional con el mar, la CCO con el acompañamiento del CTN AA, conformado por instituciones estatales, académicas y no gubernamentales, trabaja para lograr que Colombia pase de ser miembro adherente a miembro consultivo del Sistema del Tratado Antártico. Para esto es necesario, además de mostrar aportes en investigación sostenidos y de calidad, fortalecer el Programa Antártico Colombiano

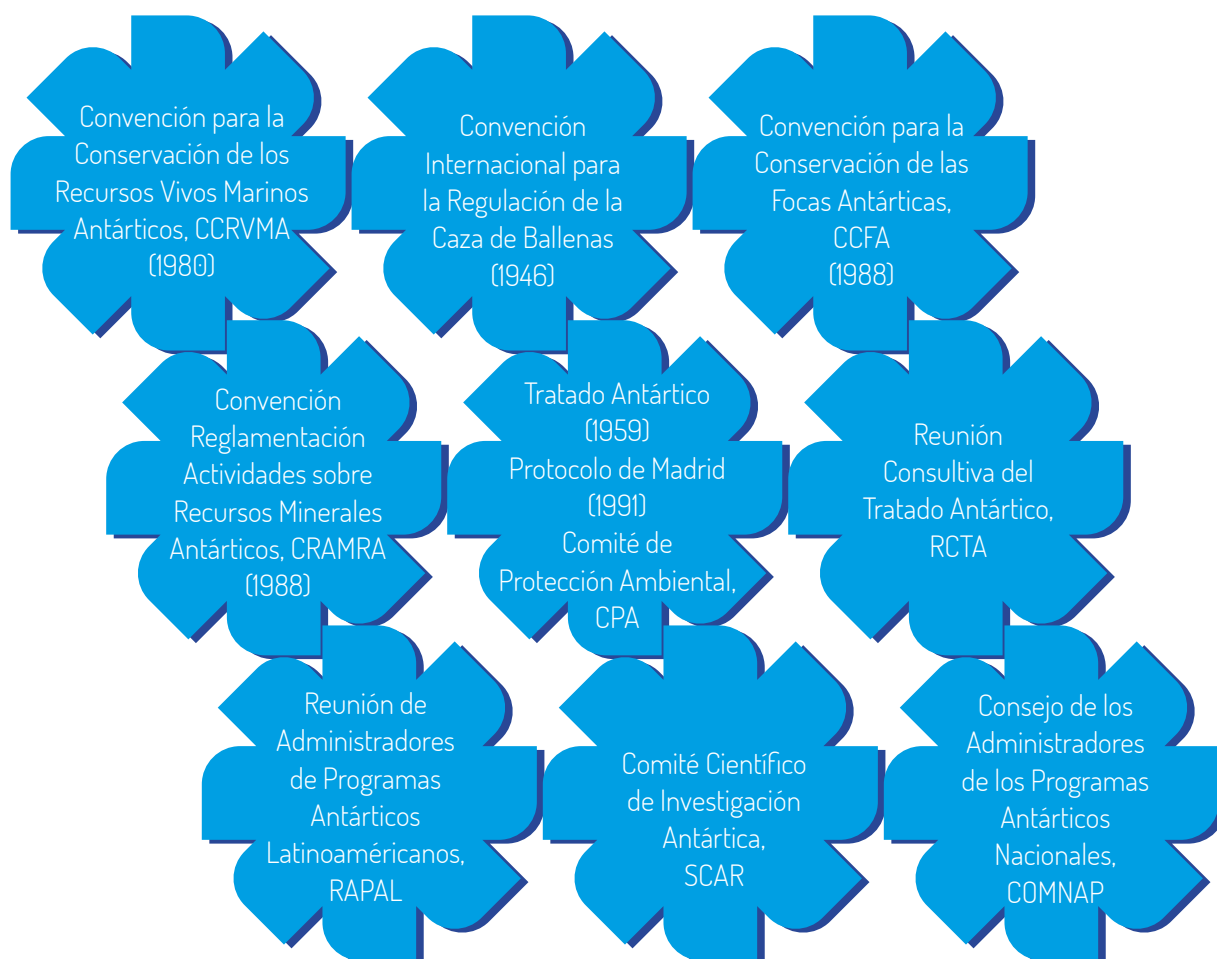
Figura 6. Registro de actividades desarrolladas durante 2016 para divulgar el Programa Antártico Colombiano y la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida "Almirante Padilla", Verano Austral 2016-2017, en diferentes medios y canales de comunicación.



administrativamente, por lo cual se han desarrollado cinco documentos rectores que sirven como marco para las actividades antárticas que realizan los colombianos. Estos documentos se describen brevemente a continuación:

- i. Proyecto de Ley 49 del 2016. El Tratado Antártico fue firmado en 1959 por trece países signatarios. Colombia se adhirió en 1988 reconociendo el uso exclusivo de la Antártida con fines pacíficos y de investigación científica teniendo como principio la cooperación internacional. El país, como miembro adherente al Tratado Antártico, radicó a través de la Cancillería y los Ministerios de Minas y Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Defensa Nacional con acompañamiento de la CCO, el proyecto de Ley 49 del 2016 que cursa en el Congreso y busca ratificar el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, como uno de los instrumentos que conforman el Sistema del Tratado Antártico (Figura 7).

Figura 7. Esquema de articulación normativa del Sistema de Tratado Antártico y organismos técnicos, en los cuales el Programa Antártico Colombiano (PAC) se encuentra realizando acciones de país (Díaz *et al.*, 2016).



- ii. El Programa Antártico Colombiano fue publicado en 2014 y funciona como base para el desarrollo del mismo. El documento muestra el objetivo del PAC, su estructura y proyección así como las etapas acumulativas para su desarrollo, resumidas así por Díaz *et al.* (2016):
- Etapa I: realizar investigaciones científicas en buques o estaciones de países cooperantes y avanzar en la consolidación de la Agenda Científica Antártica 2014-2035. Cumpliendo con lo anterior, desde el año 1989 diferentes colombianos han participado en expediciones científicas de países cooperantes (CCO, 2015). Por su parte, de las nueve posibles áreas temáticas de la Agenda Científica, ocho se encuentran con al menos un proyecto en desarrollo, la actualización de esta hoja de ruta científica es continua y se realiza gracias a la acumulación de experiencias de las expediciones anuales.
 - Etapas I + II: desarrollo de expediciones con naves propias. La I Expedición Científica de Colombia a la Antártida "Expedición Caldas", Verano Austral 2014-2015, en el buque ARC 20 de Julio de la Armada Nacional de Colombia, llevó por primera vez a una expedición colombiana a la Antártida con naves propias y un vuelo de la Fuerza Aérea Colombiana. La II Expedición "Almirante Lemaitre", Verano Austral 2015-2016, fortaleció la cooperación internacional que Colombia seguirá proyectando los próximos años (CCO, 2015). La III Expedición "Almirante Padilla," Verano Austral 2016-2017, por su parte, continuó con el propósito de mantener las investigaciones y difundir la educación antártica a los colombianos. Actualmente se planea la IV Expedición "Almirante Tono", Verano Austral 2017-2018.
 - Etapas I + II + III: el establecimiento y funcionamiento de la Estación Científica de Verano "Almirante Padilla" es importante como proyección de Colombia a largo plazo. Este es un paso necesario si se desea continuar con la investigación antártica por Colombia, que mostraría la madurez del PAC ante la comunidad internacional a través del STA; para esto se deben continuar fortaleciendo las capacidades operativas y logísticas con el apoyo de las Fuerzas Militares, y el acompañamiento administrativo de las diferentes instituciones miembros del PAC y el CTN AA (CCO, 2015).
 - El desarrollo de las etapas acumulativas del PAC IV y V se relacionan con el establecimiento permanente de una estación científica y la llegada al Polo Sur geográfico, como máximo despliegue de capacidades del país en términos de internacionalización, comunicaciones estratégicas, ciencia y educación, evaluación y seguimiento. Esto conlleva una serie de implicaciones políticas, administrativas, logísticas y de responsabilidad ambiental de acuerdo con el Protocolo de Madrid.
- iii. La Agenda Científica Antártica de Colombia cuya visión abarca el periodo 2014-2035, como documento rector, fue publicado en 2014 y funciona como guía fun-

damental para el desarrollo de actividades científicas del país en el continente blanco, guardando relación con el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación colombianas y promoviendo la vinculación con redes de conocimiento internacionales, para transferencia de tecnología y oportunidades de cooperación.

La Agenda Científica es el derrotero de investigación del país en la Antártida y el marco de referencia para los proyectos en ciencias básicas, aplicadas y sociales que las instituciones nacionales e internacionales o investigadores, busquen desarrollar dentro del PAC.

- iv. El Manual del Expedicionario Antártico Colombiano es la guía de recomendaciones para las personas que visitan la Antártida como parte del PAC, brindando las bases para una adecuada representación de Colombia en este importante escenario internacional. Este documento se actualiza anualmente, previo a cada nueva expedición.

Todos somos embajadores del país en la Antártida y lo bueno o malo que hagan los investigadores será la imagen de los colombianos ante los más de 50 países antárticos. Por ello, el manual es fundamental ya que informa sobre aspectos de comportamiento de las personas y delegaciones, así como normas de seguridad, recomendaciones de presentación personal, vestuario polar y aseo. Asimismo, acerca de los compromisos de los investigadores del PAC y los cronogramas de los componentes de la expedición científica. También señala los requisitos administrativos, médicos y legales que requieren los investigadores antes, durante y después de su visita a la Antártida.

- v. III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017. Este documento se actualiza anualmente puesto que incluye actividades específicas de la expedición científica en curso, y se entrega a los investigadores previo a su viaje a la Antártida. Para 2016, informa sobre los objetivos de la expedición y el marco normativo e institucional aplicable. Asimismo, presenta los proyectos a desarrollarse en la expedición y contextualiza sobre aquellos que se han venido realizando en expediciones pasadas. También, precisa las funciones y actividades del coordinador científico de la expedición.

Adicionalmente, este documento describe las actividades de planeación y alistamiento a nivel nacional y las gestiones de cooperación internacional para la implementación de los dos componentes de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida: el correspondiente al buque propio y a los cupos en buques y bases de países cooperantes. Así como la estrategia de comunicaciones y divulgación del PAC recomendada para las instituciones y personas participantes en la expedición.

Finalmente, para continuar este compromiso de país es fundamental que todas las estrategias de comunicación, ciencia y educación se armonicen a través de la coordinación de la Comisión Colombiana del Océano, que en su página web (www.cco.gov.co/asuntos-antarticos) muestra los términos de referencia de la convocatoria para

proyectos de investigación, abierta de marzo a septiembre, un año antes del inicio de la expedición científica.

2.4 Convocatoria de proyectos de investigación

De conformidad con el cronograma anual correspondiente a 2016, el 29 de marzo se realizó la novena reunión del CTN AA, en la cual entre otros temas, se divulgaron los resultados de la convocatoria de proyectos para la III Expedición, que estuvo abierta durante cinco meses entre el 1 de octubre de 2015 y el 31 de marzo de 2016. La convocatoria se difundió por los canales de comunicación y medios posibles, incluyendo páginas web y redes sociales de la CCO y de algunos de los miembros del CTN AA (Figura 8).

En esta reunión se confirmaron los dos componentes de la III Expedición, a saber: buque colombiano con la participación del ARC 20 de Julio y cooperación internacional con la colaboración de Argentina, Brasil, Chile, España y Japón.

En la Sección 6 del documento III Expedición Científica de Colombia a la Antártida "Almirante Padilla", se presentaron los resultados de esta convocatoria con la relación de los proyectos aprobados. Sin embargo, no fue posible llevar a cabo la totalidad de estos debido a dificultades administrativas como, por ejemplo, resultados de exámenes médicos de los investigadores, limitaciones presupuestales de las entidades participantes, modificación de los apoyos prestados por los países amigos del PAC en cuanto a cupos, fecha, transporte, entre otros. De ahí la importancia de que todas las entidades e investigadores que deseen participar en las expediciones de Colombia a la Antártida, sean conscientes de estas dificultades y requerimientos que les exige ser muy flexibles.

Figura 8. Banner divulgativo de la convocatoria abierta para proyectos de investigación de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida "Almirante Padilla", Verano Austral 2016-2017.

CONVOCATORIA ABIERTA PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN "ASUNTOS ANTÁRTICOS"
 III Expedición Científica de Colombia a la Antártica - Verano Austral 2016 - 2017

01 de octubre de 2015
Fecha de Apertura

31 de marzo de 2016
Fecha de Cierre

Mayor Información:
 asuntosantarticos@cco.gov.co
 asuntosantarticos2@cco.gov.co
 Tel: 315 8520 Ext: 114

COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCEANO

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 1 se presenta la relación de los proyectos de investigación que se desarrollaron en el marco de la III Expedición de Colombia a la Antártida. En la Tabla se dividen los proyectos en los dos componentes: buque de la Armada colombiana, y bases y buques de países amigos. Adicionalmente, el componente buque de la Armada se divide en dos: los primeros 15 proyectos tuvieron por lo menos a un investigador del proyecto a bordo; los siguientes cuatro, no tuvieron investigador, pero se pudieron realizar gracias a la coordinación para la toma de datos de los investigadores a bordo del buque.

Tabla 1. Proyectos de investigación de la III Expedición de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017.

Anexo	Nombre del proyecto (Investigador de proyecto a bordo del buque)	Instituciones participantes	Investigadores participantes en la Antártida
Proyectos a bordo del ARC 20 de Julio			
1	Iceman (Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida)	Iceman - Dimar Hidrografía	SJ Fernando Oviedo S2 Alexander Guzmán S3 Gabriel Antolinez S3 Rafael Barceló
2		Iceman - Dimar Oceanografía	CN Ricardo Torres S2 José Iriarte S2 Néstor Avellaneda Ana Caicedo
3		Iceman - Dimar Biología y química	Paola Suárez Jhon Salón
4		Iceman - Dimar Propiedades bio-ópticas	Mary Luz Cañón Eduardo Santamaría José Mercado
5	Biodiversidad y condiciones oceanográficas del Estrecho de Gerlache “BioGerlache-Antártica”	Invemar	Manuel Garrido Andrés Franco
6	Censo, ecología trófica, concentraciones de mercurio y genética de pinnípedos en algunas zonas poco estudiadas en el Estrecho de Gerlache Península Antártica	Comisión Colombiana del Océano, Universidad de los Andes, Universidad Javeriana	Diego Mojica
7	Origen y biogeografía de fauna marina bentónica considerando algunas áreas en la Antártica	Comisión Colombiana del Océano, Universidad de los Andes	Christian Díaz
8	Composición estructural de la comunidad planctónica asociada a masas de agua del gradiente latitudinal desde el océano Pacífico colombiano hasta la Península Antártica 2016 – 2017	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Aquabiósfera S.A.S., Universidad de Antioquia, Invemar	Andrés Franco Manuel Garrido

Anexo	Nombre del proyecto (Investigador de proyecto a bordo del buque)	Instituciones participantes	Investigadores participantes en la Antártida
9	Programa de investigación en mamíferos marinos antárticos	Fundación Malpelo, Conservación Internacional, Fundación Omacha, Fundación Yubarta, Universidad de los Andes, Comisión Colombiana del Océano	Adrián Vásquez Diego Mojica
10	Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico suramericano y su conexión con las aguas antárticas en el verano austral de 2016 - 2017 (Fase II)	Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"	CN Ricardo Torres José L. Payares
11	Estudio de atenuación de parámetros del oleaje bajo la dinámica de hielo flotante en la Antártida	Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"	Ana Caicedo CN Ricardo Torres
12	Análisis de variación del nivel medio del mar en la Antártica y el Caribe y Pacífico colombianos a partir de datos de altimetría y datos <i>in situ</i> durante el verano austral 2016-2017	Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"	CN Ricardo Torres José Payares Ana Caicedo
13	Análisis comparativo de corte y soldadura submarina aplicada en ambientes extremos de bajas temperaturas vs los utilizados en el trópico, cuyos resultados permitirán el posible desarrollo de nuevas técnicas, procedimientos y herramientas	Escuela de Buceo y Salvamento Escuela Naval de Suboficiales ARC Barranquilla	SS Arlin Quintero S3 Reney Patiño
14	Estudio sobre el manejo de la coordinación visomotora en pilotos de embarcaciones menores durante maniobras navales bajo sensación térmica en la Antártica	Escuela de Formación de Infantería de Marina	TK Luisa Sánchez
15	Variables asociadas a la alimentación del hombre colombiano frente a la adaptación y supervivencia en condiciones adversas bajo temperaturas extremas en la Antártica	Escuela de Formación de Infantería de Marina	SV Paulo García
Proyectos a bordo del ARC 20 de Julio, sin investigador principal para toma de datos. Se indica el investigador que apoyó el proyecto durante la investigación			
16	Simulación de navegación en aguas antárticas: una herramienta para análisis, planeación y entrenamiento naval	Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"	CN Ricardo Torres José Payares
17	Concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados en krill antártico (<i>Euphausia superba</i>)	Universidad de Antioquia, Dimar	Mónica Zambrano Paola Suárez
18	Estudios Geológicos en Antártica	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN)	Christian Díaz

Anexo	Nombre del proyecto (Investigador de proyecto a bordo del buque)	Instituciones participantes	Investigadores participantes en la Antártida
19	Microorganismos de ambientes extremos de la Antártida como una fuente potencial de compuestos con aplicación a nivel industrial y/o farmacológica	ACCEFYN, Universidad de la Sabana	Christian Díaz
Proyectos con cupos en bases y buques de países amigos			
20	Localización óptima de una base temporaria en la Antártica que minimice los costos de la operación científica sujeto a restricciones geográficas y geopolíticas	Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”	CC Wilson Ríos (Base de Brasil)
21	Segunda fase: Efectos del cambio climático sobre la distribución batimétrica de invertebrados comparando la región tropical y la Antártica	Universidad de Antioquia Universidad CES	Lizette Quan Mario Londoño (Base de Chile)
22	Comparación de la expresión de proteínas de choque térmico y enzimas detoxificantes en poliquetos tropicales y antárticos bajo condiciones de estrés térmico	Universidad de Antioquia Instituto Antártico Chileno INACH	Idalyd Fonseca Mario Londoño Jean Delgado (Base de Chile)
23	Tardígrados de la Antártica	Universidad Tecnológica Bolívar	Rosa Acevedo (Buque de España)
24	La historia de tiempo presente como estrategia para la divulgación del Programa Antártico Colombiano	Universidad de los Andes	Natalia Jaramillo (Base de Argentina)
25	Variabilidad en la termodinámica de las aguas superficiales del estrecho de Gerlache y de regiones marinas de Colombia, asociada al calentamiento global y a la teleconexión entre El Niño Oscilación del Sur, la Oscilación Atlántico Norte y la Oscilación Antártica	Universidad Nacional de Colombia	Nancy Villegas (Base de Chile)
26	Fase Exploración: Implicaciones del cambio climático en los ecosistemas aledaños a los glaciares colombianos en comparación con los presentes en ambientes antárticos	Universidad de La Salle	Oscar Ramos (Buque de Japón)
27	Aprovechamiento de la energía solar térmica para la calefacción de una base colombiana de investigaciones en la Antártica a partir de un diseño de termorregulación hidráulica	Escuela de Formación de Infantería de Marina	TE Carlos Ruíz (Base de Brasil)

2.5 Manejo del impacto ambiental

Uno de los requisitos para la aprobación y viabilidad de los proyectos de la expedición por parte del PAC fue la evaluación de impacto ambiental. Para esto, cada investigador diligenció un formato de recolección de información sobre el proyecto, con el cual se informaba la metodología, frecuencia de muestreo, tipo de materiales y reactivos a emplear en las actividades de investigación. Este formato se remitió a la Dirección General Marítima (Dimar), para su estudio y evaluación del impacto ambiental.

La Dimar identificó los aspectos ambientales más relevantes y se construyeron las matrices de impacto con los criterios de evaluación de acuerdo a la metodología de Woodside y Aurrichio (2001), con el fin de cumplir las disposiciones internacionales de conformidad con el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Protocolo de Madrid), firmado en 1991, que establece los principios, procedimientos y obligaciones ambientales para la protección extensa del medioambiente tanto de la Antártida como de sus ecosistemas dependientes y asociados.

El Protocolo tiene el propósito de asegurar que las actividades humanas de investigación, inclusive el turismo, no tengan repercusiones adversas en el medioambiente antártico ni en sus valores estéticos y científicos. Particularmente el Anexo II sobre conservación de la fauna y la flora antárticas y su Artículo 8, Evaluación del impacto sobre el medioambiente antártico, estipulan que para cualquier actividad, incluidas las científicas, de acuerdo con criterios previamente establecidos se debe determinar si tiene:

- Menos que un impacto mínimo o transitorio.
- Un impacto mínimo o transitorio.
- Más que un impacto mínimo o transitorio.

Según los anteriores criterios se analizó cada tipo de actividad y se determinó su viabilidad, o si requería de un tratamiento especial para llevarse a cabo. Así mismo, se tuvieron en cuenta las disposiciones del código de conducta responsable del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR).



Cabe mencionar que cada país tiene la responsabilidad de verificar que las actividades de investigación y de logística que van a desarrollar en la Antártida, no tengan un impacto negativo en el medioambiente. En consecuencia, cada uno es autónomo para realizar esta evaluación a través de la institución pertinente, acatando las disposiciones y directrices internacionales del Sistema del Tratado Antártico sobre el tema. Actualmente, Colombia se encuentra en proceso de ratificación del Protocolo de Madrid, el cual está en debate en el Senado de la República y se espera que pronto se ratifique; no obstante, el país viene acatando las disposiciones de este protocolo. Así mismo, se asoció como miembro aliado del SCAR en 2016, lo cual conlleva a responsabilidades y oportunidades en el escenario internacional antártico.

Como resultado del estudio realizado por la Dimar, autoridad competente en el tema, el PAC emitió el aval ambiental para los proyectos relacionados en la Tabla 1, considerando los aspectos contenidos en el Protocolo de Madrid para minimizar el impacto negativo en las áreas de la Antártida donde se desarrollaron los estudios.

2.6 Alistamiento del buque ARC 20 de Julio

Con miras al desarrollo de la III Expedición de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, el ARC 20 de Julio efectuó varias actividades de alistamiento, enmarcadas en tres grandes retos logísticos: mantenimiento general, aprovisionamiento logístico y entrenamiento del personal, las cuales se detallan a continuación:

i. Mantenimiento general de la unidad

Para este reto se efectuó la subida a dique seco en dos ocasiones para realizar prueba de metalografía al casco, tomas de calibraciones de láminas con ultrasonido, limpieza y aplicación de esquema de pintura a la obra viva y línea de flotación, cambio de bujes a las líneas de ejes, cambio de los ánodos del sistema Cathelco ubicados en las cajas de mar y ánodos de sacrificio en las palas de timón, limpieza de las hélices, mantenimiento de las palas de timón, cambio de aceite al *bow thruster*, cambio de tuberías del circuito abierto de enfriamiento de los motores generadores y mantenimiento a las válvulas de fondo (cincuenta válvulas y varios filtros pertenecientes a los sistemas de agua de mar de la unidad).

Así mismo, se realizó el mantenimiento por 10.000 horas de operación a los motores generadores, cambio de sensores, filtros de aire, combustible y aceite de los motores propulsores y las cajas reductoras, puesta en servicio de tres orinales y tres sanitarios; mantenimiento correctivo y puesta en servicio del compresor No. 2 de la planta de aire acondicionado, cambio de filtros y aceite al servomotor, cambio de sensores, filtros y manga expansiva al módulo de entrega de combustible JET-A1; instalación y puesta en funcionamiento de un calentador de combustible con el fin de garantizar la correcta temperatura de entrada a la maquinaria principal durante la navegación en aguas gélidas.

Para el bienestar del personal a bordo se efectuó la adquisición y puesta en funcionamiento de dos secadoras y dos lavadoras, máquinas completas del gimnasio de la unidad y elementos de cocina.

También, se realizó el alistamiento de los equipos sobre cubierta para las maniobras como: sistema de transferencia del helicóptero, recuperación y mantenimiento de las balsas salvavidas, mantenimiento de los botes Zodiac, mantenimiento general de los cabrestantes, grúas, pescantes, cubiertas y compuerta trasera.

ii. Aprovechamiento logístico del buque

El aprovisionamiento fue un gran reto, ya que a partir del planeamiento inicial de la operación se debió planear y ejecutar el componente logístico de toda la expedición, iniciando por los víveres, los cuales en su mayoría se debían adquirir en Cartagena por tener menor costo comparado con el de los otros países a visitar, así como las coordinaciones para la recepción de combustible en puertos extranjeros y otros gastos portuarios.

Para el aprovisionamiento de víveres, en primer lugar se desarrolló un menú acorde a la variedad de climas que la tripulación iba a soportar durante toda la travesía. Una vez establecido el menú, se efectuó el aprovisionamiento de víveres secos y congelados para toda la expedición y la planeación del aprovisionamiento a realizar en los puertos extranjeros; finalmente, se contempló un total 13.253 toneladas de víveres.

En cuanto a gastos de combustibles, la unidad contempló los siguientes consumos: 134.082 galones de Marine DieselOil, 4.000 galones de JET-A1, 2.540 galones de gasolina corriente, 500 galones de GADINA 40 y 188 galones de aceite 15W-40. Así mismo, se consumieron 134.708 galones de agua.

Por otro lado, la planeación de gastos portuarios se efectuó a través de la División de Abastecimiento de la Armada Nacional, quien adicionalmente proporcionó el vestuario polar para los participantes de la Armada Nacional, el cual había sido adquirido para la I Expedición.

iii. Entrenamiento del personal

El entrenamiento y la capacitación al personal son temas de gran importancia, ya que con estos se dan a conocer las situaciones y el ambiente operacional a los cuales la tripulación se va a enfrentar y, de esta forma, poder realizar el planeamiento de la operación. Este entrenamiento se inició con la participación de dos oficiales de la unidad a bordo del rompehielos de Chile AP Viel, durante dos meses, en la cuarta campaña antártica (COMANTAR, 2016), quienes fueron miembros de la II Expedición Científica de Colombia a la Antártida. Por otro lado, un oficial realizó el curso internacional de operaciones en aguas antárticas en Chile, el cual es de suma importancia para conocer los retos de la planeación de una expedición a la Antártida; este curso abarcó los siguientes temas: conocimiento teórico de la planeación de una campaña,

operaciones de desembarco de personal y material, maniobras con buzos, maniobras con el helicóptero, meteorología y navegación polar.

Como segunda fase, toda la tripulación realizó el Curso Preantártico y se capacitó en el simulador de puente de la Escuela Naval “Almirante Padilla” durante dos meses y antes de zarpar, el Centro de Evaluación de la Flota certificó al buque en todos los procedimientos operacionales y de emergencia.

Una vez realizado este entrenamiento, en Chile (Valparaíso) las guardias de navegación y los servicios especiales del puente recibieron instrucción en simulador de aguas antárticas y meteorología antártica. Por otro lado, los pilotos de helicóptero se capacitaron sobre escape de cabina.

Todo esto impactó en el planeamiento y posterior desarrollo de la operación, donde se tuvo que trazar la derrota, el itinerario de la travesía y considerar condiciones meteorológicas para garantizar la navegación segura de la unidad.

Todos los costos asociados al alistamiento del ARC 20 de Julio para la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida fueron asumidos por la Armada Nacional.

2.7 Participación internacional y apoyos de países amigos

El país viene participando en la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA) y su Comité de Protección Ambiental (CPA). Escenario donde los países consultivos y adherentes al Tratado Antártico trabajan en conjunto promoviendo la paz y la ciencia. Durante la XXXVI RCTA y el XVI CPA en el año 2013, Colombia registró su primer documento informativo IP104 comunicando sobre la llegada del Programa Antártico Colombiano. Posteriormente en 2015, en la XXXVIII RCTA y el XVIII CPA, el país registró los IP 023, 026 y 028 dando continuidad a sus actividades (http://www.ats.aq/devAS/ats_meetings.aspx?lang=e).

En el marco de la XXXIX RCTA realizada entre el 23 de mayo y el 1 de junio de 2016 en la ciudad de Santiago de Chile, la delegación colombiana (Figura 9) estuvo compuesta por nueve miembros del Ministerio de Relaciones Exteriores, la Comisión Colombiana del Océano, la Armada Nacional, la Dirección General Marítima, la Fuerza Aérea Colombiana y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, los cuales presentaron seis informes sobre el desarrollo del PAC, destacándose para el presente documento el IP049 - III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017, en el cual se informó a los países de la RCTA antecedentes, objetivo general de la expedición, aspectos científicos, áreas temáticas y líneas de investigación abordadas, cooperación internacional y Curso Preantártico, reafirmando el compromiso del Estado colombiano de aportar y adquirir conocimiento e información científica del continente antártico.

Continuando con la hoja de ruta del PAC 2016, entre el 12 y el 14 de julio de 2016 la delegación colombiana (Figura 10) conformada por funcionarios del Ministerio de Relaciones Exteriores, la Comisión Colombiana del Océano, la Armada Nacional y la Universidad Nacional de Colombia, participaron en la XXXIX Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos (RAPAL), realizada en Guayaquil, Ecuador, donde al igual que en la RCTA se divulgaron seis documentos informativos, incluido uno sobre las actividades a realizar en el marco de la Expedición "Almirante Padilla", donde además se lograron gestionar algunos de los cupos requeridos para el componente de cooperación internacional de la expedición.

Figura 9. Delegación colombiana participe en la XXXIX Reunión Consultiva del Tratado Antártico.



Figura 10. Delegación colombiana que participó en la XXVII Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos (RAPAL).



Por otra parte y con el fin de dar continuidad a las actividades de divulgación del PAC y de aquellas realizadas en el marco de las expediciones científicas de Colombia a la Antártida, la Comisión Colombiana del Océano participó y representó a Colombia en la XXXIV Conferencia de Ciencias del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (Figura 11), realizada del 20 al 30 de agosto de 2016 en Kuala Lumpur, Malasia, donde aunado a gestiones previas de la CCO, el país se vinculó como miembro asociado del SCAR.



Figura 11. Registro fotográfico de la participación de la CCO como delegada de país a la XXXIV Conferencia del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR).

Asimismo, con el propósito de continuar creando capacidades, el Programa Antártico Colombiano participó con un representante en el Search and Rescue (SAR) Workshop III Improving SAR Coordination and Response in the Antarctic realizado en Valparaíso, Chile, el 1 y 2 de junio de 2016. Posteriormente, personal del buque colombiano ARC 20 de Julio participó en el XXV Curso Internacional de Operaciones en Aguas Antárticas, en Chile entre el 17 y el 28 de octubre del mismo año. Por su parte la Comisión Colombiana del Océano participó en el Taller Conjunto CPA/CC-CRVMA realizado en Punta Arenas entre el 19 y el 20 de mayo, capacitando a un asesor en el marco de estos dos cuerpos técnicos del STA.

En consecuencia, las relaciones y cooperación internacional han sido eje fundamental para el desarrollo de las acciones contempladas por el PAC. Con base en lo establecido en el Artículo III del Tratado Antártico, el país continuará articulando y promoviendo la cooperación internacional requerida para llevar a cabo las actividades de investigación científica en la Antártida: desarrollo de proyectos, intercambio de información, intercambio de personal científico, entre otros.

A continuación se hace referencia a las entidades de países amigos que han apoyado el desarrollo de las actividades científicas de Colombia en la Antártida, así:

Argentina: en 2015-2016 y 2016-2017 a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, el Comando Conjunto Antártico de las Fuerzas Militares de Argentina, la Dirección Nacional del Antártico (DNA) y el Instituto Antártico Argentino (IAA).

Brasil: en 2016-2017 a través de la Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM).

Chile: en 2015-2016 y 2016-2017 a través de su Ministerio de Relaciones Exteriores, el Instituto Antártico Chileno (INACH) y la Armada de Chile.

Ecuador: en 2015-2016 y 2016-2017 a través de su Ministerio de Relaciones Exteriores y el Instituto Nacional Antártico Ecuatoriano (INAE).

España: en 2016-2017 a través del Comité Polar Español (CEP).

Estados Unidos: en 2017-2018 a través de la Division of Polar Programs, National Science Foundation (NSF).

Italia: a través de la Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA).

Japón: en 2016-2017 a través del National Institute of Polar Research (NIPR).

En particular, para la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida, se logró el apoyo para recibir investigadores colombianos en bases y buques de Argentina, Brasil, Chile, España y Japón, como se indica en la Tabla 1.

2.8 Curso Preantártico

El Curso Preantártico para la III Expedición Científica Colombiana a la Antártida se realizó del 3 al 6 de agosto de 2016, en la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" en Cartagena (Figura 12), y cuyo principal objetivo fue preparar a los expedicionarios para realizar las actividades en la Antártida de forma segura y de conformidad con los lineamientos establecidos por el Sistema del Tratado Antártico.

El evento contó con la participación de destacados invitados internacionales con amplia experiencia en asuntos antárticos del Comando Conjunto Antártico de Argentina y del Instituto Nacional Antártico Chileno (INACH).

Los siguientes fueron los temas y actividades que se presentaron durante el curso (Figura 13):

- Documentos rectores Expedición "Almirante Padilla", Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035, Documento Programa Antártico Colombiano, Manual del Expedicionario Antártico, Documento ABC Expedición "Almirante Padilla".
- Experiencias y logística antártica por parte del Comandante Conjunto Antártico de Argentina e Investigador del Instituto Nacional Antártico Chileno (INACH) (Figura 5).

Figura 12. Pieza divulgativa del Curso Preantártico 2016.

CURSO PRE ANTÁRTICO 2016

Lugar
Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"
Barrio Bosque, Sector Manzanillo,
Cartagena de Indias

Fecha
3 al 6 de agosto de 2016

Resumen

Esta segunda edición del curso de entrenamiento Pre Antártico busca comenzar a crear la estructura educativa del Programa Antártico Colombiano, PAC. En un entrenamiento de 4 días se contextualiza a los expedicionarios e investigadores que participarán en la III Expedición Científica de Colombia a la Antártica "Almirante Padilla", en las condiciones y destrezas mínimas necesarias para desenvolverse efectivamente en el Continente Blanco.

Objetivos

1. Crear sentido apropiación equipo Colombia para la temporada de Expedición en la Antártica
2. Generar la conciencia de lugar adecuada para expediciones Antárticas
3. Entregar las destrezas mínimas necesarias para el adecuado comportamiento y seguridad en la Antártida

Invitados internacionales

Señor Comodoro
Marcelo Cristián Tarapow
Comandante Conjunto
Antártico de Argentina

Doctora Verónica Vallejos M.,
Departamento Expedición Científica Antártica,
Instituto Nacional Antártico Chileno
INACH

www.cco.gov.co

Mayor Información:
asuntosantarticos@cco.gov.co
asuntosantarticos2@cco.gov.co
 Tel: 315 8520 Ext: 114

- Protocolos de seguridad y comportamiento a bordo del buque ARC 20 de Julio y/o en otros buques y/o bases y estaciones científicas de otros países cooperantes.
- Guía para la aproximación de fauna marina antártica en zonas antárticas especialmente protegidas.
- Principios básicos de seguridad para ambientes polares.
- Consideraciones de primeros auxilios especiales en condiciones polares.

- Principios básicos de supervivencia polar.
- Vestimenta y equipo polar.
- Conceptos básicos de administración de riesgos para áreas silvestres.
- Instrucción teórica y práctica de natación, salvamento y supervivencia en el agua en condiciones polares.
- Nudos básicos y aseguramiento cordada.
- Visita a buque tipo OPV como el ARC 20 de Julio.

Figura 13. Registro fotográfico de algunas de las actividades teóricas y prácticas del Curso Preantártico 2016.



3. COMPONENTES DE LA III EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DE COLOMBIA A LA ANTÁRTIDA

Como se mencionó en la introducción, la tercera ha sido la expedición más ambiciosa de Colombia a la Antártida, por cuanto integró la manera en que se habían realizado las dos expediciones anteriores, al tener dos componentes de investigación: el primero, a bordo del buque de la Armada colombiana ARC 20 de Julio, en el cual se embarcaron 23 investigadores, quienes desarrollaron 19 proyectos de investigación; el segundo, conformado por diez investigadores que realizaron ocho proyectos de investigación (Tabla 1). A continuación se describe brevemente el desarrollo de estos dos componentes.

3.1 Componente buque a bordo del ARC 20 de Julio

El crucero de investigación se desarrolló en el ARC 20 de Julio, como parte de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida entre el 16 de diciembre de 2016 y el primero de marzo de 2017. El Comandante del buque fue el Señor Capitán de Navío Jorge Espinel. La descripción completa del crucero, como del personal participante se puede consultar en el informe final Crucero Expedición de Colombia a la Antártida 2016-2017 (Torres, R. 2017).

El buque, construido en Colombia, zarpó de Cartagena de Indias y recorrió 4.682 millas náuticas hasta Punta Arenas. En ese recorrido se realizaron cinco estaciones oceanográficas, se tomaron datos físicos hasta los 1.440 m de profundidad incluyendo el estudio de las características biológicas hasta los 600 m de profundidad, a lo largo de la costa suramericana en el Océano Pacífico. Adicionalmente se realizó una estación para toma de datos físicos en el Pasaje de Drake a 550 m de profundidad para estudiar el comportamiento de las masas de agua que se forman en la Antártida y llegan hasta el territorio marítimo colombiano.

En la Antártida se recorrieron 2.902 millas náuticas, se tomaron datos meteorológicos y realizaron 24 estaciones oceanográficas, algunas de ellas a más de 1.000 m de profundidad para el estudio de las características físicas, biológicas y químicas del Estrecho de Gerlache y Estrecho de Bransfield. En estas estaciones se colectaron 65 muestras de plancton por arrastre de redes, 567 muestras y perfiles de datos para el estudio de la bio-óptica en la Antártida; 458 muestras de agua a diferentes profundidades para análisis biológicos, microbiológicos y químicos. Se realizaron ocho estaciones para recolección de sedimentos del fondo marino con 46 muestras para estudios de contaminantes y macrobentos.

Se efectuó el levantamiento de 134.8 millas náuticas de hidrografía, cubriendo un área de más de 32 kilómetros cuadrados en aguas someras con tecnología multihaz en dos bahías en las cuales ha aumentado el tránsito de buques de turismo, a pesar de no estar debidamente cartografiadas, con lo que la Dirección General Marítima brinda un importante aporte a la seguridad marítima integral en el continente blanco.

Se emplearon cinco horas de vuelo en helicóptero en apoyo a proyectos de investigación de Colombia y España, con énfasis en la toma de fotografías para seguridad de la navegación y simulación en un proyecto de la Escuela Naval de Cadetes. Se realizaron mediciones *in situ* de nivel del mar y oleaje, así como el censo de pinnípedos en una Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP) en coordinación con Estados Unidos. En adición, se tomaron 16 muestras terrestres de sedimentos y biológicas. De forma permanente se realizó avistamiento de mamíferos marinos (cetácea y carnívora) a lo largo del recorrido del buque en el Pacífico y la Antártida. Igualmente, pruebas durante tres días de soldadura submarina de un proyecto que busca generar conocimiento para atender eficientemente una avería en un buque, mitigando el riesgo de una posible contaminación al ecosistema antártico.

Lo anterior evidencia cómo se lograron tomar las muestras e información necesaria para permitir el avance de los 19 proyectos de este crucero de investigación. Con los medios disponibles del buque también fue posible recolectar unas muestras de dos proyectos realizados durante la II Expedición de Colombia a la Antártida, para ser procesados por los investigadores en el país.

Adicionalmente, se realizaron intercambios científicos en Valparaíso, Punta Arenas y Lima. En la Antártida se llevaron a cabo intercambios científicos y logísticos con las bases Juan Carlos I (España), González Videla (Chile), Yelcho (Chile), Palmer (Estados Unidos), Primavera (Argentina), Gabriel de Castilla (España), Prat (Chile), Maldonado (Ecuador) y Carlini (Argentina), lo cual permitió fortalecer la imagen del Programa Antártico Colombiano. En cuanto al apoyo internacional, se resalta el embarque de dos investigadores mexicanos en representación de la Universidad Autónoma de Baja California de México durante la fase de la Antártida, con el fin de trabajar con un proyecto de la Dirección General Marítima, así como un apoyo prestado a España en Isla Livingston con el helicóptero durante un día, para tomar datos con un georradar instalado en la aeronave colombiana.

3.2 Componente de cooperación internacional en buques y bases de países amigos

Este componente de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida se logró gracias al apoyo de cinco países amigos que ofrecieron cupos en sus bases y buques que operan en la Antártida. Para conseguir esta colaboración, la Comisión Colombiana del Océano, en cabeza de su Secretario Ejecutivo, Señor Contralmirante Juan Manuel Soltau Ospina, gestionó a diferentes niveles ante los países amigos el ofrecimiento de cupos para los investigadores colombianos, lo cual fue posible por la participación internacional lograda por el país como se describe en la Sección 2.7.

A continuación se relaciona brevemente la invaluable colaboración de estos cuatro países: Argentina apoyó con transporte y un cupo para un investigador en la Base Antártica Camará; Brasil, con transporte y dos cupos en la Estación Antártica Comandante Ferraz para realizar dos proyectos; Chile, transporte y cupos para cinco investigadores con tres proyectos en las bases Escudero y Yelcho; España, por su parte, con un cupo en el buque Hespérides para un investigador; y Japón, un cupo en el Buque Shirase para un investigador. En total fueron diez investigadores con ocho proyectos de investigación. Los nombres de los proyectos se relacionan en la parte final de la Tabla 1.

Se resalta que uno de estos proyectos (Sección 4.22) se desarrolló en conjunto con un investigador del INACH. Así mismo, es importante tener presente las dificultades logísticas que conlleva el apoyo a los investigadores colombianos por parte de los países amigos, pues estos tienen sus propios retos logísticos y científicos para

cumplir con su agenda científica, por lo cual, se debe tener gran flexibilidad ante cambios de última hora como variación de itinerarios de los buques, modificaciones de cupos, entre otros. Es comprensible que esta flexibilidad dificulta que los investigadores viajen a desarrollar sus proyectos, pues no siempre se tienen los recursos para modificar un tiquete de avión, aumentar el número de días que un investigador debe estar en el campo, por ejemplo. No obstante estas dificultades, se hace un reconocimiento a estos países amigos y a los investigadores colombianos que lograron viajar y tomar datos para continuar con sus investigaciones.





4. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN III EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DE COLOMBIA A LA ANTÁRTIDA

En la Expedición de Colombia a la Antártida en el verano austral 2016-2017, se adelantaron 27 proyectos de investigación, de los cuales 19 fueron a bordo del buque ARC 20 de Julio, y ocho en bases y buques de Argentina, Brasil, Chile, España y Japón (Tabla 1).

Para el presente informe, los investigadores diligenciaron un reporte de cada uno de los proyectos con el fin de relatar las actividades desarrolladas en el marco de la expedición. Cada reporte incluye trece aspectos y un apéndice con registros fotográficos. Los siguientes son los aspectos tenidos en cuenta:

- 1) Relación con la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035
- 2) Investigadores y entidades participantes en esta fase del proyecto
- 3) Otras entidades participantes
- 4) Objetivo general de proyecto
- 5) Objetivo(s) particular(es) para la fase del proyecto desarrollada en el verano austral 2016-2017
- 6) Base o buque donde se desarrollaron los objetivos particulares
- 7) Descripción de equipo científico y de apoyo
- 8) Descripción de las principales actividades de investigación desarrolladas
- 9) Resultados preliminares
- 10) Resultados esperados
- 11) Actividades de divulgación
- 12) Recomendaciones
- 13) Bibliografía

A continuación se presenta un resumen de las actividades más importantes de cada uno de los proyectos de investigación durante la Expedición "Almirante Padilla":

4.1 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Hidrografía

Un equipo de hidrógrafos de la Dirección General Marítima instalaron una ecosonda multihaz en una lancha rápida tipo "Defender" del ARC 20 de Julio, para tomar datos batimétricos en aguas someras. Se tomaron datos de nivel del mar en Puerto Mikkelsen y Bahía Cierva Cove, donde se cubrió un área de más de 32 km², se encontraron profundidades entre 2 y 350 metros, y se identificaron bajos y peligros a la navegación. Esta información será entregada a la Oficina del Reino Unido para la elaboración de una carta náutica internacional y usada en el simulador de la Escuela Naval de Cadetes, con el fin de ofrecer nuevos productos que mejoren la seguridad marítima en la Antártida (Anexo 1).

4.2 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Oceanografía

Investigadores de la Dirección General Marítima instalaron la Plataforma Móvil Embarcada (PMO) en el ARC 20 de Julio con dos winches para la realización de toma de datos en estaciones oceanográficas. En el océano Pacífico a lo largo de la costa de Suramérica se realizaron cinco estaciones oceanográficas, una estación en el Pasaje de Drake y 24 en la Antártida, algunas a más de 1.000 m de profundidad, tomando perfiles de conductividad (salinidad), temperatura, profundidad y oxígeno. Se tomaron datos meteorológicos a bordo del buque entre el 12 y 30 de enero de 2017 durante el periodo del crucero en la Antártida, midiendo presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, sensación térmica y radiación solar. Se fondearon dos equipos para medición de oleaje, información que fue complementada con datos de reanálisis (incluyendo la validación de datos) y un atlas de oleaje de Chile (Anexo 2).

4.3 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Biología y química

Investigadores de la Dirección General Marítima tomaron muestras de agua a 1, 5, 50, 100 y 200 metros, empleando una roseta oceanográfica con botellas muestreadoras tipo Niskin, en cinco estaciones en el Pacífico suramericano y doce estaciones en la Antártida. También se tomaron muestras de agua a la profundidad estimada de máxima fluorescencia. Para esto se acondicionaron la Plataforma Móvil Embarcada (PMO) con dos winches y el Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado (LOME), para el procesamiento y preservación de muestras en el buque. Así mismo se realizó la toma de sedimentos con draga en siete estaciones en la Antártida para la medición de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), metales pesados y granulometría. En total durante el crucero se recolectaron 78 muestras de agua para análisis de oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, nutrientes (amonio, nitratos, nitritos, ortofosfatos y silicatos), clorofila-a y abundancia de fitoplancton; 14 muestras para análisis de la comunidad fitoplanctónica; 33 muestras para análisis de coliformes totales, *E. coli* y enterococos fecales y 21 muestras para análisis de hidrocarburos disueltos dispersos en agua. Estos datos permitirán estudiar el comportamiento de estas variables en el Estrecho de Gerlache en el verano austral 2016-2017, determinando la condición ambiental de este ecosistema antártico (Anexo 3).

4.4 Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida (Iceman) - Propiedades bio-ópticas

Este proyecto se realizó en conjunto por investigadores de Dimar y la Universidad Autónoma de Baja California, México, lo cual permitió un aporte del Programa An-

tártico Colombiano a las iniciativas internacionales GEOSS, GI-19, AMERIGEOSS, CIE-HLYC, GEO-MBOM, POLE2POLE, POGO y BLUEPLANET. El proyecto busca caracterizar y evaluar las propiedades bio-ópticas en las aguas antárticas, para describir la ecología y productividad del fitoplancton en esta región, con lo cual se aporta a la calibración de algoritmos satelitales empleados para estimar la concentración de clorofila-a y producción primaria, así como para evidenciar la reducción en la capa de ozono. Para esto, en el crucero se tomaron 567 muestras y perfiles en 26 estaciones en el Estrecho de Gerlache, incluyendo materia orgánica disuelta cromofórica (CDOM), perfiles de fluorescencia y de luz, propiedades ópticas inherentes, pigmentos fotosintéticos, cromatografía líquida de alta resolución, carbono orgánico particulado, productividad primaria y nutrientes (Anexo 4).

4.5 Biodiversidad y condiciones oceanográficas del Estrecho de Gerlache "BioGerlache-Antártica"

Este proyecto, desarrollado por investigadores del Invemar, busca caracterizar la fauna antártica del Estrecho de Gerlache para crear una base de conocimiento biológico y físico del área, como un primer paso para su conservación. Este conocimiento incluyó el estudio de la dinámica del fitoplancton, zooplancton, ictioplancton y macrobentónica, evaluando su diversidad y abundancia, así como su relación con las condiciones físicas de la columna de agua. La toma de muestras biológicas durante el crucero se realizó mediante el uso de redes planctónicas de muestreo, logrando colectas con arrastres verticales a una profundidad máxima de 200 m, empleando el sistema de apertura-cierre accionado por mensajero. Para fitoplancton cualitativo se recolectaron muestras de agua marina con botellas Niskin a 50, 100 y 200 m. Las muestras de comunidad bentónica se obtuvieron por medio de una draga Shipeck. Se tomaron 24 muestras de plancton por arrastre de redes y nueve muestras de draga. Se resalta la capacidad de articulación con otras entidades para obtener el mejor provecho del muestreo alcanzado (Anexo 5).

4.6 Censo, ecología trófica, concentraciones de mercurio y genética de pinnípedos en las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas No. 132 (Península Potter, Isla 25 de Mayo) y 134 - 153 - 146 y 113 en el Estrecho de Gerlache, Península Antártica

Este proyecto busca continuar el estudio de pinnípedos en la Antártida iniciado en la II Expedición de Colombia al continente blanco por parte de la Comisión Colombiana del Océano. En esta oportunidad, durante el crucero se visitó la Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP) No. 113, en cercanías de la base Palmer de Estados Unidos, en compañía de investigadores de la National Science Foundation, donde se encontró una colonia de elefantes marinos del sur (*Mirounga leonina*), que fue censa-

da. En esta colonia se encontró un individuo nacido y marcado en la ZAEP No. 132 en Península Potter, lo cual es un resultado interesante para el análisis de migraciones. También se llevó a cabo un censo de un grupo de pinnípedos en una zona al sur de Isla Trinity (Anexo 6).

4.7 Origen y biogeografía de fauna marina bentónica considerando algunas áreas en la Antártica

El proyecto se concibió para caracterizar la variabilidad del bentos marino en la Península Antártica, de conformidad con el área de operación definida para el ARC 20 de Julio. Se obtuvieron ocho muestras biológicas con el lanzamiento de draga superficial, para realizar un análisis taxonómico y genético de la fauna del bentos, lo cual será realizado por los investigadores de la Comisión Colombiana del Océano y la Universidad de los Andes (Anexo 7).

4.8 Composición estructural de la comunidad planctónica asociada a masas de agua del gradiente latitudinal desde el océano Pacífico colombiano hasta la Península Antártica 2016-2017

El objetivo del proyecto, desarrollado por la Universidad Jorge Tadeo Lozano y Aquabiósfera S.A.S., es determinar cambios en la composición estructural de la comunidad planctónica en la columna de agua hasta los 600 m de profundidad y a lo largo del gradiente latitudinal desde Colombia hasta la Antártida, que sirvan como indicadores de la conexión biogeográfica entre el trópico y el polo. En el crucero se tomaron 80 muestras de plancton en cinco estaciones en el océano Pacífico a lo largo de la costa suramericana y once estaciones en la Península Antártica. Para esto se emplearon redes bongo con sistema apertura-cierre de diferentes diámetros de poro con las cuales se hicieron arrastres verticales de fitoplancton desde 200 m a superficie, el cual también fue muestreado con botellas Niskin a 50, 100 y 200 m; además, se realizaron arrastres de 200 m a superficie para muestras de fitoplancton e ictioplancton (Anexo 8).

4.9 Programa de investigación en mamíferos marinos antárticos

Como parte de este programa en esta expedición se adelantó el proyecto Mamíferos marinos antárticos: con especial atención hacia cetáceos migratorios a aguas colombianas - verano austral 2016-2017, para lo cual se realizaron observaciones y registros fotográficos de la fauna marina de diferentes especies durante el tránsito

del buque por aguas de Colombia, Panamá, Ecuador, Perú, Chile, Argentina y en la Península Antártica. Estas actividades permiten ampliar el conocimiento y la base de datos de mamíferos marinos para establecer mejor la conectividad de estas especies entre los trópicos y aguas antárticas. Durante el crucero se registraron 264 avistamientos de 1.353 individuos correspondientes a mamíferos marinos, incluyendo del orden cetácea y pinnípedos (Anexo 9).

4.10 Hidrodinámica y masas de agua del Pacífico suramericano y su conexión con las aguas antárticas en el verano austral de 2016-2017 (Fase II)

Este proyecto de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" con el apoyo de la Dirección General Marítima, se enfoca en el análisis de la hidrodinámica de las masas de agua del Pacífico sudeste-americano y su conexión con las aguas antárticas, con base en la información de profundidad, salinidad, temperatura y oxígeno tomadas en cinco estaciones en el Pacífico, una estación en el Pasaje de Drake, una en el Estrecho de Bransfield y 23 en el Estrecho de Gerlache, realizadas durante el crucero. Estos datos se contrastaron con aquellos obtenidos en la I Expedición de Colombia a la Antártida. El análisis de masas de agua mostró las diferencias meridionales entre las aguas en el Estrecho de Gerlache, siendo similares las del norte a las del Estrecho de Bransfield, Mar de Weddell, y las del sur a las del Pasaje de Drake (Anexo 10).



4.11 Estudio de atenuación de parámetros del oleaje bajo la dinámica de hielo flotante en la Antártida

Este proyecto tiene por objetivo estudiar el régimen de oleaje en el Estrecho de Gerlache y su interacción con la presencia de hielos tanto flotantes como fijos. Durante el crucero se ubicaron dos medidores de oleaje direccional (DWR) en aguas someras en cercanía de las estaciones chilenas González Videla y Yelcho, obteniendo series de tiempo de ocho y siete días respectivamente. Se encontró que durante estos días la altura significativa de la ola fue de menos de 0,5 m por encontrarse los sensores en aguas protegidas (Anexo 11).

4.12 Análisis de la variación del nivel del mar en la Antártida y la costa suramericana en el Pacífico a partir de datos de altimetría y datos *in situ*

Este proyecto desarrollado por la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” con el apoyo de la Dirección General Marítima tiene por objeto estudiar el comportamiento del nivel del mar en el Pacífico sudeste y la Antártida, incluyendo la marea, cambios estacionales y la tendencia, con el fin de encontrar conexiones espaciales en estas variaciones. Durante el crucero fue posible tomar tres cortas series de tiempo en Puerto Mikkelsen e inmediaciones de las bases chilenas González Videla y Yelcho. Se realizó el análisis de mareas confirmando el buen pronóstico del modelo AntPen tide. Se tuvo acceso a varias series de tiempo de mareógrafos en la costa suramericana en el Pacífico y en la Antártida. Adicionalmente, se realizó un análisis preliminar de las variaciones del nivel del mar a partir de datos de topografía dinámica absoluta (Anexo 12).

4.13 Análisis comparativo de corte y soldadura submarina aplicada en ambientes extremos de bajas temperaturas vs los utilizados en el trópico, cuyos resultados permitirán el posible desarrollo de nuevas técnicas, procedimientos y herramientas

Este proyecto fue desarrollado por buzos de salvataje de la Armada Nacional-Escuela de Suboficiales ARC Barranquilla, y la Escuela de Buceo y Salvamento, quienes en el campo fueron apoyados por buzos de la Armada de Chile. Las inmersiones en aguas polares realizadas durante cuatro días del crucero, con equipo especializado, permitieron hacer la soldadura de 11 probetas con el fin de elaborar un análisis comparativo de soldadura submarina en estos ambientes extremos contrastándolo con las condiciones conocidas en aguas tropicales. Adicionalmente se logró compartir

aprendizajes con buzos de otros países con experiencia en inmersiones en aguas gélidas (Anexo 13).

4.14 Estudio sobre el manejo de la coordinación visomotora en pilotos de embarcaciones menores durante maniobras navales bajo sensación térmica en la Antártida

Para este proyecto, que se enmarca en la línea de investigación en fisiología humana, se realizaron varias pruebas durante el crucero para estudiar la coordinación visomotora de expedicionarios en las bajas temperaturas de la Antártida. Estas pruebas midieron procesos psicológicos como la atención y memoria durante el desplazamiento hacia la Antártida, en la Antártida y de regreso a Colombia. Con este proyecto la Escuela de Formación de Infantería de Marina ofrece nuevas herramientas para el manejo del talento humano en expediciones futuras (Anexo 14).

4.15 Variables asociadas a la alimentación del hombre colombiano frente a la adaptación y supervivencia en condiciones adversas bajo temperaturas extremas en la Antártica

Como parte de la línea de investigación en fisiología humana, este proyecto de la Escuela de Formación de Infantería de Marina, tiene por objetivo determinar las variables que deben tenerse en cuenta para mantener una buena alimentación de los expedicionarios colombianos en la Antártida. Para cumplir con esto se realizaron pruebas antropométricas y medición de funciones cardiorrespiratorias, entrevistas, evaluación de los menús y registro de variables ambientales durante el crucero, así como entrevistas con los encargados de la alimentación de bases de otros países en el continente blanco (Anexo 15).

4.16 Simulación de navegación en aguas antárticas: una herramienta para análisis, planeación y entrenamiento naval

Este proyecto de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" ofrece un importante aporte a la seguridad marítima en la Antártida. El objetivo es diseñar diferentes escenarios antárticos reproduciendo la línea de costa, batimetría y condiciones oceanográficas y meteorológicas, para entrenar tripulaciones y planear misiones en la Antártida. Con base en datos tomados durante el crucero, incluyendo batimetría y fotografía aérea, se simularán escenarios virtuales en Cierva Cove y Puerto Mikkelsen en el simulador de puente 300° Full Mission con que cuenta la ENAP, para sobre ellos analizar y proponer canales y zonas de maniobras seguras para buques de turismo que visitan estas bahías (Anexo 16).

4.17 Concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados en krill antártico (*Euphausia superba*)

Con este proyecto de la Universidad de Antioquia se busca determinar las concentraciones de hidrocarburos y metales pesados en organismos de la Antártida, con el fin de evaluar el impacto de la presencia humana en este continente. Para esto, durante el crucero se realizó la toma de sedimentos y arrastres oblicuos en bote con una red para zooplancton. Se obtuvo una única muestra de *E. superba*, lo que llamó la atención pues se esperaba encontrar este crustáceo en mayor abundancia, por lo tanto, los análisis se realizaron con salpas (muy abundantes en el área de estudio) y algas (Anexo 17).

4.18 Estudios geológicos en Antártica

Como parte de este proyecto, investigadores de la CCO recolectaron cuatro muestras geológicas terrestres y marinas en estaciones realizadas durante el crucero, con el fin de iniciar una línea base en las áreas donde Colombia hace presencia en sus expediciones. El procesamiento de las muestras será realizado por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, con lo cual se espera incentivar nuevos estudios de geología en el PAC (Anexo 18).



4.19 Microorganismos de ambientes extremos de la Antártida como una fuente potencial de compuestos con aplicación a nivel industrial y/o farmacológico

El objetivo de este proyecto, desarrollado por la Universidad de La Sabana y la Comisión Colombiana del Océano, es contribuir al conocimiento de la biodiversidad bacteriana de la Antártida, así como el potencial bioactivo de las bacterias y hongos psicrófilos presentes en el agua y sedimentos marinos de la Antártida. Durante el crucero se obtuvieron 19 muestras biológicas en sedimentos con draga Shipeck, en agua con botellas Niskin y colectadas en los litorales, a las cuales se les realizará el análisis microbiológico en laboratorio (Anexo 19).

4.20 Localización óptima de una base temporaria en la Antártica que minimice los costos de la operación científica sujeto a restricciones geográficas y geopolíticas

Determinar los factores críticos para seleccionar la mejor ubicación de la futura base científica colombiana en la Antártida es el objetivo de este proyecto, de acuerdo con la proyección del Programa Antártico Colombiano. Este proyecto de la Escuela Naval de Cadetes se viene desarrollando desde expediciones previas; en esta oportunidad el investigador estuvo a bordo del buque Ary Rongel y en la Base Comandante Ferraz de Brasil, la cual es un moderno referente para los intereses del país, que permitió llegar a la propuesta de factores críticos de éxito a ser considerados para la base colombiana (Anexo 20).



4.21 Segunda fase: Efectos del cambio climático sobre la distribución batimétrica de invertebrados comparando la región tropical y la Antártida

Para este proyecto, el investigador de la Universidad CES desarrolló actividades en la Base Julio Escudero de Chile para lo cual se realizó tránsito en el buque Aquiles. Se contribuyó al conocimiento de las comunidades de invertebrados bentónicos de la Península Antártica, así como su relación con las variaciones en los factores físicos y químicos, para esto se tomaron diez muestras de bentos con draga entre 12 y 32 metros de profundidad, de las cuales se lograron separar varios organismos de diferentes *phyla* en el procesamiento preliminar realizado en la base (Anexo 21).

4.22 Comparación de la expresión de proteínas de choque térmico y enzimas detoxificantes en poliquetos tropicales y antárticos bajo condiciones de estrés térmico

Este proyecto fue desarrollado por investigadores de la Universidad de Antioquia en la Base Julio Escudero de Chile, con apoyo de investigadores del INACH. Se lograron obtener e identificar especies de poliquetos bentónicos en la zona submareal en la isla Rey Jorge ubicada en la Península Antártica, así como las condiciones físicas y químicas locales donde se tomaron las muestras. En la base se lograron hacer pruebas preliminares para determinar la actividad enzimática en los poliquetos al ser sometidos a estrés térmico (Anexo 22).



4.23 Tardígrados de la Antártica

Para el desarrollo del proyecto, la investigadora de la Universidad Tecnológica de Bolívar realizó las actividades a bordo del Buque de Investigación Oceanográfica Hespérides, de España, el cual durante su tránsito permitió recolectar muestras en 11 sitios diferentes en la Península Antártica. Se registraron la posición, tiempo y parámetros físico-químicos y meteorológicos *in situ*. El análisis de estas muestras permitió confirmar la presencia de tardígrados, con lo cual se podrá describir su composición en musgos y líquenes en el continente blanco (Anexo 23).

4.24 La historia de tiempo presente y su implementación como estrategia para la divulgación del Programa Antártico Colombiano

La investigadora, en representación de la Universidad de los Andes, realizó sus actividades en la base Argentina Cámara, lo cual permitió avanzar en el objetivo del proyecto, de buscar estrategias para generar conciencia de la importancia de la presencia de Colombia en la Antártida, a partir de la investigación histórica. En esta expedición, se recopiló información sobre la participación de Argentina en la Antártida, así como un registro de las actividades del personal y características de la base, incluyendo la toma de fotografías aéreas con plataformas tripuladas remotamente (Anexo 24).

4.25 Variabilidad en la termodinámica de las aguas superficiales del estrecho de Gerlache y de regiones marinas de Colombia, asociada al calentamiento global y a la teleconexión entre El Niño Oscilación del Sur, la Oscilación Atlántico Norte y la Oscilación Antártica

Este proyecto de la Universidad Nacional de Colombia es una continuación a lo realizado en expediciones previas para analizar la variabilidad termodinámica en el estrecho de Gerlache. Si bien la investigadora principal realizó actividades en la base chilena de Yelcho, el procesamiento y análisis de los datos físicos del océano y meteorológicos obtenidos en el crucero, se llevarán a cabo a bordo del ARC 20 de Julio. En la base Yelcho se efectuó el monitoreo de las condiciones meteorológicas en tres lugares, así como la toma de información batimétrica, transparencia, temperatura superficial del mar, entre otras variables físicas. También se realizó la toma de muestras de rocas en la isla Doumer (Anexo 25).

4.26 Fase exploración: Implicaciones del cambio climático en los ecosistemas aledaños a los glaciares colombianos en comparación con los presentes en ambientes antárticos

Este proyecto se desarrolló a bordo del buque japonés Shirase, el cual navegó en el área de la Tierra de la Reina Maud con un investigador de la Universidad de La Salle, teniendo como base central la estación Syowa del Japón. El objetivo de este proyecto es caracterizar las especies vegetales aledañas a los glaciares en la Antártida, para estudiar sus similitudes con las presentes en los glaciares colombianos. Durante la expedición se pudieron tomar muestras de líquenes en cinco áreas diferentes, logrando evaluar su riqueza y diversidad de forma preliminar (Anexo 26).

4.27 Aprovechamiento de la energía solar térmica para la calefacción de una base colombiana de investigaciones en la Antártica a partir de un diseño de termorregulación hidráulica

Para el desarrollo de este proyecto el investigador de la Escuela de Formación de Infantería de Marina realizó sus actividades en la Base Comandante Ferraz de Brasil. En esta expedición se realizó un estudio de las cargas térmicas y medición energética de la base brasileña, así como de condiciones meteorológicas, con el fin de proponer formas de aprovechar la energía solar en la futura base colombiana en la Antártida (Anexo 27).





5. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN EXPEDICIÓN “ALMIRANTE PADILLA”

Para la promoción del Programa Antártico Colombiano y la III Expedición Científica a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017 se realizaron piezas audiovisuales (Tabla 2), notas y artículos que fueron publicados en las diferentes redes sociales del PAC y medios de comunicación nacionales así:

Tabla 2. Publicaciones de la Expedición “Almirante Padilla” en diferentes medios.

Facebook	Twitter	YouTube	Web site	Impresos	Televisión	Radio
99	110	25	12	6	8	6

Es importante destacar que la información se publicó en tiempo real en la medida que la cobertura de internet de los expedicionarios lo permitió, logrando mantener informados oportunamente a los públicos de interés sobre las actividades que se realizaban a diario.

Por la calidad técnica y científica de la información que se generó durante la expedición se logró tener una importante difusión en medios nacionales como el periódico El Tiempo (digital e impreso), El Espectador, Revista Semana, El Heraldo, noticias del canal RCN y programas de radio como Planeta Caracol y A la carta, de la cadena radial Caracol, además de medios chilenos e institucionales (Figura 14). La Oficina de Comunicaciones Estratégicas de la Armada Nacional registró la información detallada y el análisis de impacto en medios.

Durante el crucero se realizaron visitas a intercambios con varios países en Suramérica en las cuales los investigadores tuvieron la oportunidad de divulgar sus proyectos. Igualmente se realizaron actividades con las diferentes bases que están en la Antártida, distribuyendo folletos, libros y publicaciones realizadas por la Armada Nacional, la Comisión Colombiana del Océano y el Programa Antártico Colombiano.

La coordinación de las actividades de comunicación estratégica durante el crucero de investigación estuvo a cargo de tres funcionarios de la Oficina de Comunicaciones Estratégicas de la Armada Nacional, coordinados por el TECIM Jhon Hernández. También participó la periodista científica Ángela Posada Swafford, quien logró publicar varios artículos en la versión impresa del periódico El Tiempo, la revista Muy Interesante México y en Revista Semana, promoviendo con gran éxito las actividades científicas de la expedición.

Figura 14. Algunos ejemplos de notas de la Expedición "Almirante Padilla" difundidas por los medios de comunicación.





En adición a lo anterior, durante el transcurso de la expedición las instituciones e investigadores que hicieron parte de ella divulgaron sus proyectos y actividades de investigación a través de las páginas web y redes sociales de estas instituciones y del PAC (Comunicaciones de la Armada), destacándose el twitter de @CCO_Antartica de la oficina de asuntos antárticos de la Comisión Colombiana del Océano, que ha venido acompañando y haciendo difusión de todas las actividades de la expedición del componente buque y el componente cooperación internacional, entre otros eventos y actividades del PAC (Figuras 15 y 16).

Figura 15. Algunos canales, medios y charlas divulgativas desarrolladas durante 2016 para socializar las actividades del Programa Antártico Colombiano y la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017.





Toda la información relacionada con la expedición puede encontrarse en las redes sociales del PAC:

Facebook: Programa Antártico Colombiano

Twitter: @antartidaCol

YouTube: Programa Antártico Colombiano

Web site: Programa Antártico Colombiano

Figura 16. Algunas de las actividades divulgativas de la III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017, a través del twitter @CCO_Antartica, de la Comisión Colombiana del Océano.





6. CONCLUSIONES

6.1 Con referencia a los proyectos de investigación y la Agenda Científica

La III Expedición de Colombia a la Antártida, con sus 27 proyectos de investigación, permitió consolidar la participación del país en la Antártida, desarrollando todos los aspectos de la Agenda Científica del Programa Antártico Colombiano, y se resalta la vinculación de las principales instituciones y universidades con capacidad investigativa del país.

Todos los investigadores participantes en la expedición mantienen un compromiso con el país para, a partir de la información colectada, generar productos científicos y académicos de interés tanto para el Programa colombiano como para la comunidad internacional, siendo este aspecto quizás el único que quedaría pendiente para demostrar los aportes de Colombia al entendimiento de los procesos y características particulares de la Antártida. Esto se debe lograr desarrollando las actividades anunciadas en la sección *Resultados Esperados* de cada uno de los informes de proyectos anexos a este documento.

6.2 Con referencia a la Expedición “Almirante Padilla”

La expedición fue exitosa al lograr desarrollar 27 proyectos científicos, con investigadores a bordo del ARC 20 de Julio, investigadores a bordo de bases y buques de países amigos e incluso con otros que no viajaron a la Antártida, cuyos datos fueron colectados por investigadores de otros proyectos.

El crucero de investigación a bordo del ARC 20 de Julio fue posible gracias al compromiso de la Armada Nacional con el Programa Antártico Colombiano, puesto que los altos costos de alistamiento y ejecución del crucero fueron en su mayoría asumidos por esta institución.

La coordinación previa al inicio del crucero entre los diferentes investigadores participantes fue fundamental para definir el desarrollo de actividades e itinerarios, pues el tiempo en la Antártida es muy corto para la cantidad de actividades por desarrollar. Así mismo, el trabajo en equipo entre la tripulación del buque, en cabeza de su Comandante, y el grupo de investigadores representados por el Coordinador Científico, fue clave para el éxito al acordar la mejor manera de sortear dificultades impuestas por el clima, limitaciones operacionales y protocolarias.

Las buenas relaciones y contactos permanentes del PAC con otros países con presencia en la Antártida son fundamentales para obtener cupos en buques y bases de países amigos, gracias a lo cual se pudieron desarrollar ocho proyectos con la participación de diez investigadores. Esto es posible debido a la excelente labor de coordinación que realiza la Comisión Colombiana del Océano, en cabeza del Señor Contralmirante Juan Manuel Soltau Ospina.

Es justo hacer un reconocimiento al grupo de investigadores que participó en esta expedición por su gran compromiso con el Programa Antártico Colombiano, el cual se visibilizó en la flexibilidad que mostraron para ajustar los proyectos de quienes estuvieron a bordo del ARC 20 de Julio, así como ante los cambios presentados por quienes hicieron parte del componente con países amigos.

Gracias a la labor de Comunicaciones Estratégicas se logró proyectar hacia la ciudadanía una imagen positiva del Programa Antártico Colombiano, de la Armada Nacional y demás instituciones participantes en la III Expedición, demostrando la capacidad del país de aportar con su ciencia a los grandes retos investigativos del planeta.

A large, sculpted iceberg with a human-like profile floating in the ocean. The iceberg is white and blue, with a human-like face visible on its side. The water is dark blue and choppy. The sky is clear and blue.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Con referencia a los proyectos de investigación y la Agenda Científica

- a. Procurar que la planeación del alistamiento del buque garantice un tiempo adecuado para probar los equipos y sistemas empleados en la investigación, en especial los winches oceanográficos.
- b. Evaluar la posibilidad de ampliar las áreas de laboratorio, al evidenciarse que el espacio del Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado (LOME) es limitado para la cantidad de proyectos, incluyendo áreas de alistamiento para la toma de muestras y empleo de elementos peligrosos como el hexano.

- c. Es necesario efectuar un mantenimiento y limpieza profunda de los winches, guayas y botellas Niskin antes del crucero, que garantice un desempeño adecuado de estos instrumentos. Se debe procurar llevar todos los equipos calibrados por lo menos durante el último año antes de la expedición. Se recomienda también el mantenimiento de refrigeradores que aseguren la temperatura adecuada para la cadena de custodia de las muestras; así como procurar la conectividad de la roseta para tener acceso a datos en tiempo real.
- d. Si se realizara una visita de autoridades, se sugiere programarla antes del zarpe del buque, para establecer una corta ventana de tiempo en la cual se llevaría a cabo. Esto evitaría realizar cambios durante el crucero que pueden afectar la toma de series de tiempo más largas en el área de estudio.
- e. Es necesario actualizar la Agenda Científica Antártica de Colombia contemplando, además de temas de investigación en ciencias puras, temas logísticos, otras ciencias humanas, sociales y actividades al aire libre claves en el desarrollo y posicionamiento integral del Programa Antártico Colombiano (PAC).
- f. Es importante continuar con la formación de redes de investigación científica internacionales que permiten mejorar la calidad de los proyectos de investigación del PAC.
- g. Es recomendable definir previamente la posible participación de miembros de la tripulación del buque en actividades de investigación, con el fin de garantizar que estas no riñan con su labor a bordo. Esto debe verificarse desde la aprobación de proyectos e investigadores requeridos a bordo para cumplir con los objetivos trazados. Un ejemplo de estas limitaciones fue el proyecto de soldadura submarina.
- h. Se sugiere para la V expedición, la cual se espera sea realizada nuevamente con buque colombiano, se logre instalar una boya de oleaje direccional para adquirir datos en aguas intermedias, para lo cual se requiere contar con sistema de comunicación Iridium que garantice la comunicación y una línea de fondeo que permita obtener registros de aguas profundas.

7.2 Con referencia a las expediciones de Colombia a la Antártida

- a. Es necesario continuar con la gestión de recursos y presupuesto necesarios para dar sostenibilidad al PAC con el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, ya que este es un interés del Estado que no debe depender de las instituciones comprometidas y con visión en este tema geoestratégico para el país.

- b. Se sugiere que en el proceso de selección de investigadores, se programen inicialmente los exámenes médicos y otras pruebas como el polígrafo, con el fin de conocer con la mayor anterioridad posible la viabilidad de embarque, con lo cual se pueden evitar gastos innecesarios por cuenta del personal que no se encuentre apto para participar en la expedición.
- c. En la asignación de cupos a las expediciones se recomienda dar prioridad a aquellos proyectos que se vienen desarrollando con anterioridad para garantizar su continuidad y el resultado de las investigaciones. Así mismo, en la medida que continúe creciendo la comunidad con interés en investigación en la Antártida, se hace necesario mejorar los procesos para la asignación de cupos de investigadores a los cruceros.
- d. Se recomienda ampliar la cobertura de internet durante el crucero, de tal manera que sea suficiente para que el personal de investigadores pueda mantener comunicación con el personal en el país, lo que permitiría optimizar el tiempo en el desarrollo de los proyectos. Así mismo, solucionar dudas técnicas de proyectos en desarrollo cuando su investigador principal no se encuentre a bordo. En el caso de los expedicionarios a bases o buques de países amigos, evaluar la posibilidad de dotarlos de medios de conexión satelital cubiertos por el PAC.
- e. Se debe mejorar la manera como se asignan cupos a bases de países amigos, garantizando que el investigador colombiano cuente con los medios necesarios para realizar su proyecto, lo cual no es fácil, pues depende de los ofrecimientos con que se cuenten. Así mismo, se recomienda que las visitas no sean programadas cerca de las fechas de cierre de las estaciones temporarias, pues esto puede limitar el desarrollo de actividades de investigación.
- f. Es recomendable generar una guía de permisos y trámites ante los países amigos para la colecta y transporte de muestras, especialmente las biológicas, con el fin de facilitar estos trámites en beneficio del cumplimiento de los proyectos.



8. BIBLIOGRAFÍA

- CCO. (2014). Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035, Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano. Bogotá.
- CCO. (2014). Manual del Expedicionario Antártico Colombiano, Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano. Bogotá
- CCO. (2015). III Expedición Científica de Colombia a la Antártida “Almirante Padilla”, Verano Austral 2016-2017. Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano. Bogotá.
- CTN AA. (2016). Programa Antártico Colombiano, Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano.
- Díaz-Sanchez, C.M., Parra, C., Suarez, N., Mojica, D y Soltau J.M. (2016) Programa Antártico Colombiano: Acciones de país en el escenario internacional. Revista la Timonera 25. 21-23 pp.
- Molares, R. (2015). Primera Expedición Científica de Colombia en la Antártida 2014/2015. Reporte de Crucero.
- Torres, R. (2016). Informe II Expedición de Colombia a la Antártida “Almirante Le-maitre”.
- Torres, R. (2016) Instrucciones “Crucero Expedición de Colombia a la Antártida 2016-2017”.
- Torres, R. (2017). Informe final “Crucero Expedición de Colombia a la Antártida 2016-2017”.
- Woodside G. y Aurrichio P. (2001). Auditoría de Sistemas de gestión medioambiental: Introducción a la norma ISO 14001. 1ª ed.- Madrid: Mc Graw Hill, 251p.

9. ANEXOS

1. Proyecto “Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica ICEMAN Hidrografía” [LEER →](#)
2. Proyecto “Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica ICEMAN Oceanografía” [LEER →](#)
3. Proyecto “Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica ICEMAN Biología y Química” [LEER →](#)
4. Proyecto “Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica ICEMAN Propiedades Bio-ópticas” [LEER →](#)
5. Proyecto “Biodiversidad y Condiciones Oceanográficas del Estrecho de Gerlache BIOGERLACHE-ANTÁRTICA” [LEER →](#)
6. Proyecto “Censo, Ecología Trófica, Concentraciones de Mercurio y Genética de Pínnípedos en las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas No. 132 (Península Potter, Isla 25 de Mayo) y 134 - 153 - 146 y 113 en el Estrecho de Gerlache, Península Antártica” [LEER →](#)
7. Proyecto “Origen y Biogeografía de Fauna Marina Bentónica Considerando Algunas Áreas en la Antártica” [LEER →](#)
8. Proyecto “Composición Estructural de la Comunidad Planctónica Asociada a Masas de Agua del Gradiente Latitudinal desde el Océano Pacífico Colombiano hasta la Península Antártica 2016-2017” [LEER →](#)
9. Proyecto “Mamíferos Marinos Antárticos con Especial Atención hacia Cetáceos Migratorios a Aguas Colombianas Verano Austral 2016-2017” [LEER →](#)
10. Proyecto “Hidrodinámica y Masas de Agua del Pacífico Sur Americano y su Conexión con las Aguas Antárticas en el Verano Austral del 2017” [LEER →](#)
11. Proyecto “Estudio de Atenuación de Parámetros del Oleaje Bajo la Dinámica de Hielo Flotante en la Antártica” [LEER →](#)

- | | |
|---|------------------------|
| 12. Proyecto "Análisis de la Variación del Nivel del Mar en la Antártida y la Costa Suramericana en el Pacífico a Partir de Datos de Altimetría y Datos <i>in situ</i> " | LEER → |
| 13. Proyecto "Análisis Comparativos de Corte y Soldadura Submarina Aplicada en Ambiente Extremo de Bajas Temperaturas vs los Utilizados en el Trópico, cuyos Resultados Permitirán el Posible Desarrollo de Nuevas Técnicas, Procedimientos y Herramientas" | LEER → |
| 14. Proyecto "Estudio sobre el Manejo de la Coordinación Visomotora en Pilotos de Embarcaciones Menores Durante Maniobras Navales Bajo Sensación Térmica en la Antártida" | LEER → |
| 15. Proyecto "Variables Asociadas a la Alimentación del Hombre Colombiano frente a la Adaptación y Supervivencia en Condiciones Adversas Bajo Temperaturas Extremas en la Antártida" | LEER → |
| 16. Proyecto "Simulación de Navegación en Aguas Antárticas: una Herramienta para Análisis, Planeación y Entrenamiento Naval" | LEER → |
| 17. Proyecto "Concentración de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos y Metales Pesados en Krill Antártico (<i>Euphasia superba</i>)" | LEER → |
| 18. Proyecto "Estudios Geológicos en Antártica" | LEER → |
| 19. Proyecto "Microorganismos de Ambientes Extremos de la Antártica como una Fuente Potencial de Compuestos con Aplicación a Nivel Industrial y/o Farmacológico" | LEER → |
| 20. Proyecto "Localización Óptima de una Base en la Antártica que Minimice los Costos de la Operación Científica Sujeto a Restricciones Geográficas y Geopolíticas" | LEER → |
| 21. Proyecto "Segunda Fase: Efectos del Cambio Climático sobre la Distribución Batimétrica de Invertebrados Comparando la Región Tropical y la Antártica" | LEER → |
| 22. Proyecto "Comparación de la Expresión de Proteínas de Choque Térmico y Enzimas Detoxificantes en Poliquetos Tropicales y Antárticos Bajo Condiciones de Estrés Térmico" | LEER → |
| 23. Proyecto "Tardígrados de la Antártica" | LEER → |
| 24. Proyecto "La Historia de Tiempo Presente y su Implementación como Estrategia para la Difusión del Programa Antártico Colombiano" | LEER → |

25. Proyecto “Variabilidad en la Termodinámica de las Aguas Superficiales del Estrecho de Gerlache y de Regiones Marinas de Colombia, Asociada al Calentamiento Global y a la Teleconexión entre El Niño Oscilación del Sur, la Oscilación Atlántico Norte y la Oscilación Antártica”

[LEER →](#)

26. Proyecto “Fase Exploración: Implicaciones del Cambio Climático en los Ecosistemas Aledaños a los Glaciares Colombianos en Comparación con los Presentes en Ambientes Antárticos”

[LEER →](#)

27. Proyecto “Aprovechamiento de la Energía Solar Térmica para la Calefacción de una Base Colombiana de Investigación en la Antártica a Partir de un Diseño de Termo-regulación Hidráulica”

[LEER →](#)

28. Proyecto “Estaciones Oceanográficas”

[LEER →](#)



 VICEPRESIDENCIA



ARMADA NACIONAL
REPUBLICA DE COLOMBIA



COMISIÓN
COLOMBIANA
DEL OCEANO



Damar
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

