



# Bitácora Hidrográfrica

PUBLICACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA MARINA DE GUERRA DEL PERÚ

CALLAO, MAYO 2023/ N° 26

20 Junio



# Directorio



## BITÁCORA HIDROGRÁFICA

Publicación de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú  
Calle Roca 118 Chucuito. Callao - Perú  
Teléfono: (0511) 207 - 8160  
www.dhn.mil.pe  
email: dihidronav@dhn.mil.pe

### Director:

Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida

### Sub-Director:

Capitán de Navío Diego Gago Rojas

### Jefe Técnico:

Capitán de Navío Carlos Holguín Valdivia

### Coordinador de Producción:

Capitán de Corbeta Oswaldo García Tello  
Técnico Tercero Luis Valencia Cerna

### Comité Editorial:

Capitán de Fragata (r) Eric Salazar Rodríguez  
Capitán de Corbeta (r) Jaime Valdez Huamán  
Teresa Campos Vásquez  
Myrian Tamayo Infantes

### Diseño y Diagramación:

Maritza Rojas Quispe

### Colaboración:

Milagros Aguilar Rojas

### Agradecimiento:

Archivo Fotográfico DIMAR

### Impresión:

Talleres de la Dirección de Hidrografía y Navegación

Las ideas y opiniones publicadas en los artículos de la revista son responsabilidad de los autores. La Marina de Guerra del Perú y la Bitácora Hidrográfica no se identifican necesariamente con ellas.



- 4 Dirección de Hidrografía y Navegación  
120 años en la ruta del progreso y desarrollo nacional
- 6 Cronología de los primeros trabajos realizados por la Comisión Hidrográfica
- 13 Campaña Científica Antar XXIX  
La Marina de Guerra del Perú en compromiso con el accionar antártico nacional
- 17 Monitoreo de condiciones oceanográficas en la Antártida
- 21 Señalización náutica en el territorio antártico
- 24 Corrientes Marinas en el trayecto Perú-Antártida y alrededor de las islas Shetland del Sur
- 29 Integración de datos geoespaciales para visualización en 3D del medio ambiente marino
- 33 Influencia del río Rímac a la Bahía del Callao una aproximación fisicoquímica
- 37 Empleo de sistemas Multihaz para la búsqueda de embarcaciones hundidas

# Contenido



- 40** Logrando mayor precisión en el uso de los vehículos aéreos no tripulados
- 46** Aplicación de drone para levantamientos topográficos
- 51** Cañones submarinos y su relación con la propagación de tsunamis
- 54** Eficiente Red Geodésica en Boyas de Señalización Náutica
- 57** Determinación de la línea de costa empleando imágenes de radar Sentinel 1
- 61** Resolución espacial de imágenes satelitales eficaz aplicación en estudios de análisis multitemporal
- 64** Vigencia e importancia de las cartas náuticas impresas
- 68** Servicio Mundial de Radioavisos Náuticos en la Dirección de Hidrografía y Navegación
- 72** Imagen Institucional
- 94** Hidroconocimientos

# Dirección de Hidrografía y Navegación 120 años en la ruta del progreso y desarrollo nacional

Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida  
cguerrero@dhn.mil.pe



Recordar los acontecimientos que marcan los inicios de la Dirección de Hidrografía y Navegación, es una experiencia que genera gran satisfacción, por el permanente servicio que, desde hace 120 años, viene realizando en diferentes escenarios geográficos de nuestra nación, pero especialmente en el ámbito del mar, que tiene íntima relación con los constantes cambios de la naturaleza. Esta responsabilidad nos motiva a seguir la ruta señalada por los primeros hidrógrafos, asumiendo nuevos desafíos para alcanzar óptimos resultados en beneficio del país.

Con el mismo impulso y profesionalismo puesto de manifiesto en esta vasta travesía, actualmente se vienen realizando los cruceros oceanográficos a bordo de las unidades hidrográficas implementadas con equipos de tecnología de vanguardia, no solo con la finalidad de obtener los parámetros físicos que permiten incrementar una sólida base de datos, sino también para conocer en tiempo real la estructura, composición y dinámica de los cuerpos de agua, incluyendo los procesos físicos, como las corrientes y mareas, así como los fenómenos El Niño y La Niña, que influyen en la climatología nacional e internacional.

Sumándose a la encomiable labor de los departamentos técnicos, las brigadas vienen ejecutando trabajos operativos, levantamientos batimétricos, además de estudios topográficos y calibración de los sensores en las estaciones océano meteorológicas en las costas del Perú.

Es de destacar, los trabajos del Centro Nacional de Alerta de Tsunamis, resaltando los creativos aportes y acciones en torno a la “Campaña de Sensibilización por Tsunamis 2023” desarrollado en los diferentes distritos, playas, colegios, así como en las redes sociales de la Marina.

Respecto a la iniciativa de fortalecer nuestra presencia en reuniones y foros internacionales, ha sido notable la participación de autoridades y oficiales de la Dirección en diferentes misiones, quienes han contribuido con valiosos aportes a la comunidad científica, lo cual ratifica la preparación profesional del personal que permite consolidar el prestigio de esta dependencia técnica a nivel nacional e internacional.

Otro hecho de orgullo nacional constituye ser reconocidos como referentes en dirigir las campañas antárticas, tal como se ha evidenciado en la reciente XXIX Campaña Científica a la Antártida, a bordo del B.A.P. “Carrasco”, donde se han realizado valiosas investigaciones oceanográficas, meteorológicas y biológicas y, en torno a ello, haber asumido un nuevo reto: organizar la próxima Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos que se realizará en nuestro país.

En retrospectiva, esta dependencia técnica se ha mantenido a la altura de los tiempos, conforme a los adelantos tecnológicos que durante estos 120 años ha puesto a disposición la comunidad científica a la humanidad, especialmente para la navegación marítima, fluvial, lacustre y antártica.

# Directorate of Hydrography and Navigation

## 120 years on the road to national progress and development



Remembering the events that mark the beginnings of the Directorate of Hydrography and Navigation, is an experience that generates great satisfaction, for the permanent service that, for 120 years, has been performing in different geographical scenarios of our nation, but especially in the field of the sea, which is closely related to the constant changes of nature. This responsibility motivates us to follow the path indicated by the first hydrographers, assuming new challenges to achieve optimal results for the benefit of the country.

With the same drive and professionalism shown in this vast voyage, oceanographic cruises are currently being carried out on board the hydrographic units implemented with state-of-the-art technology equipment, not only with the purpose of obtaining the physical parameters that allow increasing a solid data base, but also to know in real time the structure, composition and dynamics of the bodies of water, including the physical processes, such as currents and tides, as well as the El Niño and La Niña phenomena, which influence the national and international climatology.

In addition to the commendable work of the technical departments, the brigades have been carrying out operational work, bathymetric surveys, as well as topographic studies and calibration of sensors in the ocean meteorological stations on the coasts of Peru.

It is worth mentioning the work of the National Tsunami Warning Center, highlighting the creative contributions and actions around the "Tsunami 2023 Awareness Campaign" developed in the different districts, beaches, schools, as well as in the Navy's social networks.

Regarding the initiative to strengthen our presence in international meetings and forums, it has been remarkable the participation of authorities and officers of the Directorate in different missions, who have contributed with valuable contributions to the scientific community, which ratifies the professional preparation of the personnel that allows consolidating the prestige of this technical unit at national and international level.

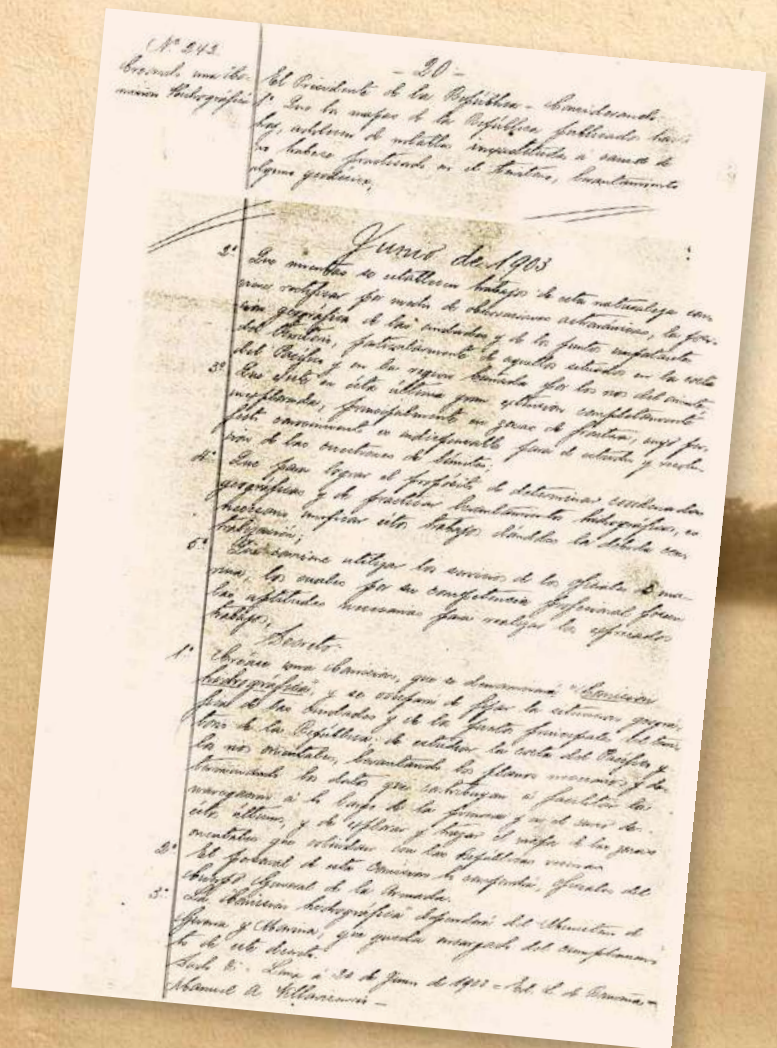
Another fact of national pride is to be recognized as a reference in leading Antarctic campaigns, as evidenced in the recent XXIX Scientific Campaign to Antarctica, on board the B.A.P. "Carrasco", where valuable oceanographic, meteorological and biological research has been carried out and, in this regard, having assumed a new challenge: to organize the next Meeting of Administrators of Latin American Antarctic Programs to be held in our country.

In retrospect, this technical unit has kept up with the times, in accordance with the technological advances that the scientific community has made available to mankind during these 120 years, especially for maritime, river, lake and Antarctic navigation.

# Cronología de los primeros trabajos realizados por la Comisión Hidrográfica



Bibliotecóloga Rosa Siles Vascones  
rsiles@dhn.mil.pe



El presente artículo muestra la cronología de los principales trabajos que sustentan los inicios de la Dirección de Hidrografía y Navegación, dada la necesidad de contar con una Comisión Hidrográfica, que registre los antecedentes de los primeros trabajos que se hicieron, y como se sentaron las bases para llegar a ser una de las más prestigiosas organizaciones científicas al servicio del país.

This article shows the chronology of the main works that support the beginnings of the Directorate of Hydrography and Navigation, given the need to have a Hydrographic Commission, which records the background of the first works that were done and how the foundations were laid to become one of the most prestigious scientific organizations at the service of the country.

## 1902

Los argumentos para la creación de la Comisión Hidrográfica se encuentran en el Decreto publicado en la ciudad de Lima, a los 20 días del mes de junio de 1902, firmado por Manuel A. Villanueva en representación del Presidente de la República, López de Romaña, en el cual textualmente se señala:

*“1° Que los mapas de la República, publicados hasta hoy, adolecen de notable inexactitudes á causa de no haberse practicado en el territorio, levantamiento alguno geodésico...”*

*4° Que para lograr el propósito de determinar coordenadas geográficas y de practicar levantamientos hidrográficos, es necesario unificar estos trabajos dándoles la debida centralización.*

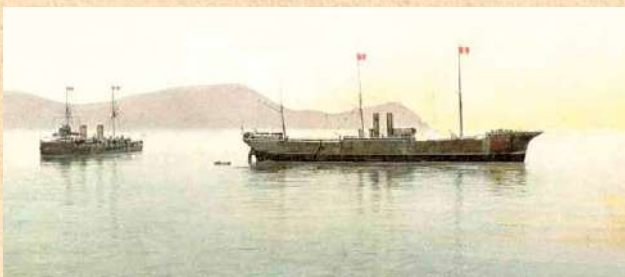
*5° Que conviene utilizar los servicios de los oficiales de marina, los cuales por su competencia profesional poseen las aptitudes necesarias para realizar los expresados trabajos” [sic]*

## 1903

Una vez expedido el Decreto Supremo del 20 de junio de 1903, el Ministro de Guerra y Marina, solicita al Congreso una partida presupuestaria para organizar la Comisión, la cuál sería presidida por el Contralmirante Don M. Melitón Carvajal.

Se solicitó a Europa los instrumentos necesarios para los trabajos geodésicos. Mientras llegaban los instrumentos, los miembros de la Comisión a bordo del “Constitución” practicaban operaciones de sondeo en la Costa Norte del Perú y por medio de observaciones astronómicas rectificaban la posición de los puntos principales de la costa, fijando la de aquellos que no estaban determinados.

Para esta labor altamente técnica se hicieron esfuerzos para escoger personal suficientemente preparado, de modo que *“bajo la competente dirección en que hoy se encuentra. Pueda muy en breve consagrarse a operaciones geodésicas e hidrográficas” [sic].*



*El transporte “Constitución” y el crucero “Bolognesi” entrando al puerto del Callao, 20 de febrero 1908.*

## 1904

*“Los trabajos científicos llevados á cabo por la Comisión Hidrográfica ponen de manifiesto los correspondido debidamente á los fines de su creación.*

*Para dar principio á aquellos trabajos, se embarcó la Comisión en el transporte “Constitución” el 9 de setiembre de 1904, á órdenes del Contralmirante Carvajal y verificó las operaciones siguientes:*

**Chimbote**

- *Rectificación de las coordenadas geográficas del puerto.*
- *Determinación de la altura de la marea y el nivel medio de la isla Blanca.*
- *Levantamiento del plano de la parte Norte de la bahía [boca chica].*
- *Sondajes en la bahía desde la boca grande del puerto hasta la boca chica.*

**Supé**

- *Determinación de las coordenadas geográficas del puerto.*
- *Sondajes de toda la bahía.*
- *Determinación de la altura de la marea y el nivel medio de la extremidad del muelle.*
- *Croquis de la bahía.*
- *Sondajes de la bahía y el boquerón.*
- *Determinación de la altura de la marea y el nivel medio en la Dársena [Puerto Chico]*

*La Comisión destacada á los departamentos del sur á órdenes del Capitán de Navío Don Juan M. Ontaneda, ha determinado las coordenadas geográficas de Puno, Cuzco, Juliaca y Sicuani y las alturas barométricas de esos lugares” [sic].*

## 1906

Los trabajos que la Comisión Hidrográfica llevó a cabo durante ese año son los siguientes:

**“Mollendo**

- *Rectificación de las coordenadas geográficas del puerto, valiéndose del telégrafo que lo une con Arequipa, para la determinación de su diferencia en longitud, y de las observaciones de alturas meridianas de las estrellas par la fijación de su latitud.*

**Pisco**

- *Rectificación de las coordenadas geográficas del puerto, refiriendo su longitud á la de Lima por medio del telégrafo, á fin de confirmar ó anotar la diferencia que pudiese existir, con las operaciones que en sentido contrario fueron realizadas por los marinos franceses Fleuriais y Le Clere, en años anteriores.*

- *Rectificación de las coordenadas geográficas de Sangallan, San Juan, Caleta Chira y Chala.*

**llo**

- *Rectificación de las coordenadas geográficas.*
- *Levantamiento del plano del puerto.*
- *Estudio de las mareas y sondajes.*
- *Reconocimientos locales en Sangallan, Islas de Chincha, punta de San Juan y punta de Coles, teniendo en mira la implantación de faros. [sic]*

**1908**

El Gobierno de ese año, viendo la necesidad de dar seguridad a la navegación en el litoral peruano y hacer seguro el acceso a los puertos, dispuso realizar sondajes frecuentes en diversos puntos de la costa, y al mismo tiempo, ordenó el levantamiento de planos, sobre todo, de las islas guaneras, así como el estudio de los lugares más convenientes y apropiados para la instalación de nuevos faros.

La Comisión Hidrográfica durante el transcurso del año, se dedicó a realizar estudios y levantamientos de planos y ubicó los puntos más importantes para la instalación de nuevos faros. Es así como el gobierno peruano firma un contrato con la casa Chance Brothers & Co de Inglaterra para el emplazamiento de ocho faros en los siguientes puntos:

*“En la Isla Mazorca – Faro de 4° orden, de luz blanca, de simple destello. Altura de la cima; “Corona de la Mazorca”. Faro de 60 m 60 cm*

*En la Isla Sur del Grupo de Guañape – Faro de 4° orden, de luz blanca, de triple destello. Altura de la cima: elejida en esta isla sobre la que debe instalarse el faro; 154m 1cm*

*En la Punta de Pariñas – Faro de 4° orden, de luz blanca, de doble destello. Altura; en la cumbre de esta punta sobre la que debe instalarse un faro: 30m 03cm*

*En la Isla de Lobos de Afuera – Faro de 2° orden, de simple destello. Altura: del “Morro del Carnicero” donde se colocará el faro: 45m 13cm” [sic]*

Para el material de las torres se utilizó fierro fundido y, para dejar los faros funcionando con toda regularidad se contrató a un maestro de obras. En el segundo lote que comprende cuatro faros, estos debían ser especificados por el mecánico experto de la fábrica.

**1909**

Este año se habla del contrato celebrado el 30 de diciembre de 1907, con el Jefe de la casa W. & J. Lockett, quienes son los representantes y constructores

de los faros de la Chance, Bros & Co. Y se comprometieron a construir los 8 faros del contrato bajo la supervisión de la Comisión Hidrográfica. Durante este año, se ha dado principio a la instalación de los cuatro faros que comprenden el primer lote. El faro de la isla Mazorcas es de cuarto orden, sus características fueron determinadas el 25 de abril y fue entregado al servicio marítimo el 10 de mayo. El faro de la isla Sur de Guañape se está terminando de construir y se comenzarán a construir los faros de Punta Pariñas y de isla Lobos de Afuera. Los otros cuatro faros no han llegado de Europa y falta que se decida las características del faro de San Gallán.

*“Además. el capitán de puerto de Huarney Sr. Teodosio Torrico, ha instalado un faro de Luz fija sobre la aleta de la Punta “Cabeza de Lagarto”, son gravedad para el fisco, y cuyas características han sido determinadas en el mes de mayo: dicho faro será entregado próximamente al servicio marítimo”*

**1911**

Este año se indica que ya están en funcionamiento los cuatro primeros faros y que se ha celebrado un ventajoso contrato para la instalación de los siguientes 4 faros: San Gallán, Punta Pariñas, Punta San Juan y Punta de Coles.

Para hacer más segura la navegación, el gobierno decidió la instalación de boyas luminosas en los puntos peligrosos, particularmente en la rada del Callao, donde existen obstáculos.

Por la necesidad de asegurar el dominio definitivo de nuestras posesiones del Oriente. Esto motivó el envío de una Comisión Hidrográfica, con el encargo de fijar los puntos de la línea fronteriza con Brasil.

**1913**

La Comisión Hidrográfica ha realizado importantes estudios en los ríos orientales. Con los que ha enriquecido la geografía nacional; y pronto logrará conectarlos con la situación geográfica de la Capital.

Este año el Sr. Juan M. Ontaneda envía una carta al Sr. Capitán de Navío Director de la Marina fechada el 2 de julio de 1913 (10 años después de su creación) en la que habla que son pocos los trabajos realizados últimamente, explica las dificultades y deficiencias que se están notando. Debido a la poca labor hidrográfica, el reducido personal profesional y sin ningún subalterno y escasa dotación de instrumentos, los que con el tiempo, viajes y uso han sufrido una merma y deterioro. El no tener un local para establecer una oficina o un simple escritorio entre otras. Pide que se considere, la reforma de este servicio, creando una verdadera oficina hidrográfica dotada del personal técnico y auxiliar suficiente, en un local



adecuado, situado en el puerto del Callao, con la conveniente dotación de instrumentos tanto fijos como portátiles de carácter astronómico, hidrográfico, topográfico y meteorológico. La oficina, debía dedicarse al régimen de faros, balizas y señales, servicio muy delicado y que requiere especialísimo control

“Esta urgencia se hace más sensible, si consideramos el obligado aumento de tráfico marítimo que ha de ocurrir en nuestras costas con la próxima apertura del Canal de Panamá, y el atraso en que nos encontramos respecto a las mejoras en las condiciones

de navegabilidad de este importante litoral, las que requieren como base los más serios y detallados estudios hidrográficos” [sic]

### Bibliografía

- Olivera Cueto, Yda. Comisión Hidrográfica 1903-1928. Callao, DHN, 2003 [Fotocopias de los capítulos de la Comisión Hidrográfica, en la Memoria que el Ministro de Guerra y Marina presenta al Congreso de la República].

*El Primero de Abril de 1915*

*El Presidente Provisorio de la República*

*Considerando:*

*Que es necesario reorganizar la Comisión Hidrográfica.*

*Que urge regularizar el financiamiento de los faros que existen en nuestra costa, con el fin de garantizar la navegación*

*En uso de la atribución 9° del artículo 94 de la Constitución del Estado,*

*Decreta:*

*Artículo 1° - La actual Comisión Hidrográfica de la que dependen los faros, se dividirá en dos secciones:*

*La 1° sección se denominará “Sección de Trabajos Astronómicos e Hidrográficos” y se ocupará de los estudios que a dicho ramos correspondan.*

*La 2° Sección tendrá a su cargo la administración y conservación del material de Faros y Balizas y la organización e inspección del personal destinado al servicio de ellos.*

*Artículo 2° - El Jefe de la primera sección, lo será también de la Comisión Hidrográfica*

*Artículo 3° - El Jefe de Estado Mayor General de Marina, de quien depende la Comisión Hidrográfica, hará formular por quien corresponda los reglamentos necesarios para el mejor servicio de las dos secciones que la constituyan.*

*Artículo 4° - El transporte “Chalaco”, será puesto a disposición del Jefe de la Comisión Hidrográfica para dedicarlo al servicio de ésta y en especial de los faros.*

*Artículo 5° - El Jefe de la Comisión Hidrográfica propondrá por conducto del Estado Mayor General de Marina, al ministerio del ramo para la resolución correspondiente, el cuadro de la dotación del “Chalaco” haciendo las reducciones que permita el mayor servicio a que se le destina.*

*Artículo 6° - Los Jefes de sección de la Comisión Hidrográfica disfrutarán de la gratificación de mando que sus clases corresponde.*

*Artículo 7° - La Comisión Hidrográfica será constituida por el siguiente personal:*

*1° Sección*

*Jefe, un Capitán de Navío*

*Un Capitán de Fragata*

*Un Capitán de Corbeta*

*2° Sección*

*Jefe, un Capitán de Fragata*

*Un Ayudante de Máquina*

*Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de Julio de mil novecientos quince*

*O. R. Benavides*





# 35 AÑOS



**PRIMERA EXPEDICIÓN  
PERUANA A LA ANTÁRTIDA**



# Campaña Científica Antar XXIX

## La Marina de Guerra del Perú en compromiso con el accionar antártico nacional



Capitán de Navío Jorge Vizcarra Figueroa  
jvizcarra@dhn.mil.pe



Logo de la firma del Tratado Antártico en el año 1959, la Marina de Guerra del Perú consciente de la relevancia de dicho acuerdo para el Perú, coordinó con la Armada Chilena el embarque en el año 1961, del entonces Teniente Primero Juan Soria Díaz, a bordo del B.A.CH. Piloto Pardo, durante la X Campaña Antártica Chilena de 1962, siendo esta la primera acción concreta que el Perú desarrolló en continente antártico y que permitió a nuestra institución, contar con valiosa información de cara a las posteriores expediciones antárticas nacionales.

After the signing of the Antarctic Treaty in 1959, the Peruvian Navy, aware of the relevance of this agreement for Peru, coordinated with the Chilean Navy the embarkation in 1961, of the then First Lieutenant Juan Soria Diaz, aboard the B.A.CH. Piloto Pardo, during the X Chilean Antarctic Campaign of 1962, being this the first concrete action that Peru developed in the Antarctic continent and that allowed our institution to have valuable information for subsequent national Antarctic expeditions.

El Perú consciente de la importancia de esta región, ingresa como miembro adherente del referido tratado en el año 1981, teniendo en esta condición, derecho a voz, mas no a voto, por lo que la defensa de nuestros intereses antárticos eran limitados. Por ello, la Cancillería Peruana y la Marina de Guerra del Perú, desplegaron una serie de medidas tendientes a lograr, ser reconocidos como miembros consultivos del referido tratado, por lo que organizan la primera expedición a la Antártida en el año 1988, iniciándose la construcción de la Estación Científica Antártica Peruana Machu Picchu (ECAMP), en el año 1989, lo que permitió ese mismo año ser considerados como miembros consultivos del tratado antártico.

En tal sentido, el Perú desde el año 1988, ha realizado exitosamente 29 campañas científicas a la Antártida, en estos mas de 40 años como miembro del Tratado Antártico, consolidando de esta manera una presencia activa y permanente en el continente blanco, promoviendo el desarrollo de investigación científica y realizando el mantenimiento permanente de nuestra estación científica, hechos que reafirman el compromiso de nuestro país con la comunidad científica internacional y su visión de mantener a dicho continente como una zona de paz dedicada a la investigación.

En concordancia con ello, en el año 2014, dada la necesidad del Perú de contar con una plataforma que cuente con un equipamiento moderno, que permita un estudio mas amplio de los recursos de nuestro mar y la Antártida, la Marina de Guerra del Perú encargo la construcción en los astilleros Freire de la ciudad de Vigo - España, un Buque Oceanográfico con capacidad Polar, dotado de la mas alta tecnología, el B.A.P. "Carrasco", considerado la unidad científica mas moderna de la región y una de las mas modernas del mundo, el mismo que

fue lanzado al mar en el año 2017, efectuando desde dicho año, 5 exitosas campañas científicas.

El B.A.P. "Carrasco" es un laboratorio flotante con los más modernos equipos científicos e hidrográficos, así como laboratorios de primer nivel, condición que ha potenciado nuestra participación en proyectos de cooperación internacional y nacional en el marco del Tratado Antártico, así como en trabajos científicos en áreas marítimas de interés, que permitirán conocer mucho más de las potencialidades de nuestro mar, así como promover medidas sustentables que permitan el mejor uso y desarrollo sostenible de los recursos de nuestro mar, acorde con nuestra Política Nacional Marítima.



En el presente año se llevó a cabo la Vigésimo Novena Campaña del Perú a la Antártida ANTAR XXIX, la cual se inició el día 19 de enero, con el zarpe del B.A.P. "Carrasco" del puerto del Callao, la misma que tuvo una duración de 70 días y una permanencia en el continente blanco de 30 días, efectuando tanto tareas logísticas como científicas, habiendo recorrido un total de ocho mil quinientos cuarenta millas náuticas y retornando exitosamente al puerto del Callao el 29 de marzo del 2023.



## Objetivos de la campaña

- Efectuar el traslado del personal y material de la compañía de operaciones antárticas del ejército peruano para el mantenimiento de la ECAMP.
- Trasladar a los representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores y personal científico, brindando el máximo apoyo para el desarrollo de los trabajos considerados para la presente campaña, así como realizar el levantamiento de información oceanográfica en los puntos de monitoreo histórico del estrecho de Bransfield. (cruceo oceanográfico)
- Desarrollar tareas vinculadas con la denominada diplomacia científica y naval ante las instituciones científicas y autoridades donde se vaya a operar y asimismo constituirse como una embajada itinerante durante la recalada de la unidad en puerto extranjero.
- En coordinación con la Dirección de Información de la Marina, realizar una adecuada difusión de la campaña ANTAR XXIX, resaltando la importancia para la defensa de los intereses antárticos y la labor que desempeña la Institución.

Los expedicionarios antárticos estuvieron compuestos por 72 tripulantes de la Marina de Guerra del Perú, 20 miembros de la Compañía de Operaciones Antárticas del Ejército Peruano, 8 integrantes de la Fuerza Aérea, 8 científicos de diferentes universidades y 2 representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores, los cuales, previamente habían sido capacitados en temas vinculados con el Sistema del Tratado Antártico en el curso de operaciones antárticas desarrollado en el mes de octubre del año 2022, en la Dirección de Hidrografía y Navegación.

En cuanto al ámbito científico, se efectuaron cinco estudios a cargo de profesionales de la Universidad del Sagrado Corazón (UNIFE), la Universidad San Ignacio de Loyola (USIL) y la Universidad Científica del Sur (UCSUR), en temas relacionados con la evaluación de indicadores oceanográficos, me-



teorológicos y biológicos, teniendo especial atención en los micronutrientes y la posible presencia de micro plásticos en el ecosistema antártico, así como también, la evaluación de la oferta de micronutrientes en la dieta de los expedicionarios.

Por su parte, el personal de la Compañía de Operaciones Antárticas del Ejército Peruano efectuó el mantenimiento de la ECAMP y el personal de la Marina de Guerra desarrolló un cruceo oceanográfico en el estrecho de Bransfield y en la ensenada Mackellar, como parte del monitoreo histórico de las condiciones oceano meteoroló-

gicas en dicha área, así como el levantamiento de información batimétrica y topográfica de interés para la actualización de nuestra cartografía náutica.

Del mismo modo, durante la campaña, se efectuaron diversas visitas a las estaciones científicas de Brasil, Argentina, Ecuador, España, Polonia y Uruguay, compartiendo experiencias e información antártica de interés, así como en algunos casos de información relacionada a la construcción de sus nuevas bases científicas y efectuando las primeras coordinaciones que permitan desarrollar diversos trabajos conjuntos en la antártida. En ese



sentido, en el marco de la cooperación internacional se brindó el apoyo a las delegaciones de Ecuador y Polonia, con el traslado de sus delegaciones y personal científico hacia y desde sus respectivas estaciones científicas, los mismos que han enviado sus notas de agradecimiento.

Asimismo se efectuaron visitas protocolares en los puertos de Punta Arenas, Ushuaia y Valparaíso, difundiendo la importante labor científica que viene desarrollando el Perú y nuestro compromiso con la comunidad científica internacional, llevando por todos los puertos en la que recaló, la denominada diplomacia científica y naval, así como servir como embajada itinerante del Perú en cada uno de estos puertos, recibiendo a autoridades y a nuestros compatriotas, que con emoción y orgullo apreciaron las potencialidades con las que cuenta actualmente el Perú.

En esta oportunidad, a bordo del B.A.P. "Carrasco", se embarcaron dos periodistas de Frecuencia Latina, quienes difundieron los diversos trabajos que se llevaron a cabo, explicando al poblador peruano la importancia de la Antártida para nuestro país.

Es preciso mencionar que en el presente año, se cumplieron 35 años de la Primera Campaña Científica del Perú a la Antártida por lo cual se desarrolló una significativa ceremonia en la ECAMP y, se ha previsto en el mes de setiembre, realizar en nuestro país la XXXIX Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos (RAPAL), con la participación de Argentina, Chile, Uruguay, Brasil, Perú y Ecuador.





# Monitoreo de condiciones oceanográficas en la Antártida



Capitán de Corbeta Juan José Terry Guillén  
jterry@dhn.mil.pe



**A** bordo del Buque Oceanográfico B.A.P. “Carrasco”, se desarrollaron trabajos de monitoreo de las condiciones hidro-oceanográficas, en diferentes puntos, a lo largo del estrecho de Bransfield y la bahía Almirantazgo, donde no solo se obtuvieron datos hidrográficos, oceanográficos y meteorológicos que ayudaron a entender las condiciones climáticas actuales que presenta la Antártida y que suman a las investigaciones en el continente blanco, sino también permitió optimizar la capacidad y conocimiento del personal involucrado en el empleo de diferentes equipos como la Roseta Oceanográfica, Draga, Vehículo de Operación Remota (ROV), equipo de medición de Conductividad, Temperatura y Profundidad (CTD), Acoustic Doppler Current Profile (ADCP), Ecosonda Multihaz y Monohaz, entre otros: confirmando la alta capacidad y profesionalismo del personal, así como, el óptimo nivel de los equipos empleados, manteniéndose a la vanguardia tecnológica que demandan los estándares internacionales.

As part of the activities planned during the Twenty-ninth Antarctic Campaign - ANTAR XXIX, on board the Oceanographic Vessel B.A.P. “CARRASCO”, monitoring works of hydro-oceanographic and meteorological conditions were developed at different points along the Bransfield Strait and Almirantazgo Bay, where not only hydrographic, oceanographic and meteorological data were obtained that allow understanding the current climatic conditions that Antarctica presents and that add to the investigations in the white continent, also allowed optimizing the capacity and knowledge of the personnel involved in the use of different equipment, such as the Oceanographic Rosette, Dredger, Remote Operation Vehicle (ROV), Conductivity, Temperature and Depth (CTD) measurement equipment, Acoustic Doppler Current Profile (ADCP), Multibeam and Singlebeam Echosounder, among others: confirming the high capacity and professionalism of the staff, as well as the optimal level of the equipment used, staying at the technological forefront that international standards demand.

## Desarrollo del monitoreo

A lo largo del estrecho de Bransfield, se realizaron 15 estaciones de monitoreo oceanográfico, agrupadas en 5 líneas (figura 1), en donde la profundidad promedio variaba entre los 400 y 600 m en las zonas más próximas al continente antártico, y entre 700 y 1,200 m frente a la zona peninsular, empleando en estos puntos de monitoreo la Roseta Oceanográfica (figura 2), dotada de 24 botellas Niskin y un CTD en la parte inferior de la roseta, obteniendo perfiles de temperatura, salinidad, conductividad, densidad y oxígeno disuelto en la columna de agua hasta los 1,000 m de profundidad, tomando también muestras de agua a los 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 700 y 1,000 m de profundidad, las cuales fueron destinadas para la determinación correspondiente de oxígeno disuelto, nutrientes y pH. Asimismo, a lo largo de la derrota trazada, durante el monitoreo antes mencionado, se empleó el equipo ADCP, perfilador de corriente Doppler que permitió obtener datos de corrientes a diferentes profundidades, logrando tener mayor detalle del área de estudio.

Este tipo de monitoreo, se viene desarrollando hace más de 20 años en la zona, empleando diferentes equipos, cada vez con una mejor tecnología, capacitación y experiencia del personal que lo desarrolla, lo cual no solo ha permitido actualizar las características océano-meteorológicas que presenta el estrecho de Bransfield, así como su batimetría y climatología en general, sino que también ha permitido elaborar una estadística anual que permita saber cuál es la variabilidad que se ha presentado en los últimos 5, 10 y 20 años, permitiendo un mayor análisis y una investigación relacionada a los posibles factores que hayan podido afectar estas condiciones a lo largo de los años.

Con respecto a los valores de temperatura que se presentaron en estas estaciones oceanográficas, la Temperatura Superficial de Mar (TSM) fluctuó entre -0,16 y 2,01 °C,



Figura 1. Derrota establecida que comprende 5 líneas oceanográficas y 15 puntos de monitoreo oceanográfico a lo largo del estrecho de Bransfield.



Figura 2. Despliegue de Roseta Oceanográfica, conteniendo 24 botellas Niskin y un CTD en la parte inferior, desde el hangar CTD del B.A.P "Carrasco".

teniendo un promedio  $1,35\text{ }^{\circ}\text{C}$  a lo largo del estrecho de Bransfield. De esta información, se concluyó que la temperatura más baja ( $-0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) se presentó próxima al Continente Antártico, frente a isla D'urville, considerada la más septentrional del grupo de islas Joinville, ubicada al norte; probablemente asociada a las aguas frías que llegan desde el mar de Weddell. Sin embargo, la temperatura superficial más elevada ( $2,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) se registró en la zona próxima a la isla Decepción, isla volcánica que se encuentra entre el archipiélago de las islas Shetland del Sur y la península Antártica, presentando así condiciones similares a las descritas por Soldi et al. 1988. En líneas generales, la TSM promedio en la zona próxima al continente antártico es menor ( $0,43\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que las que se presentan próximas a la zona peninsular, en donde alcanza temperaturas promedio de  $1,81\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Por otro lado, en lo que respecta a la salinidad, los valores superficiales (hasta los 10 m de profundidad) en el estrecho de Bransfield presentaron valores entre 33,9 y 34,4 ups., mostrando una tendencia inversa al de la TSM, presentando concentraciones salinas que aumentan en zonas próximas al continente antártico, obteniéndose concentraciones mayores frente a las islas Astrolabio, ubicada al noroeste de la península Trinidad, y D'urville; y los valores menores (menos salinos) se hallaron próximos a la zona peninsular, lo cual está directamente asociada a las obtenidas, previamente expuestas, presentando también condiciones similares a las descritas por Vásquez L, Tenorio J. 2016.

Finalmente, en adición, se desarrollaron trabajos de muestreo de agua superficial en las ensenadas Escurra, Martell, Mackellar y frente a la isla Decepción; así como, trabajos de exploración del fondo oceánico empleando un vehículo de operación remota - ROV (figura 3), a diferentes profundidades; y muestreo de sedimentos del fondo marino (figura 4), ambos trabajos en la ensenada Mackellar (figura 5), dentro de la bahía Almirantazgo.



Figura 3. Despliegue del ROV por el personal encargado del monitoreo y exploración del fondo oceánico.



Figura 4. Toma de muestra de sedimentos del fondo marino obtenidas con draga, a bordo del B.A.P. "Carrasco", en la ensenada Mackellar.



Figura 5. B.A.P "Carrasco" desarrolla trabajos de investigación en la ensenada Mackellar.

## Conclusiones e importancia del monitoreo

El estrecho de Bransfield presentó dos áreas con características contrarias entre sí, pues en la zona próxima al área peninsular, islas Shetland del sur, la temperatura presentada es más elevada y, a la vez, menos salina que la zona próxima al continente antártico, donde la predominancia de estos valores son contrarios, presentando temperaturas más frías y concentraciones salinas más elevadas.

Es importante resaltar la importancia y especial relevancia que tienen los trabajos de investigación que se desarrollan campaña a campaña en el continente antártico, pues los fenómenos oceanográficos, atmosféricos y climáticos se relacionan con los que acontecen frente a las costas de nuestro país, considerando que ambos sistemas interactúan constantemente y tienen relevancia en el comportamiento y características de la corriente de Humboldt, también conocida como corriente peruana, la cual es la corriente de agua fría más importante del mundo, que origina el ascenso de aguas profundas en las costas occidentales de América del Sur. Se debe tener en cuenta que esta corriente cuenta con un ecosistema de afloramiento particular y es mucho más eficiente en términos de producción de peces que otros grandes ecosistemas de afloramiento del mundo, como los sistemas de California, de Canarias y de Benguela (Chávez et al. 2008). En ello recae la especial importancia del estudio de estas condiciones oceanográficas y meteorológicas.

Asimismo, estos estudios y los resultados que de ellos decalen son de suma importancia para la comunidad científica internacional, no solo porque suman al desarrollo

de proyectos de investigación que, año a año desarrollan de manera conjunta con nuestros profesionales, o de forma independiente; si no, porque permite evaluar constantemente el clima global, su variabilidad y como es que el cambio climático que hoy se presenta puede afectar a los ecosistemas a nivel mundial.

Finalmente, es importante rescatar que, todas las actividades y trabajos que nuestro país desarrolla en el continente Antártico, en la investigación y la ciencia, reafirma nuestro compromiso de colaboración y consolida nuestra presencia como Miembro Consultivo del Tratado Antártico, la cual, desde hace 35 años viene impulsando diversos estudios en la zona, la cual continuará en beneficio del planeta.

## Bibliografía

- Chávez F.P., Bertrand A., Guevara-Carrasco R., Soler P. & Csirke J. 2008. The northern Humboldt Current System: brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, 79, 95-105.
- Soldi H, Laos G, Morón O, Conopuma C. 1988. Condiciones oceanográficas en el Estrecho de Bransfield durante el verano de 1988. *Informe Científico de la Primera Expedición Peruana a la Antártida*, pp. 7-46.
- Vásquez L, Tenorio J. 2016. Oceanografía física y observación de las condiciones ambientales del estrecho de Bransfield y alrededores de la isla Elefante. *Bol Inst Mar Perú*. 31(2): 153-160.



# Señalización náutica en el territorio antártico



Alferez de Fragata Valeria López-Torres Trelles  
vlopeztorres@dhn.mil.pe



Debido a que este año se ha cumplido 35 años de operaciones antárticas peruanas, se ha propuesto la implementación de una ayuda a la navegación en el territorio antártico peruano, que mejorará la seguridad en la navegación dentro de la bahía Almirantazgo, y resaltaré la posición de la estación científica antártica peruana “Machu Picchu”.

Due to the fact that 35 years of Peruvian Antarctic operations have been completed this year, the implementation of an aid to navigation in the Peruvian Antarctic territory is proposed, which will improve safety in navigation within the Almirantazgo Bay, and will highlight the position of the Peruvian Antarctic scientific station “Machu Picchu”.

El Tratado Antártico es un acuerdo internacional que regula cualquier actividad que, los países miembros, desarrollan en el continente blanco, el cual tiene como misión principal preservar la Antártida como zona de paz y fomentar la cooperación internacional en el campo de la investigación científica. El 10 de abril de 1981 el Perú se adhirió como miembro consultivo del mencionado tratado, teniendo voz y voto para los acuerdos que se requieran.

En tal sentido, y con la finalidad de que el Perú continúe desarrollando campañas de investigación antártica de forma anual, como miembro consultivo de dicho tratado, es imperativo velar por la seguridad en la navegación del B.A.P. "Carrasco" cada vez que recalca en la estación científica, durante el verano austral.

La ECAMP se encuentra en la isla Rey Jorge, dentro de la bahía Almirantazgo, la cual, mide 4 millas náuticas de ancho, es profunda hasta muy cerca de la costa, por lo que es difícil encontrar lugares apropiados para el fondeo de embarcaciones. Su perfil costero está constituido por glaciaros y acantilados de hielo. Al interior de la bahía se forman 3 ensenadas: Ezcurrea, Martell y Mackellar, donde se hallan los únicos fondeaderos recomendados.

Para llevar una navegación segura se requiere de cartografía apropiada y actualizada y señalización náutica en la zona. La cartografía permite mantener la ubicación en el espacio a lo largo de una navegación, conocer los accidentes geográficos, profundidades, características de la costa, balizamiento y otros elementos de ayuda a la navegación. Por otro lado, la señalización náutica según la IALA es un dispositivo visual, acústico o radioeléctrico destinado a garantizar la seguridad de la navegación y, a facilitar sus movimientos. Siendo la Dirección de Hidrografía y Navegación, órgano responsable de la señalización náutica en el territorio peruano, se ha realizado un análisis de las señales náuticas de las estaciones antárticas dentro de la isla Rey Jorge, que nos permita identificar su importancia y funcionalidad.



Figura 1. Baliza ubicada en la Estación Antártica Comandante Ferraz.



Figura 2. Boya de olas con paneles solares.



Figura 3. Baliza "Punta Thomas"

## Desarrollo de la propuesta

Durante la campaña ANTAR XXIX, como parte de las actividades dirigidas a fomentar la diplomacia científica, se visitaron bases en la isla Rey Jorge, pertenecientes a los países de Brasil, Argentina y Polonia. En dichas bases se efectuó la recolección de información acerca de la señalización náutica que tienen implementada. Conforme a la información obtenida, se pudo constatar que dichas ayudas a la navegación cuentan con las siguientes características:

En la estación antártica comandante Ferraz de Brasil, ubicada en la ensenada Martell, la Armada de Brasil ha implementado una baliza luminosa en lo alto de una de sus construcciones de alcance de 10 millas náuticas (figura 1), con la intención de servir de guía a las embarcaciones que ingresan a la ensenada Martell. Por otro lado, y apoyando el área de la investigación científica, han colocado una boya océano meteorológica y otra de olas con paneles solares (figura 2), en la intersección de la ensenada Mackellar y Martell. Esta boya es temporal, es decir que la retiran al momento de cambio de estación a invierno austral.

En la estación antártica polaca "Henryk Arctowski", ubicada en el lado oeste de la bahía Almirantazgo se encuentra Punta Thomas, ahí cuentan con una baliza luminosa denominada: "Punta Thomas" (figura 3), colocada con la intención de buscar la seguridad en la navegación de diferentes embarcaciones que navegaban hacia su base, ya sea por abastecimiento logístico, investigaciones o turismo.

En la caleta Potter se encuentra un faro de 7 m de alto a cargo de la base antártica argentina, "Carlini", con bandas horizontales rojas y amarillas, que reciben energía a través de paneles solares.

La base Machu Picchu, hasta la fecha, a diferencia de los demás países dentro de la bahía Almirantazgo, no cuenta con señalización náutica apropiada que brinde seguridad en la bahía, a pesar de que, navegar

en un área resguardada, no suena un trabajo complicado, los factores de viento y glaciares dentro de la zona hacen de la entrada un trayecto más complejo

## Conclusiones

En cuanto a la señalización náutica, las bases permanentes son las que han empezado a implementarlas, principalmente, en zonas donde existe tránsito de embarcaciones científicas y turísticas, estas señales náuticas son algunas de las cuales rescatan la presencia de los países en el área de influencia de sus bases.

Por este motivo y, en base a toda la información recolectada a lo largo de la campaña se recomienda la implementación de un tipo de señal náutica que apoye al ingreso de embarcaciones en la bahía Almirantazgo, así como la identificación de la base Machu Picchu.

En tal sentido, se propone la construcción de una nueva señal náutica que tenga la función de brindar seguridad en la navegación en la zona donde se encuentra la ECAMP. La propuesta se basaría en: un farolete con un sistema AIS AtoN, el primero, cumpliría la función de marcar una ubicación, servir como ayuda a la navegación e identificar un punto importante en la bahía, como lo podría ser roca Sharman, que se encuentra en el lado Sur de la base Machu Picchu. El sistema AIS AtoN serviría como ayuda a la navegación para las embarcaciones que naveguen dentro de la ensenada Mackellar y, desde el ingreso a la bahía, pudiendo visualizar en su carta electrónica la posición de una base científica peruana en la Antártida, junto a diferentes características que se desee mostrar.

Clasificación de equipos:

FAROLETE	
Linterna marina autocontenida	Material de bronce, alcance 10 millas náuticas.
Color de luz	Rojo
Características de la estructura (Castillete)	- Bronce - 6 m de altura - Estructura triangular.
Sistema de alimentación de energía	Banco de baterías primarias 12VDC 1000Ah
Coordenadas geográficas	62° 05'29.527" S- 58°28'12.385"

AIS AtoN	
Tipo	Tipo 3 (Transmisión aleatoria)
Antenas	VHF Y GPS
Potencia de transmisión VHF	12.5 Watts
Grado de estanqueidad	IP-67
Contenido de mensaje 21	Transmisión de datos de identificación y posicionamiento
Contenido de mensaje 6	Transmisión de datos de monitoreo de linterna marina

De acuerdo a lo evidenciado en la presente artículo, diferentes países con bases ubicadas en la bahía Almirantazgo, instalan señales náuticas de ayuda a la navegación o apoyo a investigaciones científicas; implementar una nueva señal por parte de nuestro país y a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación, contribuiría como una ayuda más a todas las embarcaciones que transiten hacia la ensenada Mackellar y sería un punto a considerar en las observaciones futuras que se realicen en las reuniones consultivas del Tratado Antártico, por lo tanto se puede concluir que, la implementación de señalización náutica es un proyecto viable, semejante a los descritos en bases extranjeras, las cuales en la actualidad cumplen sus funciones sin ningún problema considerable.

## Bibliografía

- DIHIDRONAV (2020) Señalización Náutica. <https://www.dhn.mil.pe/portal/senalizacion-nautica>
- DIHIDRONAV (2020) Portal. Recuperado <https://www.dhn.mil.pe/portal/mision-vision>
- Plataforma digital única del Estado Peruano (2021)
- El Perú en la Antártida Recuperado: <https://www.gob.pe/institucion/embajada-del-peru-en-irlanda/campa%C3%B1as/2750-el-peru-en-la-antartida>
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (2015) 3era edición. Derrotero de la Costa de Chile -Volumen VI
- UK Hydrographic Office (2019) Sailing Directions. 9na edición
- Servicio de Hidrografía Naval, Republica de Argentina (2020) Derrotero argentino 7ma edición.

# Corrientes Marinas

## en el trayecto Perú-Antártida y alrededor de las islas Shetland del Sur



Ingeniero Roberto Chauca Hoyos  
rchauca@dhn.mil.pe



Ingeniera Rina Gabriel Valverde  
rgabriel@dhn.mil.pe

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV) participó en la expedición Antártica XXVIII (diciembre 2021 a febrero 2022), la cual permitió registrar información de corrientes marinas de la columna de agua hasta los 1000 m de profundidad. La información se registró mediante un ADCP de 38 KHz instalado en el B.A.P. "Carrasco" desde la costa central de Perú hasta la región Antártica. Las corrientes marinas entre Perú y Chile mostraron flujos hacia el sur de hasta 30 cm/s entre los 30 y 300 m de profundidad, a 60 millas náuticas de la costa. En el "Paso Drake" la Corriente Circumpolar Antártica presentó velocidades intensas de hasta 80 cm/s, entre el Frente Subantártico y el Frente Polar. En la zona norte del Estrecho de Bransfield, se registraron velocidades de hasta 50 cm/s alcanzado los 100 m de profundidad y 15 cm/s hasta los 600 m.

The Directorate of Hydrography and Navigation of the Peruvian Navy (DIHIDRONAV) participated in the XXVIII Antarctic expedition (December 2021 to February 2022), which allowed recording information of marine currents in the water column up to 1000 m depth. The information was recorded by means of a 38 KHz ADCP installed in the B.A.P. "Carrasco" from the central coast of Peru to the Antarctic region. The sea currents between Peru and Chile showed southward flows of up to 30 cm/s between 30 and 300 m depth, 60 nautical miles from the coast. In the Drake Passage, the Antarctic Circumpolar Current showed intense velocities of up to 80 cm/s, between the Subantarctic Front and the Polar Front. In the northern part of the Bransfield Strait, velocities of up to 50 cm/s were recorded up to 100 m depth and 15 cm/s up to 600 m depth.



La DIHIDRONAV ha participado en las tres últimas expediciones antárticas (XXVI 2018-2019, XXVII 2019-2020 y XXVIII 2021-2022) con el proyecto “Estudio de la circulación oceánica en el Estrecho de Bransfield y alrededor de las islas Shetland del Sur y su conexión frente a la costa peruana y el fenómeno El Niño y La Niña”.

En la última campaña, desde el 30 de diciembre del 2021 hasta el 6 de febrero del 2022, se levantó información de corrientes marinas hasta 1000 m de profundidad, en tres trayectos: Callao-Perú (12°S) - Ancud-Chile (41°S), Paso Drake y alrededor de las islas Shetland del Sur (región Antártica). La información se obtuvo a través de un ADCP de 38KHz que se ubica en la quilla del B.A.P. “Carrasco”. Los datos son promediados cada media hora, considerando un control de calidad del percentil de 90.

Conocer la circulación marina en el Pacífico suroriental y Antártida es importante porque con los datos de mediciones *in situ* se ha contribuido a cubrir un vacío de conocimiento existente, en particular en el trayecto de Perú hacia la Antártida, en particular en el Paso Drake.

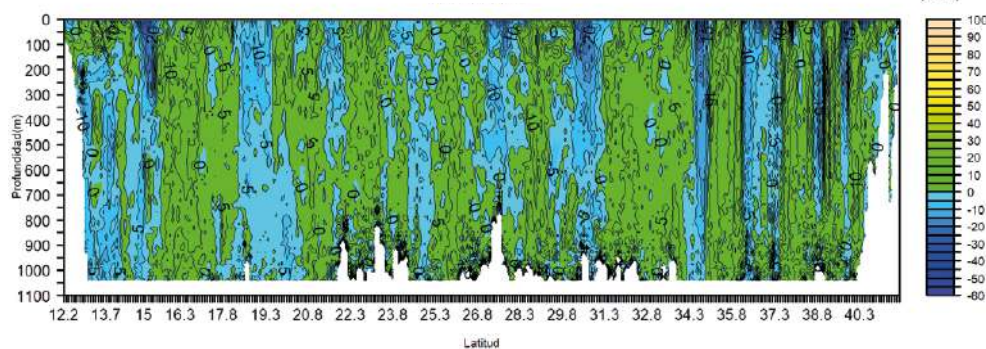
### Resultados

En el recorrido de Perú a Chile, entre Callao y Pisco, (dentro de las 60 millas náuticas) se identificó flujos hacia el sur relativamente fuertes de hasta 30 cm/s, con alcance hasta 300 m de profundidad; este flujo estaría asociado a la Corriente Subsuperficial de Perú-Chile (PCUC, siglas en inglés) (Chaigneau et al., 2013); por debajo de este flujo la velocidad disminuyó hasta 10 cm/s, entre los 400 m y 1000 m de profundidad. A mayores latitudes y mayor distancia de costa predominaron flujos hacia el norte con velocidades del orden de 5 cm/s a 15 cm/s; con algunas zonas donde la presencia de flujos hacia el sur se encontró con velocidades de hasta 20 cm/s, esto estaría relacionado con la confluencia de la contracorriente Perú-Chile. Entre 35.8°S hasta los 40°S los flujos predominaron hacia el sur e intensos, de hasta 30 cm/s, lo que asociaría a la zona de inicio de la corriente del Cabo de Hornos (figura 1).

En el Paso Drake la velocidad de la Corriente Circumpolar Antártica (ACC, siglas en inglés) los flujos fueron



a) Componente U



b) Componente V

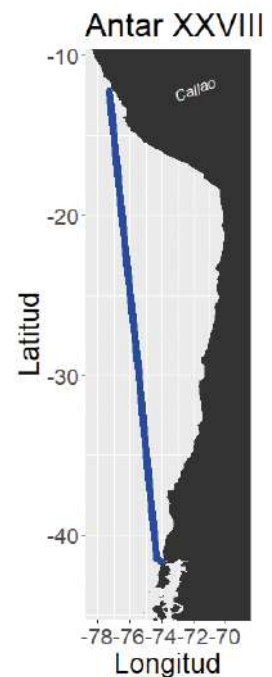
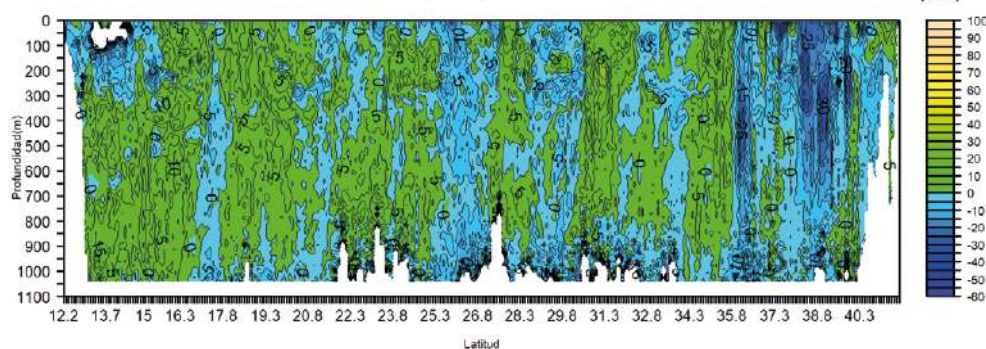
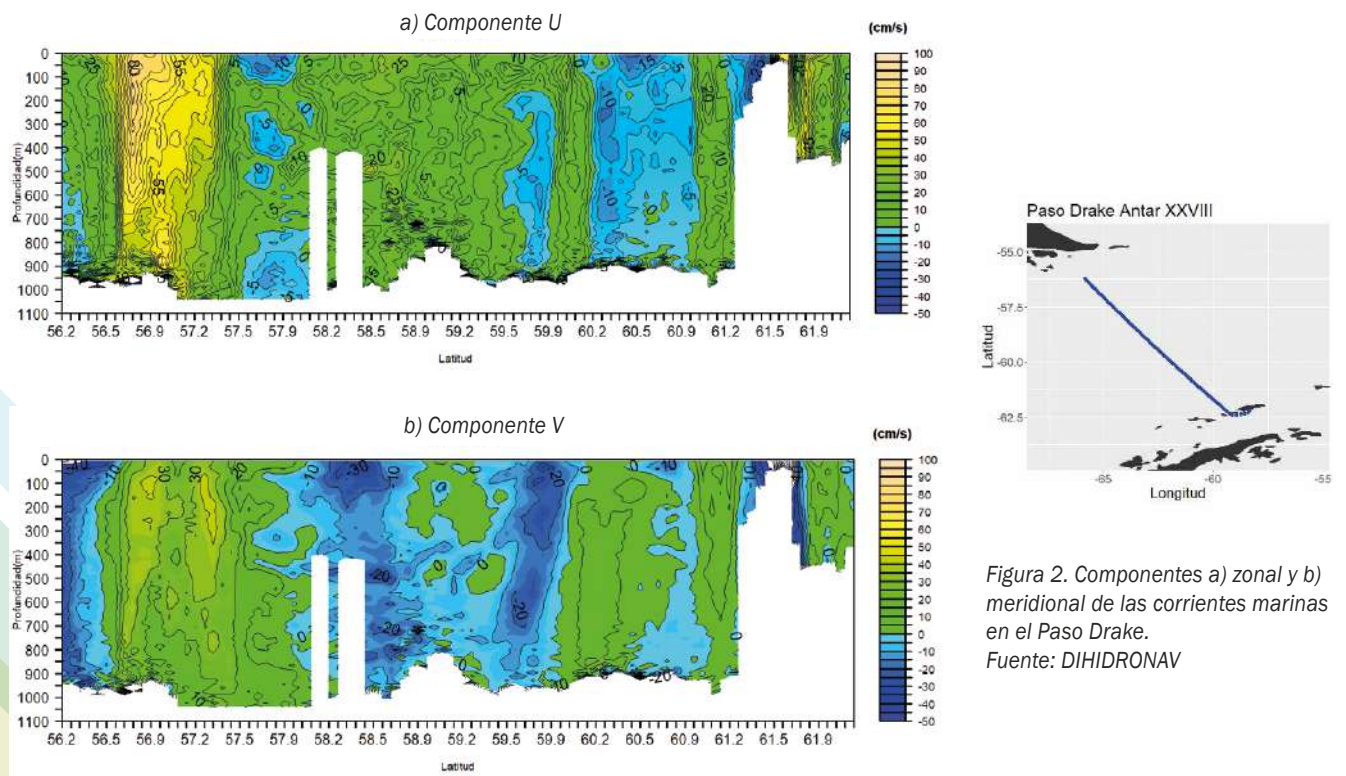


Figura 1. Componentes a) zonal y b) meridional de las corrientes marinas de Perú a Chile. Fuente: DIHIDRONAV.



variables en velocidades, del orden de 10 cm/s a 80 cm/s. Las mayores intensidades (>60 cm/s) se identificó hasta los 600 m de profundidad, entre los meridianos 56.4°S y 57°S (zona norte del Paso Drake), región que estaría entre los límites del Frente Subantártico (FSA) y el Frente Polar (FP) (Carter et al.,2008); en tanto que, por debajo de los 600 m la intensidad dismi-

nuye gradualmente hasta 10 cm/s, cerca de los 900 m de profundidad. En la zona centro la intensidad de los flujos disminuye, en el orden de 10 a 20 cm/s y dirección Este, en toda la columna de agua. En la zona sur la intensidad varía alrededor de 10 cm/s con dirección Oeste hasta los 900 m de profundidad, cerca de los 60°S y del noreste en 61°S [figura 2].



En la zona norte de las islas Shetland del Sur (ISS), sobre la plataforma las corrientes presentaron dirección suroeste con velocidades menores de 20 cm/s.

Las corrientes marinas al norte de las ISS predominan con flujos hacia el noreste hasta los 600 m de profundidad, asociado a la ACC, con velocidades de 10 cm/s a 40 cm/s a 24 m de profundidad, siendo menores a mayor profundidad, mientras que, sobre la plataforma las corrientes presentaron dirección suroeste hasta velocidades de 25 cm/s. En la salida del estrecho de Gerlache, la corriente es hacia el norte con velocidades de 40 cm/s en superficie y 10 cm/s a 100 m de profundidad; por debajo de esta profundidad cambia hacia el sur con velocidades menores de 15 cm/s. Al sur de las ISS se registró la Corriente de Bransfield (BC, siglas en inglés), predominando con dirección Noreste, asociado a velocidades de 50 cm/s hasta los 100 m de profundidad (Zhou et al., 2006); en tanto que, por debajo hasta los 600 m la velocidad disminuyó de 10 cm/s a 15 cm/s. En la zona sur del estrecho Bransfield la dirección de la corriente es inversa, es decir hacia el oeste y con velocidad menor de 15 cm/s (figura 3). Al norte de las islas Elefante la corriente predominó hacia noreste y este, con velocidades menores de 40 cm/s a nivel superficial, disminuyendo hasta 20 cm/s a profundidades cercanas de 600 m.

## Conclusiones

La corriente marina medidas *in situ* en el trayecto de Perú a Chile, presentaron flujos hacia el sur asociado a la PCUC sobre la plataforma, mientras que entre 400 y 1000 m se observó flujos hacia el norte posiblemente asociada a la Corriente profunda Perú-Chile. Al sur de 36°S se encontraron flujos hacia el sur, con velocidad de hasta 30 cm/s, hasta los 700 m de profundidad que estaría asociada a la Corriente de Cabo de Hornos.

En el Paso Drake, el flujo hacia el este más intenso de la ACC se encuentra en la zona norte entre el FSA y FP, y hasta los 1000 m de profundidad, con velocidad de 80 cm/s sobre los 500 m de profundidad.

En el estrecho Bransfield la BC predomina hacia el noreste, paralelo a las islas, con velocidad hasta 50 cm/s en los primeros 100 m de superficie, disminuyendo a mayor profundidad hasta alcanzar 15 cm/s cerca de los 600 m. En la zona sur del estrecho los flujos son hacia el oeste con velocidad menor de 20 cm/s, dentro de la capa superficial; en tanto que, cerca de los 600 m la velocidad predominó con valores de 10 cm/s, debido a la influencia del Mar de Weddell.

Al norte de las islas Elefante la corriente predominó con dirección Noreste y Este propias de la ACC hasta los 600 m de profundidad. En tanto que en la zona sur se observaron flujos hacia el estrecho Bransfield propias del Mar de Weddell.

## Bibliografía

- Carter, L., McCave, I. N. & Williams, M. J. M. Chapter 4 Circulation and Water Masses of the Southern Ocean: A Review. in Antarctic Climate Evolution (eds. Florindo, F. & Siegert, M. B. T.-D. in E. and E. S.) 8, 85–114 (Elsevier, 2008).
- Chaigneau, A., Dominguez, N., Eldin, G., Vasquez, L., Flores, R., Grados, C., Echevin, V., 2013. Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data. J. Geophys. Res. Oceans 118. <http://dx.doi.org/10.1002/jgrc.20328>.
- Sangrà, Pablo & Gordo, Carmen & Hernández-Arencibia, Mónica & Marrero-Díaz, A. & Rodríguez-Santana, Angel & Stegner, Alexandre & Martínez-Marrero, Antonio & Pelegrí, Josep & Pichon, Thierry. (2011). The Bransfield Current System. Deep Sea Research Part I Oceanographic Research Papers. 58. 390-402. 10.1016/j.dsr.2011.01.011.

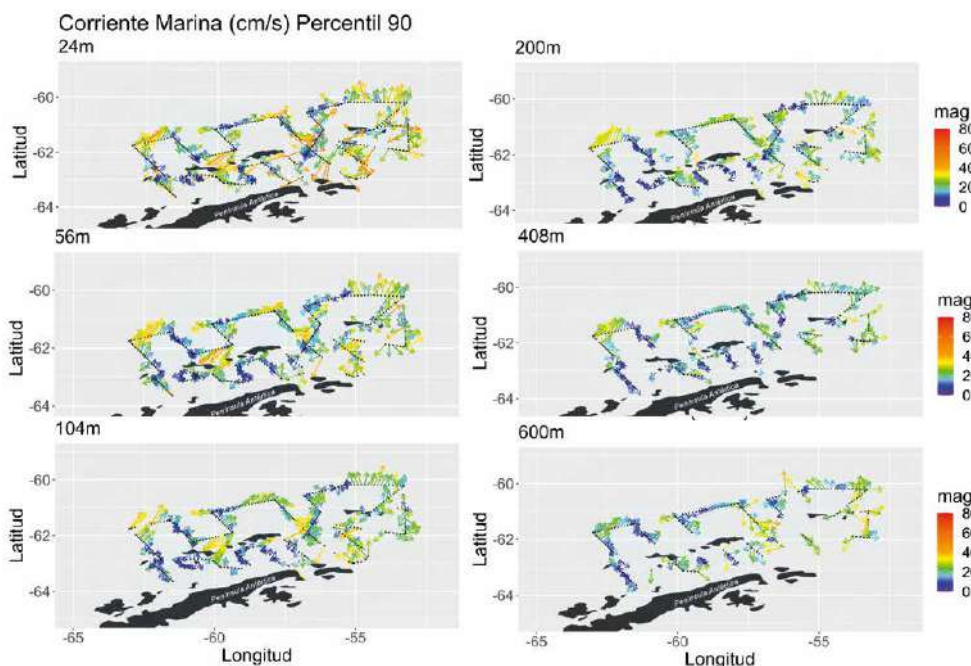


Figura 3. Distribución de las corrientes marinas por profundidades alrededor de las islas Shetland del Sur e isla Elefante. Fuente: DIHIDRONAV. En la zona norte de las islas Shetland del Sur (ISS) sobre la plataforma las corrientes presentaron dirección suroeste con velocidades menores de 20 cm/s.

# COMPROMETIDOS CON TU PROYECTO



## ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

- Determinación de línea de más alta marea
- Topografía, Geodesia y Fotogrametría
- Batimetría y medición de olas y corrientes
- Medición de dirección y velocidad de vientos
- Toma de muestras de fondo marino
- Imágenes del fondo marino con Side Scan Sonar

## INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

- Evaluación Ambiental Preliminar - EVAP
- Declaración de Impacto Ambiental - DIA
- Estudios de Impacto Ambiental Semi Detallado - EIAsd
- Estudios de Impacto Ambiental Detallado - EIAd
- Programa de Adecuación y Manejo Ambiental - PAMA
- Informe Técnico Sustentatorio - ITS



Teléfonos:  
017700438 - 980524806 - 961505975

Correo:  
administración@ipromage.com

Dirección:  
Av. Circunvalación Golf Los Incas N°206  
Torre III, Of. 602B - Santiago de Surco - Lima



# Integración de datos geoespaciales para visualización en 3D del medio ambiente marino



Ingeniera Geraldine M. Palacios Torres  
geripaltor@gmail.com



Los oceanógrafos, están obligados a gestionar diferentes formatos de archivos de datos que complican, consumen tiempo y recursos. Por lo tanto, existe la necesidad de integrar datos en interfaces de diferentes dispositivos y software, especialmente cuando se necesita procesar información de manera rápida en áreas remotas sin acceso a Internet. La visión, percepción y comprensión del medio ambiente marino como una sola entidad, busca proponer a través de una innovadora técnica de mapeo en 3D, un papel clave en el estudio del océano, la protección de los hábitats marinos y el aumento de la alfabetización oceánica. Para ello, se han integrado datos geoespaciales de la superficie, columna de agua y fondo marino, gracias a un enfoque multidisciplinario y técnicas de armonización, utilizando Matlab 2021b.

As ocean scientists we are required to manage different data file formats that if analysed in a conventional approach, complicates and consumes time and resources. Therefore, there is a need for the integration of data from interfaces of different devices and software, especially when there is a need to process data rapidly in remote areas with no internet access. The vision, perception and understanding of the marine environment as a single entity is what is proposed through an innovative 3D mapping technique. This mapping plays a key role in the study of our ocean, the protection of marine habitats and the increase of ocean literacy. In order to achieve so, geospatial data of the sea surface, water column and seabed have been integrated using Matlab 2021b, thanks to a multidisciplinary approach and harmonization techniques.

Dentro del campo de estudio de los oceanógrafos, la geología del fondo marino, la tectónica de placas, los procesos de las cuencas oceánicas, los ecosistemas marinos, la circulación de las corrientes y las propiedades físico-biogeoquímicas de las masas de agua. Aunque estas masas no puedan considerarse cuerpos rígidos porque se mueven fácilmente por acción de las fuerzas del entorno, los científicos idean una “caja imaginaria” para delimitar el área de modo que las condiciones específicas puedan determinar las características y el comportamiento de las masas de agua contenidas en su interior, así como también la interacción del océano con el fondo marino y la atmósfera.

Debido a la diversidad de investigación, se utilizan múltiples instrumentos para medir parámetros físicos, químicos, biológicos y geológicos. El sensor de cada instrumento ha sido construido para realizar una función específica: generalmente está equipado con su propio software y exporta los datos en un formato de archivo específico.

Según la NOAA<sup>1</sup>, la gestión de datos es alrededor del 30% del trabajo de un oceanógrafo. La gestión de una amplia gama de formatos de archivo requiere que los conjuntos de datos se procesen individualmente y se analicen por separado. Este enfoque convencional consume tiempo y recursos, pero un enfoque rápido y general es clave al analizar y estudiar un área. Por lo tanto, existe una necesidad de una nueva forma de visualización que ayude en el análisis integral de todos los elementos de esta caja imaginaria: un mapeo en 3D desde la superficie hasta el fondo marino. Es crucial integrar mediciones *in situ* y de teledetección para proporcionar un mapeo integrado del área de estudio como un solo producto. Para lograr este objetivo es esencial optimizar el proceso estandarizando los formatos de archivo para que todos los datos puedan converger en una representación 3D completa de los elementos que componen el océano: superficie del mar, columna de agua y fondo marino. Así, estamos convencidos de que la unificación de distintos datos geoespaciales será de gran ayuda para los oceanógrafos a la hora de analizar sus propias “cajas imaginarias”.

### Antecedentes

El océano ocupa las tres cuartas partes de nuestro planeta, logrando que se vuelva habitable, al producir oxígeno, sustentar una gran diversidad de vida y ecosistemas, así como tiene una gran influencia en el tiempo y el clima. Por la alta capacidad calorífica del agua, es nuestro regulador climático: transporta el calor desde los trópicos hasta las regiones polares. Al océano tam-

bién se le conoce como un depósito de carbono, ya que lo absorbe, almacena y libera en diversas áreas, regulando la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y es el hábitat de diversas especies y nos proporcionan recursos alimentarios y de recreación. (Sverdrup & Armbrust, 2009)

Aún, no hemos podido explorar sus profundidades y, más del 80% aún falta ser estudiado, por lo cual, el objetivo del Proyecto de fondo marino de la Fundación GEBCO<sup>2</sup>-Nippon es producir un mapa definitivo del fondo marino para el 2030. La presión en el océano aumenta a medida que la profundidad se incrementa, la luz penetra solo hasta 200 o 250 m y las condiciones del medio marino pueden cambiar rápidamente, como por ejemplo: corrientes y movimientos de masas de agua (Sverdrup & Armbrust, 2009). Tales condiciones, la complejidad del medio marino y los procesos que en él ocurren complican la exploración del océano y, este misterio contribuye al mito de que el océano puede ser inalcanzable.

La oceanografía y la hidrografía juegan un papel clave para cambiar esta narrativa. La hidrografía se define como la rama de las ciencias aplicadas que se ocupa de la medición y descripción física de las masas de agua, y la predicción de sus variaciones a lo largo del tiempo (OHI, 2021). En tanto, la oceanografía ofrece la interpretación de los fenómenos observados. Ambas ciencias son mutuamente dependientes y forman parte de un enfoque holístico que busca un análisis integral del océano. Sin embargo, existe una sutil diferencia entre “integrado” e “integración” de datos geoespaciales. La integración implica que los datos se analizan individualmente y luego se ensamblan en un todo, mientras que los datos “integrados” se refieren al enfoque holístico de analizar el producto final como una sola entidad unificada y combinada.

### Diacronía vs Sincronía

Para realizar un enfoque ‘integrado’ es esencial tener en cuenta la diferencia en el tiempo y el espacio de los datos geoespaciales. Dependiendo de la región de estudio, las condiciones pueden variar ligera o drásticamente, después de cierto tiempo. Por ejemplo, las mareas en Fundy Bay, Canadá, pueden alcanzar más de 15 m de altura en un promedio de 6 horas, trayendo consigo animales marinos, sedimentos y arrastre de aguas. Este caso podría considerarse un evento diacrónico porque se desarrolla a lo largo del tiempo. En otras áreas, como las zonas polares, las mediciones se pueden considerar contemporáneas y simultáneas entre sí. Este caso es un evento sincrónico. Esto se debe a que un entorno polar es relativamente uniforme a lo largo de sus estaciones.

<sup>1</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica del Gobierno de los Estados Unidos de América).

<sup>2</sup> The General Bathymetric Chart of the Oceans (Carta Batimétrica General de los Océanos)

Es importante comprender, el concepto de datos geoespaciales sincrónicos y diacrónicos, cuando se procesan los datos brutos obtenidos de las mediciones del estudio.

En general, los objetivos principales del mapeo en 3D son:

- Identificar diferentes tipos de datos sincrónicos
- Estandarizar formatos de archivos
- Integrar las distintas capas de los conjuntos de datos procesados

Por último, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) ha definido tres objetivos principales: (i) la delimitación de las fronteras marinas, (ii) realizar y promover la investigación científica y (iii) el desarrollo y la transferencia de tecnologías marinas (CONVEMAR, 1982). Estos objetivos están alineados con el concepto de datos geoespaciales hidroceanográficos, integrados como se describe en los estándares S100 de la OHI. Por lo tanto, un mapeo 3D integrado del entorno marino facilitará la comprensión y apreciación de nuestro océano.

### Procesamiento de datos

La campaña HIGHNORTH'21<sup>3</sup> empleó diversos instrumentos: un ecosonda Multihaz Kongsberg, un CTD SeaBird 911, un Termosalinógrafo SBE 45 MicroTSG, y obtuvo imágenes satelitales del Sentinel 1 y del radar COSMOSKYmed. La singularidad de este mapeo 3D, se basa en el hecho de que cada dato está en una dimensión diferente; y para que cada dato se integre al mapeo final, era necesario hacer que los datos encajaran en las 3 dimensiones elegidas: latitud, longitud y profundidad. Además, los archivos de datos sin procesar tienen diversos formatos de archivo entre sí; por lo tanto, era fundamental estandarizar los formatos de archivo para unificar y visualizar los datos.

### Producto final

El mapeo final en 3D fue hecho en Matlab 2021b e incluye datos de batimetría, retrodispersión acústica del suelo y columna de agua, cualquiera de los parámetros del CTD (fluorescencia, salinidad o temperatura), y una imagen satelital proyectada en la superficie.

	Instrumento	Datos	Archivos
Fondo Marino	Multihaz	Batimetría	raw data -> .all
		Retrodispersión acústica	raster -> .csar .tiff
	Corers	sedimentos	.txt
		hielo	
Columna de agua	CTD	Temperatura	.cnv
		Salinidad Fluorescencia	
		Oxígeno	
		Retrodispersión acústica	.wcd
Superficie	Termo-salinógrafo	Temperatura	.hex .xmcon
		Salinidad	
	Satélite	Imagen	.png .tiff

Tabla 1. Formatos de data sin procesar.

	Datos	Inicial		Armonización	Final
Fondo Marino	Batimetría (GEBCO y Multihaz)	lat, long, profundidad	3	....	3
	Retrodispersión acústica	lat, long, BS (db)	3	profundidad	4
Columna de agua	Secciones transversales CTD	distancia seccional, profundidad	2	lat, long	3
	Retrodispersión acústica		2	lat, long, R, G, B	6
Superficie	Termo-salinógrafo	lat, long, parámetro	3	profundidad	4
	Imágenes satelitales	lat, long	2	profundidad, R, G, B	6
	Posición (CTD y Corer)	lat, long, profundidad	3	....	3

Tabla 2. Formato de datos multidimensionales modificados. Esta tabla ofrece una visión más clara de las dimensiones iniciales y finales de los datos.

<sup>3</sup> Programa conjunto de investigación de oceanografía y geofísica en el Ártico bajo la dirección y coordinación del Instituto Hidrográfico de la Marina Italiana

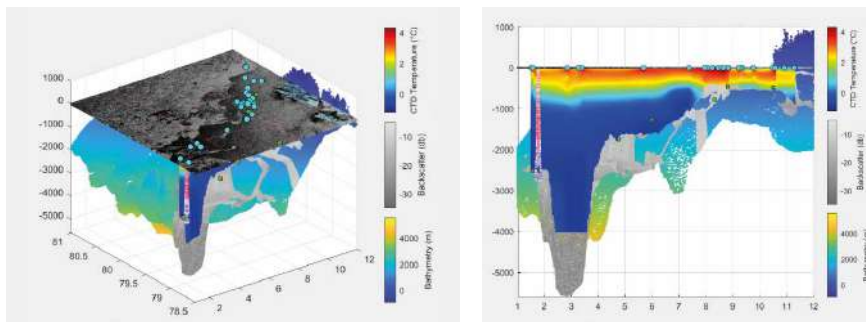


Ilustración 1. Producto final en 3D y su perspectiva transversal.

PROS	CONTRAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agregar nuevas fuentes de datos requiere tiempo para estandarizarlos.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las capas deben cortarse si se intersectan con otra superficie.</li> <li>b) Algunos datos deben interpolarse para obtener un perfil de sección transversal.</li> </ul> </li> <li>▪ La vista 3D se puede ralentizar si los datos son demasiado pesados para el software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procesamiento directo si los formatos de archivo ya están estandarizados</li> <li>▪ Asociación rápida de datos</li> <li>▪ Rotación en cualquier ángulo con respecto a todos los ejes</li> <li>▪ Diversificación del código en software libre. Por ejemplo: Octave.</li> <li>▪ Representación precisa en 3D del entorno marino</li> </ul>

## Conclusiones

Los oceanógrafos están obligados a gestionar diferentes formatos de archivos de datos que, si se analizan con un enfoque convencional, complican y consumen tiempo y recursos. Por lo tanto, el mapeo en 3D nace de la necesidad de integrar datos de diferentes interfaces, dispositivos y software, especialmente cuando se necesita procesar información de manera rápida en áreas remotas sin acceso a Internet. Finalmente, el mapeo 3D contribuye a los objetivos principales de la CONVEMAR: (a) conservación y sostenibilidad del océano mediante la realización y promoción de la investigación científica, y (b) el desarrollo y la transferencia de tecnología marina para implementar soluciones a los problemas que enfrentan nuestros océanos y comunidades. La visión, percepción y comprensión del medio ambiente como una sola entidad es lo que se propone. Solo cuando se aprecie, examine y comprenda el océano, habrá una economía más sostenible que beneficiará a la población sin dañar los ecosistemas marinos.

## Perspectivas Futuras

Extender el alcance de la caja “imaginaria” hasta la atmósfera para graficar tormentas y agregar variaciones temporales en el nivel del mar que quizás algún día se conviertan en video [4D]. Eventualmente el lenguaje de programación de este mapeo 3D evolucionará de Matlab, a un lenguaje más profesional y poderoso como C++ o Python, permitiendo una visión más dinámica, mayor capacidad de procesamiento de datos y de alta resolución. Por otro lado, algunos datos que se podrían agregar son:

- Perfilador de subfondo (SBP) para capa de hasta 200 m [Condevintec, 2018].
- Perfil de reflexión sísmica para identificar movimientos de masas de sedimentos.
- Datos de scanfish, gliders, boyas, drifters y de ADCP para datos en la columna de agua.

- En casos de alta cobertura de nubes, se usan imágenes de drones (fotogrametría).

## Observaciones Finales

Las Naciones Unidas ha establecido la década del 2021 al 2030, como la década de las ciencias oceánicas para el desarrollo sostenible: visualizan una ciencia adaptada al océano (UNESCO-IOC, 2021). Este mapeo contribuye a la revolución de una ciencia oceánica transformadora al desbloquear una solución innovadora para comprender los problemas del océano y, por lo tanto, abordar los problemas con conocimiento científico. Este mapeo en 3D, consumirá menos tiempo y recursos, así como desempeñará un papel clave en el estudio de nuestro océano, la protección de los hábitats marinos y el aumento de la alfabetización oceánica.

## Bibliografía

- Condevintec Inc. (2018). All the sonars you need, in one place. Revista Condevintec. p. 28.
- NOAA. (2021 Febrero 26). Jena Kent: NOAA Oceanographer. NOAA website. Online.
- Sverdrup, K.A. & Armbrust, E.V. (2009). An Introduction to the World's Oceans(10th ed.). New York: Mc-Graw Hill. 93-94.
- UN General Assembly. (1982). Convention on the Law of the Sea. Online.
- UNESCO-IOC (2021). The United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) Implementation plan-Summary. Paris: UNESCO. Web.

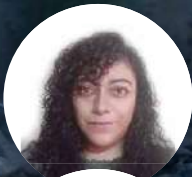
## Páginas Web

- International Hydrographic Organization (IHO). <https://iho.int/en/>
- The Nippon Foundation-GEBCO Seabed 2030 Project. <https://seabed2030.org/>  
The Ocean Decade. <https://www.oceandecade.org/>  
The United Nations. <https://www.un.org/>



# Influencia del río Rímac en la Bahía del Callao

## una aproximación fisicoquímica



Ingeniera Yessica Beatríz Debo Montero  
ydebo@dhn.mil.pe



Ingeniero Roger Salazar Rojas  
rsalazar@dhn.mil.pe



Ingeniera Geraldine María Palacios Torres  
geripaltor@gmail.com

La desembocadura de los ríos representa la primera zona de interacción de los sedimentos terrestres con el ambiente marino. Por ello, existe una gran necesidad de explorar las respuestas de los parámetros en este nuevo medio (Nam et al, 2022) a través de sus dimensiones físicas y químicas. Esto permite comprender sus comportamientos y proyectar las diversas dinámicas que ocurren en la interfaz del medio fluvial con el ambiente marino. Los parámetros que se evalúan en este artículo son: temperatura del mar, salinidad y oxígeno disuelto, los cuales son los principales indicadores de la existencia, caracterización y comportamiento de masas de aguas y sus efectos en los procesos que ocurren dentro del océano.

Since a river mouth represents the first zone of interaction of terrestrial sediments with the marine environment, there is a need to explore the responses of the parameters in the new medium (Nam et al, 2022) through their physical and chemical dimensions. The research will allow the understanding of the behavior of the parameters and hence, it will allow to Project the various dynamics that occur at the interface of the river mouth with the marine environment. The parameters evaluated in this article are: sea temperature, salinity and dissolved oxygen, which are the main indicators of the existence, characterization and behavior of water masses and their effects on processes that occur within the ocean.

Los ríos son cuerpos de agua que aportan diferentes nutrientes a los océanos y, por lo tanto, poseen una gran influencia al ecosistema marino sin importar la cantidad de aporte que genere. Lo anterior nos lleva a pensar que un río que produce aportes por encima del promedio tendrá una influencia mucho mayor en el comportamiento de las variables físicas y químicas en la zona directa e indirecta, tal es el caso del río Rímac, un cuerpo de agua que cada año su caudal promedio de  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , aumenta durante la época de lluvias (febrero y marzo), superando los  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ , momento donde el río llega a desbordarse.



Figura 1. Puntos de muestreo frente a la rada portuaria.

Si a lo anterior se suma la presencia de eventos ENOS (El Niño Oscilación del Sur) produciendo aumento en el registro de precipitación pluvial y, por ende, aumento del caudal, tendremos mayor cantidad de aportes y, por lo tanto, de influencia sobre la zona de descarga, que en este caso se localiza al norte del Terminal Portuario del Callao. Si bien el río genera una variación en los valores de nutrientes, oxígeno, pH, salinidad, temperatura, entre otros, el análisis de unas pocas variables permite comprender los cambios que ocurren y su influencia en el océano.

La temperatura y la salinidad, por ejemplo, son usadas para determinar la densidad de las masas de aguas. La salinidad, es especial, es necesaria para determinar el punto de congelamiento y la temperatura de máxima densidad del agua de mar. Ambas variables son claves en estudios de intercambio de calor y circulación del agua.

Por otro lado, el oxígeno disuelto es uno de los gases más estudiados ya que permite vivir a los organismos, es también un indicador de los sistemas de nutrientes, es útil en la evaluación de degradación de contaminantes y es usado para caracterizar las condiciones de reducción y oxidación de los elementos químicos. Esta última característica determina el comportamiento bioquímico, el nivel de toxicidad y la movilidad de los elementos químicos en el medio ambiente marino.

Entre los parámetros medidos *in situ* están la temperatura y el oxígeno disuelto. La salinidad se analizó en el Laboratorio Químico de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La temperatura superficial se midió con un termómetro de inmersión. Los análisis de oxígeno disuelto se realizaron aplicando el método de Winkler modificado para agua de mar [Carrit y Carpenter, 1966]. La salinidad fue determinada según el método columbiométrico con el autosal marca Guideline modelo 8400A, siguiendo la metodología de la Normativa Técnica Hidrográfica N°10 [DIHIDRONAV, 2021].

### Variaciones térmicas

Durante el 2014 se registraron temperaturas a nivel superficial que fluctuaron entre  $15.2^\circ\text{C}$  y  $18.6^\circ\text{C}$ , con un promedio de  $17^\circ\text{C}$ , los mayores registros de temperatura se obtuvieron en la zona norte de la rada exterior, llegando incluso frente a la desembocadura del río Rímac, encontrándose además un núcleo de menor temperatura frente a la boca de la rada, (figura 2, izquierda). Mientras que, en el 2015, los valores fluctuaron entre  $16.5^\circ\text{C}$  y  $18.4^\circ\text{C}$ , con un promedio de  $17.33^\circ\text{C}$ . Las mayores temperaturas se registraron cerca a la desembocadura del río, disminuyendo a medida que se aleja de la costa. En el extremo sur se presentó un amplio núcleo con bajas temperaturas, debido a que fueron estas estaciones monitoreadas en las primeras horas del día, ver (figura 2, derecha).

### Desembocadura del río Rímac como punto de interés

La descripción de los cambios observados entre las dos campañas realizadas durante las temporadas de primavera (2014) y verano (2015) sirvieron para analizar la variación entre temporadas de la influencia que tiene el río sobre la bahía del Callao. En las dos campañas se realizaron 17 muestreos de agua de mar con uso de botella Niskin en la zona comprendida entre El Terminal Portuario del Callao y la desembocadura del río Rímac (figura 1).

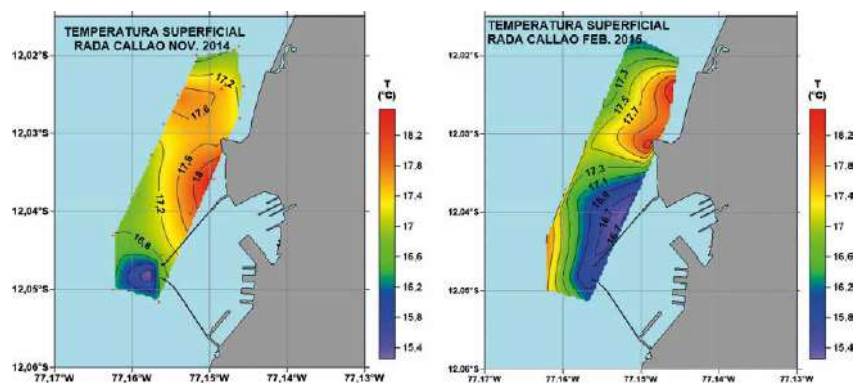


Figura 2. Temperatura superficial en primavera 2014 (izquierda) y verano 2015 (derecha).

### Cambios en el oxígeno disuelto

El oxígeno superficial registrado en el año 2014 fluctuó entre 0.37 y 3.20 ml/L con un promedio de 2.11 ml/L. Las mayores concentraciones se localizaron en 3 núcleos distribuidos al norte, centro y sur del área de estudio, indicando una buena oxigenación del agua, aparentemente influenciado por las turbulencias asociadas a la cercanía de la zona de rompiente.

El oxígeno superficial registrado durante el 2015 fluctuó entre 1.75 y 6.00 ml/L con un promedio de 3.16 ml/L. La mayor concentración se localizó cerca de la desembocadura del río, indicando una buena oxigenación del agua, sumado a la influencia por las turbulencias de la zona de rompiente (figura 3).

A nivel de fondo, el oxígeno disuelto, registrado durante el 2014, presentó valores menores a lo registrado a nivel superficial, con un promedio de 0.86 ml/L. En 2015, los valores promedio fueron de 2.29 ml/L, siendo su distribución similar a la superficial (figura 4).

### Influencia del río en la salinidad

Los registros de la salinidad superficial durante el 2014 presentaron un promedio de 31.37 UPS, fluctuando entre 31.06 y 35.2 UPS. La menor salinidad se localizó en la estación 15, debido a la entrada de aguas provenientes del río con menor salinidad. En el fondo del mar, la distribución de salinidad fue uniforme, fluctuando los valores entre 34.91 y 35.00 UPS, con un promedio de 34.97 UPS, ver figura 5.

En el 2015, la salinidad superficial presentó un promedio de 32.19 UPS, fluctuando entre 35.04 y 15.15 UPS. En el fondo del mar, la distribución de salinidad fue uniforme, fluctuando los valores entre 34.80 y 35.07 UPS, con un promedio de 35.01 UPS, (figura 6).

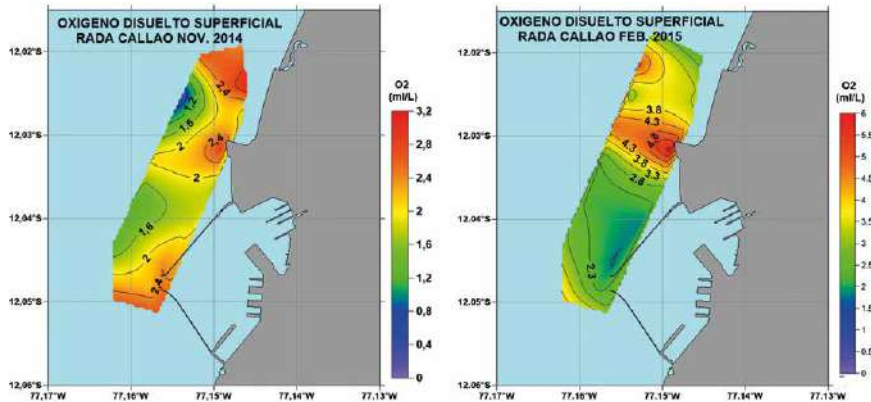


Figura 3. Distribución del oxígeno disuelto superficial, durante primavera 2014 (izquierda) y verano 2015 (derecha).

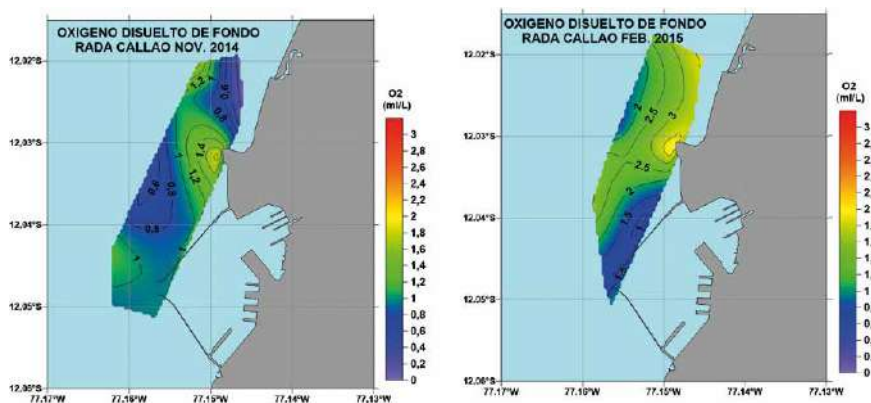


Figura 4. Distribución del oxígeno disuelto de fondo, durante primavera 2014 (izquierda) y verano 2015 (derecha).

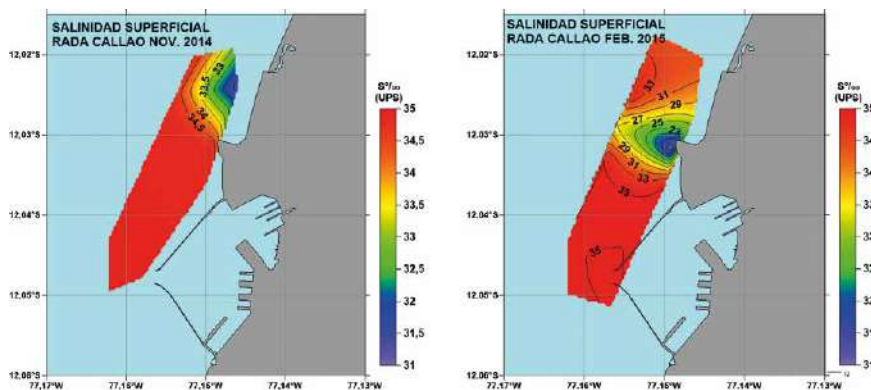


Figura 5. Variación de salinidad de superficie en primavera 2014 (izquierda) y verano 2015 (derecha).

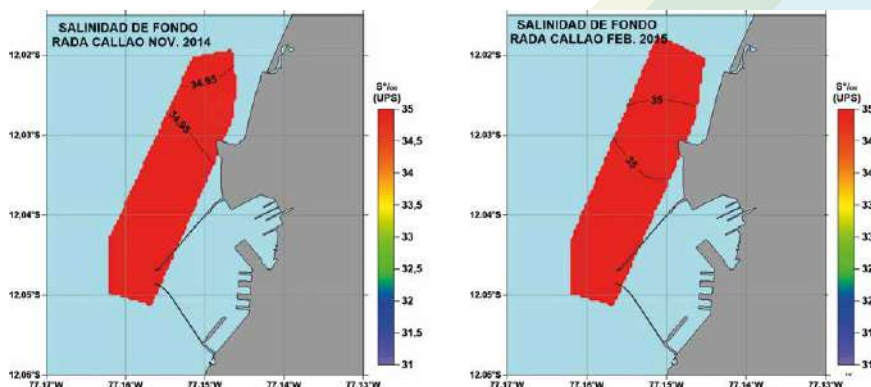


Figura 6. Variación de salinidad de fondo en primavera 2014 (izquierda) y verano 2015 (derecha).

### Importancia de las Imágenes satelitales

El uso de imágenes satelitales se ha convertido en una herramienta de suma importancia para el monitoreo del medio ambiente marino, ya que se puede hacer de manera remota en lugar de ir presencialmente a recolectar datos y procesar muestras. Los datos satelitales, en este caso, son importantes para visualizar en una mayor escala el alcance de los sedimentos fluviales en la zona costera y correlacionar los parámetros físico-químicos.

Todas las variables analizadas mostraron una dispersión con dirección hacia el norte, por ello, se han revisado imágenes satelitales que permiten conocer el comportamiento de los sedimentos dispersos desde la boca del río (resaltada con una estrella en la figura 7).

En una comparativa realizada en 3 años (2014, 2015 y 2017) se observó que la mayor descarga del río Rímac al océano, ocurre entre los meses de diciembre a marzo, esa descarga de sedimentos modifica las variables físico-químicas de la bahía como observamos en las figuras anteriores, y las imágenes satelitales nos permiten visualizar el impacto de esa descarga.

De las imágenes satelitales analizadas en el año 2014, la descarga alcanzó una distancia de 2.5 km<sup>2</sup> con un trayecto desde la boca del río de 2 km, mientras que en el 2015 la pluma logra superar los 7 km de distancia y abarcaría más de 18 km<sup>2</sup>, no obstante, sería durante el año 2017 cuando la influencia del río fue mayor, con una zona de afectación superior a los 30 km<sup>2</sup>.

### Influencia del río Rímac en la bahía del Callao

Al analizar todas las variables, se observó que la mayor variación se presentó en la parte superficial. En general, los cambios más drásticos se presentaron en las inmediaciones de la saliente del río.

Si bien se hace una comparativa entre dos temporadas (primavera y verano), la finalidad del trabajo era conocer si existía una influencia del río, lo cual se com-



Figura 7. Cambios temporales de las descargas del río Rímac.

prueba al observar que las zonas con los valores más altos (núcleos) se encontraron en todas las variables en las inmediaciones de la desembocadura del río.

Lo anterior se hace perceptible al observar las imágenes satelitales de las plumas de dispersión de sedimentos provenientes del río en los años analizados, ya que guardan relación con el contenido de oxígeno disuelto superficial correspondientes, pues este último parámetro es influenciado tanto por la temperatura y salinidad como por factores, tales como la fotosíntesis del fitoplancton, contenido de materia orgánica y contaminantes provenientes del río (sedimentos), debido a que los valores del 2014 (máximos de 2.6 ml/L) son menores que en el 2015 (máximo de 6 ml/L), año en que se presentó una mayor área de dispersión de los sedimentos, captando más oxígeno por la menor salinidad de la pluma, además de la mayor actividad fotosintética provocada por la estación.

### Referencias

- Carrit D, Carpenter J. 1966. Comparison and Evaluation of the Winkler Method for determination Dissolved Oxygen in Seawater, *Journal of marine research*, 24 (92), pp. 286-318.
- DIHIDRONAV. 2021. Normativa Técnica Hidrográfica N°10 Procedimiento de muestreo y análisis de agua y sedimentos. HIDRONAV 5139. 2da Ed. pp. 48-52.
- Nam S. et al., 2022. Editorial: Physics and Biogeochemistry of the East Asian Marginal Seas. *Front. Mar. Sci.* 9:945814



# Empleo de sistemas Multihaz para la búsqueda de embarcaciones hundidas



Teniente Segundo Washington Granda Zapata  
wgranda@dhn.mil.pe



**A**tendiendo la solicitud del Ministerio de Cultura y la Dirección de Intereses Marítimos sobre la posible existencia de naufragios u objetos de buques históricos en los puertos del Callao, así como la existencia de piezas de la Fragata Mercedes en Casma.

In response to the request of the Ministry of Culture and the Directorate of Maritime Interests regarding the possible existence of shipwrecks or objects from historic ships in the ports of Callao, as well as the existence of pieces of the Fragata Mercedes in Casma.



Figura 1: Levantamiento batimétrico multihaz a bordo de la Auxiliar Embarcación Hidrográfica A.E.H. 174 "Macha".

Esta Embarcación Hidrográfica cuenta con una ecosonda multihaz de la marca Kongsberg modelo EM-2040 C.

Para el desarrollo de la primera búsqueda se designó a la A.E.H. 174 "Macha", en la cual personal especializado se encargó de ejecutar el planeamiento del levantamiento batimétrico en el área del puerto del Callao, solicitada por la Dirección de Intereses Marítimos y posteriormente se dio inicio a la búsqueda, donde se empleó el Sistema de Información del Fondo del Mar (SIS). Al término de los trabajos de campo se efectuaron las labores del post procesamiento de la información recolectada, logrando tener como resultado las imágenes que se muestran a continuación.

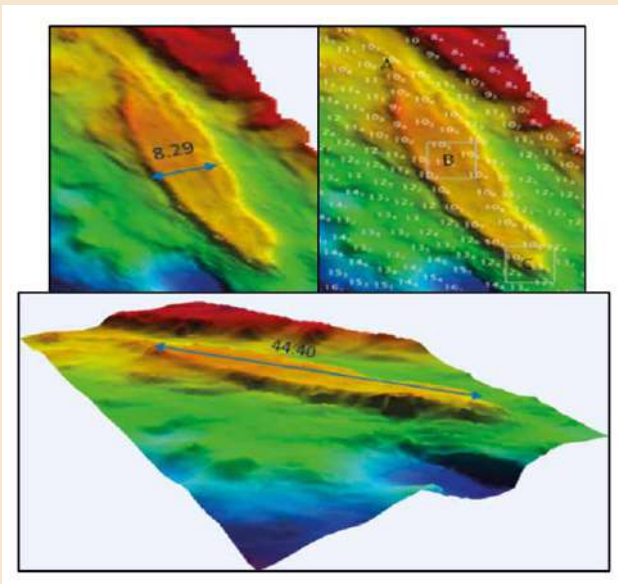


Figura 3: Modelo de terreno digital del fondo marino del área levantada en el puerto del Callao.

En estas imágenes del fondo marino se muestra un modelo de terreno digital (DTM) adquiridas a través del procesamiento con el software CARIS HIPS AND SIPS, en el cual se observa la silueta de una posible embarcación hundida, que aproximadamente tiene 44 m. de eslora, 8 m. de manga y una profundidad de alrededor de 10 m.

Para la segunda búsqueda se designó a la embarcación hidrográfica B.A.P. "Zimic", que cuenta con un bote Zodiac MK3 embarcado.

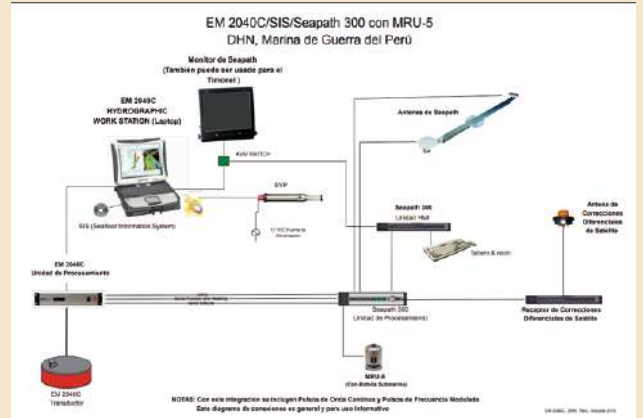


Figura 2: Diagrama del Sistema Multihaz EM-2040 C.

Para el levantamiento batimétrico en el bote Zodiac se instaló una ecosonda Multihaz portátil de la marca Kongsberg modelo 2040-P.



Figura 4: B.A.P. "Zimic" y bote Zodiac MK3 con ecosonda Multihaz 2040-P.



Figura 5: Diagrama del Sistema Multihaz 2040 P.

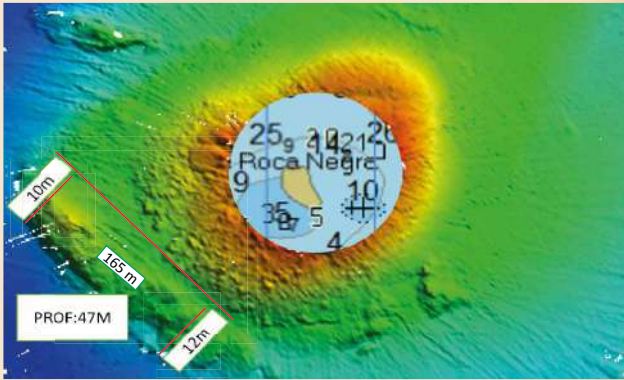


Figura 6: Modelo de Terreno Digital del fondo marino del área levantada en el puerto de Casma.

De igual forma, se realizó un planeamiento y ejecución del levantamiento batimétrico en el área del puerto de Casma solicitado por el Ministerio de Cultura. Al término de los trabajos de campo se efectuó el post proceso de la información con el Software Caris Hips and Sips, teniendo como resultado la imagen que se muestra a continuación.

En la imagen del fondo marino adquirida a través del procesamiento con el software CARIS HIPS AND SIPS, se puede observar de igual forma una silueta de una posible embarcación hundida de aproximadamente 165 m de eslora y 12 m de manga, a una profundidad de alrededor de 47 m.

Estos son algunos de los trabajos desarrollados por el Departamento Técnico de Hidrografía, con los cuales se muestra a cabalidad los trabajos de las responsabilidades asignadas, logrando cumplir la misión de esta dirección técnica en apoyo a las Fuerzas Navales y navegantes en general.

El empleo de las ecosondas Multihaz es de amplio espectro, siendo una de las tecnologías más desarrolladas y exactas en la actualidad. Con ello, se ha permitido cumplir la normatividad de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), proporcionando un conocimiento preciso y completo de la profundidad y morfología de los fondos marinos en donde se trabaja.

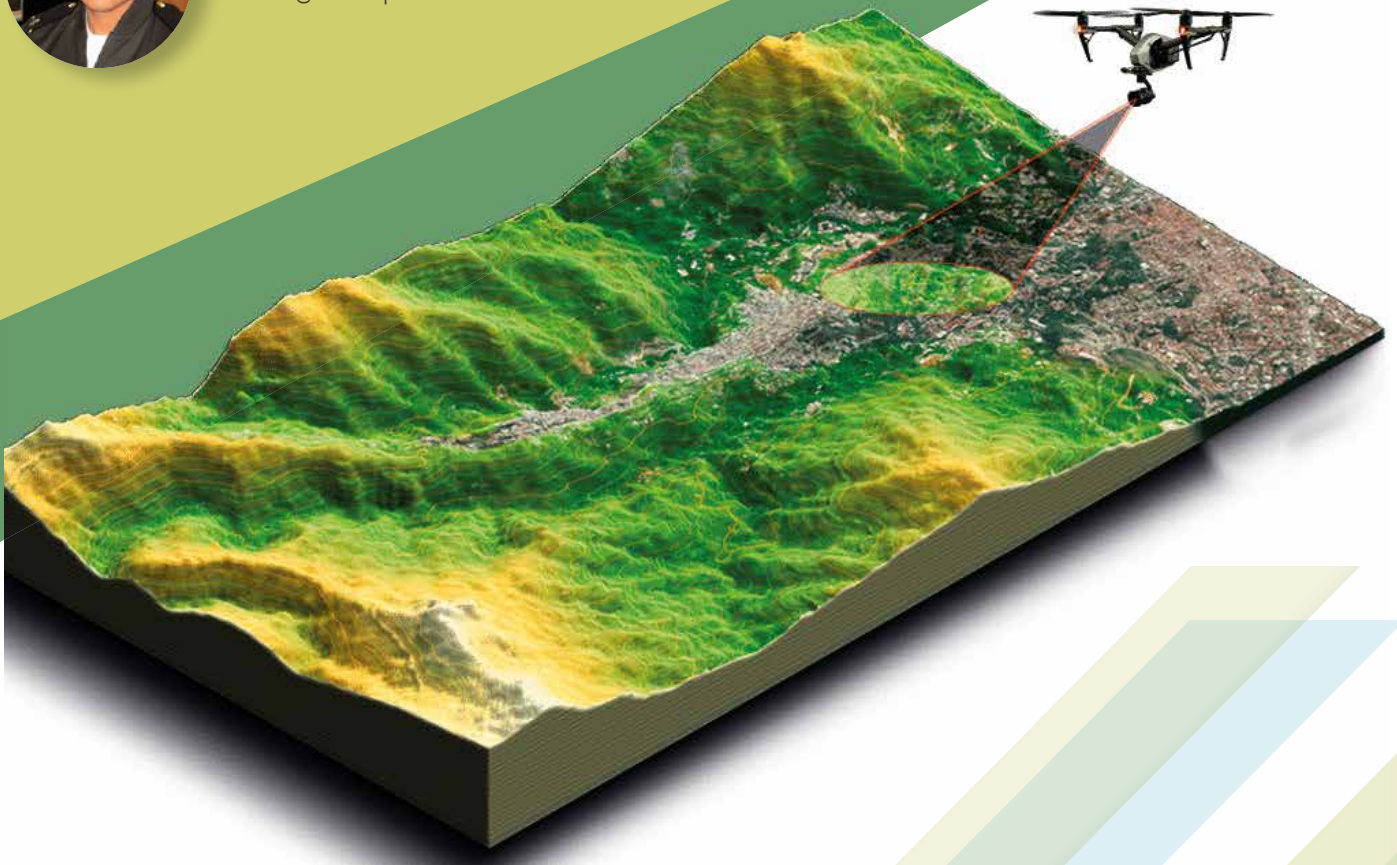
Este sistema cuenta con funciones que nos permiten no solo adquirir data batimétrica sino también información sobre la columna de agua, backscatter, entre otras.

La Dirección de Hidrografía y Navegación, como responsable de la elaboración de las cartas náuticas en el Perú, se esfuerza por estar a la vanguardia de las tecnologías más recientes y de esta manera elaborar productos precisos y de alta calidad que son requeridos por las distintas instituciones.

# Logrando mayor precisión en el uso de los vehículos aéreos no tripulados



Técnico Tercero Isaac Silvera Siancas  
isilvera@dhn.mil.pe



La precisión es de vital importancia para la fotogrametría con UAV (siglas en inglés de vehículo aéreo no tripulado), pero con tantas opciones en el mercado, no siempre es fácil tomar la mejor elección. Para demostrar qué método ofrece mayor precisión, se ha puesto a prueba un UAV de navegación cinética satelital en tiempo real (RTK por sus siglas en inglés) vs un UAV no-RTK, en diferentes condiciones de la vida real, áreas de cultivo y áreas urbanas.

Accuracy is of paramount importance for UAV (unmanned aerial vehicle) photogrammetry, but with so many options on the market, it is not always easy to make the best choice. To demonstrate which method offers greater accuracy, a real-time RTK (real-time kinetic satellite navigation) UAV has been tested against a non-RTK UAV in different real-life conditions, crop fields and urban areas.



## Estaciones de referencia virtual

Con una conexión de enlace de datos, como GSM o Wi-Fi, un UAV RTK se conectará a una estación base o a una estación de referencia virtual (VRS) a través de una computadora portátil que controla el vuelo. Las posiciones de la cámara se calculan en tiempo real, haciendo relación a esta referencia de tierra. El cálculo ayuda a corregir las posiciones de la cámara de hasta 2 a 3 centímetros de precisión, tanto horizontal como vertical.



*UAV RTK, Las posiciones de la cámara se calculan en tiempo real.*

Sin embargo, no siempre funciona a la perfección. Se pueden encontrar conexiones que interfieran las correcciones en tiempo real para las posiciones de la cámara. El sistema ofrece soluciones flotantes o incluso vuelve al modo autónomo. Las ubicaciones de la cámara con RTK-flotante, indica una gran incertidumbre de las correcciones. La precisión volverá a ser de decenas de centímetros para RTK-flotante, o incluso hasta metros de precisión, como lo haría con los vuelos que no son RTK. En este caso, puede realizar el cálculo en relación a la referencia de tierra después en cinemática post-procesada (PPK).

Existe la ventaja de usar un UAV RTK o PPK sobre los que no son RTK, si tiene previsto no aplicar ningún punto de control terrestre (GCP) debido a alguna limitación en el lugar o los dolorosos procedimientos de planificación, ubicación y medición de los mismos.

Sin embargo, un dron RTK o PPK necesita emparejarse con hardware y software específico. Todo el sistema debe admitir la comunicación con estaciones base o VRS e incluye funciones de post-procesamiento. También es fundamental contar con un software de procesamiento de imágenes compatible, como Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, UASMaster, entre otros, que tengan en consideración las diferentes precisiones de la posición de la cámara.

Toda la implementación de esta tecnología hace que los UAV RTK o PPK sean mucho más caros que los demás.

## ¿Los UAV no-RTK - son precisos?

Cuando vuela un UAV no-RTK solo cuenta con un receptor GPS a bordo, gracias a ello obtiene las posiciones de la cámara trilateral de los satélites, lo que significa que sus posiciones fueron identificadas por varias medidas de distancia. Normalmente se encontrará una imprecisión de hasta varios metros, especialmente en las direcciones Z (verticales), según la calidad del equipo y la geometría del satélite.



*UAV no-RTK, con receptor GPS a bordo.*

## Áreas de demostración

En este artículo se proporcionará comparaciones de calidad entre un vuelo RTK / PPK sin GCPs y un vuelo no RTK/PPK con solo GCPs bien distribuidos, en dos diferentes áreas:

### Área de cultivo y área urbana

Para demostrar mejor el rendimiento, se presentan dos vuelos separados: uno con modo RTK y el otro con modo autónomo (correcciones en tiempo real deshabilitadas o conexión perdida durante el vuelo).

Los vuelos se realizaron con un senseFly eBee Plus y GCPs. Tanto los vuelos RTK, como los vuelos autónomos de la misma zona, tuvieron las mismas configuraciones. Usamos GCPs para ajustar las posiciones de la cámara de los vuelos en modo autónomo y el mismo conjunto de puntos de control para verificar la precisión de ambos modos.

### Primera Prueba:

#### **Vuelo en área de campo**

**Altura = 102 m (GSD 2.5 cm), superposición 80%**

Mientras se vuela sobre un campo, la conexión generalmente es buena sin demasiada obstrucción. El vuelo RTK tiene el 99% de las posiciones de la cámara fija, tan claramente que no se necesita procesamiento posterior (PPK). Aquí se compara la precisión del vuelo RTK sin el uso de GCPs y un vuelo en modo autónomo con GCPs

## ✚ FOTOGRAMETRÍA

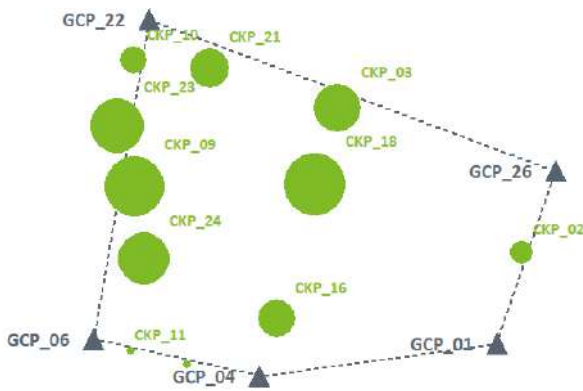
bien distribuidos. El resultado del vuelo RTK en el campo es bastante impresionante. Da alrededor de un pixel (2.5 cm) de precisión en todas las direcciones: X, Y y Z.

En el modo autónomo, obtenemos 3.6 metros de precisión vertical, lo cual se puede esperar sin aplicar correcciones de posición al no usar GCPs.

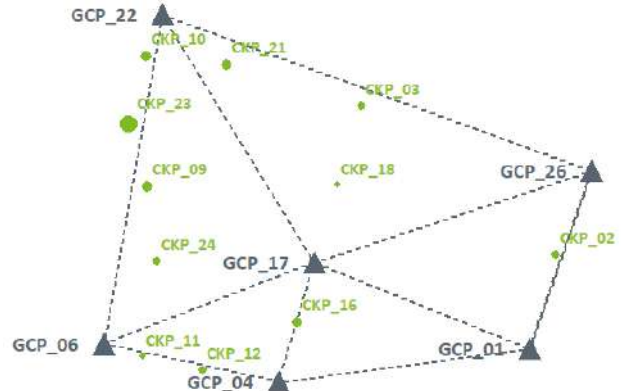
Una vez que se aplicaron GCPs, los errores en Z [vertical] disminuyeron considerablemente. Sin embargo, también encontramos que la distribución juega un papel extremadamente importante.

Fields	RTK (99% fixed)			Standalone		
	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
CKP_02	-0.018	-0.014	0.034	0.821	-1.377	-1.814
CKP_03	0.009	0.018	0.008	0.541	-0.842	-2.884
CKP_09	0.038	0.017	0.054	-0.004	-0.864	-4.366
CKP_10	0.014	0.045	0.051	0.214	-0.473	-3.555
CKP_11	0.036	-0.027	-0.016	-0.136	-1.540	-3.875
CKP_12	0.051	-0.028	-0.013	0.035	-1.669	-3.500
CKP_16	0.014	-0.014	0.013	0.259	-1.502	-3.358
CKP_18	-0.001	-0.002	0.011	0.427	-1.065	-3.395
CKP_21	0.005	0.027	0.024	0.362	-0.591	-3.332
CKP_23	0.017	0.012	-0.004	0.035	-0.643	-4.235
CKP_24	0.043	0.011	0.005	-0.057	-1.161	-4.335
Mean [m]	0.019	0.004	0.015	0.227	-1.066	-3.514
Sigma [m]	0.020	0.022	0.022	0.278	0.397	0.701
<b>RMS Error [m]</b>	<b>0.027</b>	<b>0.022</b>	<b>0.027</b>	<b>0.359</b>	<b>1.138</b>	<b>3.583</b>

Evaluación de precisión de un vuelo RTK vs un vuelo no RTK sin GCPs.



GCPs en los bordes: se aprecian grandes errores verticales alrededor de un campo alto de maíz y lejos de los GCPs.



GCPs en los bordes y en centro del campo: errores verticales drásticamente reducidos.

Fields	GCPs only on edges			GCPs on edges and one in middle		
	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
CKP_02	-0.012	-0.039	-0.286	-0.007	-0.039	-0.013
CKP_03	-0.045	0.024	-0.737	-0.030	0.007	-0.032
CKP_09	0.002	0.093	-0.956	0.027	0.090	-0.070
CKP_10	0.023	0.050	-0.371	0.037	0.044	-0.055
CKP_11	0.018	0.016	-0.033	0.026	0.014	-0.005
CKP_12	0.024	-0.032	-0.020	0.036	-0.023	0.027
CKP_16	-0.011	-0.003	-0.541	0.005	-0.012	0.058
CKP_18	-0.035	0.003	-1.036	-0.010	-0.003	-0.003
CKP_21	-0.005	0.042	-0.570	0.016	0.028	-0.056
CKP_23	-0.005	0.086	-0.846	0.019	0.082	-0.181
CKP_24	-0.010	0.056	-0.812	0.014	0.052	-0.039
Mean [m]	-0.005	0.027	-0.564	0.012	0.022	-0.034
Sigma [m]	0.020	0.040	0.322	0.019	0.038	0.056
<b>RMS Error [m]</b>	<b>0.021</b>	<b>0.048</b>	<b>0.649</b>	<b>0.023</b>	<b>0.044</b>	<b>0.066</b>

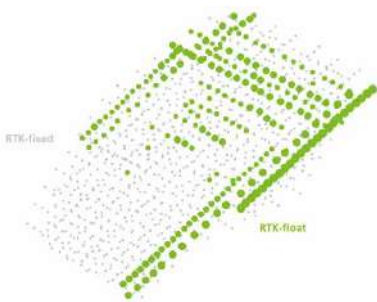
Precisión de un vuelo con GCPs en los bordes vs uno con GCPs en los bordes y centro. (bien distribuidos).

De la tabla, podemos apreciar que colocando un GCP más en el medio del campo, la precisión vertical mejoró de 64.9 cm a alrededor de 6.6 cm.

**Segunda prueba: Vuelo en área urbana**

**Altura = 102 m (GSD 2.5 cm),  
superposición 80%**

Volar un UAV de ala fija sobre un área urbana es más complicado. Además de los problemas de permisos, se necesita un lugar abierto para el despegue y aterrizaje, que no siempre es factible en áreas urbanas. Para este vuelo se seleccionó un campo deportivo espacioso y apropiado. Los edificios, los árboles y el wi-fi local interfirieron las conexiones de enlace de datos durante el vuelo. Resultó que solo el 71% de las posiciones de la cámara estaban bien corregidas (RTK-fija).



Posiciones adquiridas de cada cámara: RTK-fija se muestra en gris y RTK-flotante en verde, el tamaño hace referencia a los valores de error.

A partir de los resultados, notamos la desventaja del vuelo RTK cuando la conexión se perdió debido a las obstrucciones. En tales condiciones, PPK mejora el resultado. Aunque no se garantiza que sea siempre mejor que usar GCPs. En el vuelo RTK encontramos errores más grandes cerca de donde se ubicaron las posiciones de la cámara RTK-flotante, mientras que en los resultados post-procesados, el error parece más uniforme en toda la región.

**Conclusión de precisiones  
Área de cultivo**

Para campos, lugares planos o de grandes relieves, donde las conexiones de enlace de datos son estables y sin obstáculos, el vuelo RTK puede describir el terreno muy bien y proporcionar resultados extremadamente precisos sin utilizar ningún GCP. El volar con un UAV RTK / PPK es altamente ventajoso cuando hay vegetación densa, cultivos o zonas de difícil acceso en el área de trabajo, porque siempre mantendrá una alta precisión y calidad, ignorando la utilización de GCPs.

Urban	RTK 71% fixed			Post-processed (PPK)			GCPs well-distributed		
	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
CKP_01	0.004	-0.003	-0.010	0.039	0.007	-0.013	-0.024	0.012	0.073
CKP_03	-0.017	0.045	-0.004	-0.032	0.028	-0.050	-0.057	0.030	0.002
CKP_04	-0.013	0.029	0.019	-0.008	0.021	-0.033	-0.026	0.011	-0.013
CKP_06	0.096	-0.009	0.003	0.065	-0.019	0.015	0.045	-0.031	0.018
CKP_08	-0.033	0.054	-0.073	-0.051	0.022	-0.040	-0.070	0.011	-0.036
CKP_10	0.065	-0.033	-0.137	0.053	0.021	-0.083	0.036	0.007	-0.062
CKP_11	0.028	0.046	-0.056	0.002	0.035	-0.036	-0.018	0.013	0.002
CKP_13	0.027	0.023	-0.058	0.014	0.007	-0.030	-0.012	-0.017	0.014
CKP_14	0.032	0.017	-0.065	0.037	0.015	-0.048	0.011	-0.003	-0.027
CKP_15	0.009	0.029	-0.080	0.003	0.031	-0.057	-0.028	0.013	-0.024
CKP_16	0.029	-0.006	-0.074	0.071	0.030	-0.207	0.035	0.009	-0.165
CKP_17	0.056	0.056	-0.092	0.040	0.042	-0.011	0.005	0.012	0.040
CKP_19	0.028	0.025	-0.079	0.032	0.000	0.002	-0.010	-0.032	0.077
CKP_21	0.038	0.018	-0.140	0.023	0.003	-0.116	-0.028	-0.029	-0.026
CKP_23	0.044	0.007	-0.085	0.044	-0.003	-0.085	-0.014	-0.024	-0.010
CKP_24	0.014	-0.000	-0.036	0.026	0.002	-0.069	-0.033	-0.018	0.008
CKP_25	0.027	-0.005	-0.131	0.064	0.010	-0.044	0.000	-0.012	-0.005
CKP_26	0.046	0.016	-0.158	0.054	0.044	-0.050	-0.009	0.036	-0.013
CKP_27	0.003	0.012	0.006	-0.068	0.049	0.000	-0.024	0.001	-0.002
CKP_30	0.003	0.000	-0.084	-0.005	-0.004	-0.040	-0.062	-0.013	-0.012
CKP_31	0.030	0.033	-0.075	0.023	0.039	-0.055	-0.028	0.022	-0.026
CKP_32	0.009	0.011	-0.093	0.002	0.021	-0.085	-0.055	0.009	-0.061
CKP_33	0.059	0.011	-0.060	-0.032	0.019	-0.005	0.020	-0.008	0.007
CKP_35	0.084	0.001	-0.040	0.014	0.035	-0.084	0.007	0.022	-0.075
CKP_36	0.026	0.039	-0.081	0.014	0.018	-0.022	-0.018	0.013	0.022
CKP_37	0.023	0.026	-0.027	0.010	0.044	-0.063	-0.035	0.037	-0.020
CKP_38	0.019	0.039	-0.088	0.056	0.013	-0.096	0.005	-0.004	-0.045
CKP_39	0.029	0.017	0.119	0.067	0.003	0.029	0.019	-0.014	0.080
CKP_40	0.065	0.033	0.022	0.036	0.013	-0.044	-0.012	-0.014	0.020
Mean [m]	0.029	0.022	-0.057	0.017	0.020	-0.051	-0.013	0.001	-0.009
Sigma [m]	0.028	0.016	0.057	0.035	0.017	0.044	0.028	0.019	0.048
RMS Error [m]	0.040	0.027	0.081	0.038	0.026	0.067	0.031	0.019	0.048



Vuelo en área de cultivo  
Precisión vertical del vuelo RTK: 2.7 cm, GCPs bien distribuidos:  
6.6 cm. Puntos de control marcados en verde y el tamaño se refiere a los valores de error

## Área urbana

En las áreas urbanas puede haber una diferencia. Si bien en ciertas partes se puede perder conexiones que terminan distribuyendo de manera desigual las posiciones de la cámara, puede que le resulte difícil mejorar la precisión general. En este caso el vuelo PPK ofrece mejores resultados que el vuelo RTK, aunque ninguno de los anteriores proporciona una precisión mayor que la procesada con GCPs bien distribuidos.



Vuelo en área urbana

Precisión vertical vuelo RTK 8.1 cm, vuelo PPK: 6.7 cm y precisión vertical solo con GCPs bien distribuidos: 4.8 cm  
Puntos de control marcados en verde y el tamaño se refiere a los valores de error.



De acuerdo a lo presentado en este artículo, ha quedado demostrado la calidad de salida de tres soluciones. Sin embargo, hay cosas que también se deben considerar:

La viabilidad, el tiempo, el costo y el lugar donde se desarrollará el vuelo. No siempre es factible medir los GCPs debido a muchas razones en el lugar, como texturas de terreno frágiles, lugares inaccesibles y otras preocupaciones de seguridad de personal. Además, la planificación, ubicación y medición de los GCPs pueden tardar horas y generar un mayor gasto de equipos y personal designados al área de trabajo.

A diferencia de comprar un UAV RTK o PPK, se debe tener en cuenta lo anteriormente descrito por lo que un UAV RTK o PPK parecen ser una mejor decisión e inversión.

## Bibliografía

- <https://bit.ly/3RoQ29f>
- <https://bit.ly/3fAxGoz>
- <https://bit.ly/3rpLOPO>





# **isetek** s.a.

Soluciones Tecnológicas



BENTHOS CARIS OCEANSCIENCE RD INSTRUMENTS  
 BLUEVIEW GAVIA ehf ODOM HYDROGRAPHIC RESON



- ▶ CTD, Rosetas y ADCP
- ▶ Ecosondas Monohaz y Multihaz
- ▶ Transductores Acústicos y SVP
- ▶ Sonares de Barrido Lateral (SSS)
- ▶ Sonares de Imágenes, Barrido y Multihaz
- ▶ Software para Cartografía e Hidrografía
- ▶ Radiobalizas

- ▶ Vehículos Subacuáticos y de Superficie no Tripulados
- ▶ GPS/GNSS Diferenciales y Estaciones Totales
- ▶ Navegadores GPS
- ▶ Señales de Corrección Satelital y DGPS Marinos



 [www.isetek.com.pe](http://www.isetek.com.pe)  
 (+51 1) 205-3000  
 [ventas@isetek.com.pe](mailto:ventas@isetek.com.pe)

 **isetek** s.a.  
 Distribuidor Autorizado

# Aplicación de dron para levantamientos topográficos



Ingeniero Vladimir Armas Ipanaqué  
varmas@dhn.mil.pe



Con el apoyo de un dron topográfico es posible llevar adelante levantamientos topográficos en un tiempo menor y de mejor calidad que el método convencional, logrando recopilar medidas de alta precisión, para reducir, considerablemente, el costo de estos trabajos y su volumen sobre el terreno.

With the support of a topographic drone it is possible to carry out topographic surveys in a shorter time and of better quality than the conventional method, achieving the collection of high precision measurements, to reduce, considerably, the cost of these works and their volume on the ground.

La topografía con drones viene a ser un levantamiento referido al uso de un dron, o vehículo aéreo no tripulado - Remotely Piloted Aircraft System (RPAS), para capturar datos aéreos con sensores orientados hacia abajo, como cámaras RGB (red, green, blue) o multispectrales. Durante un levantamiento topográfico con drones, con una cámara RGB, el suelo se fotografía varias veces desde diferentes ángulos y cada imagen se referencia con coordenadas.

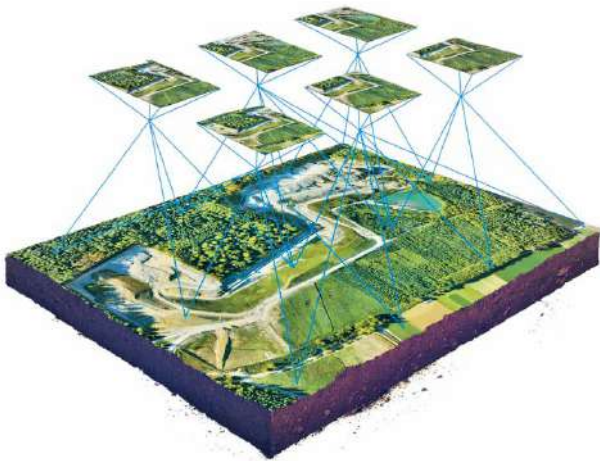


Figura 1. La fotogrametría combina imágenes que contienen el mismo punto en el suelo, desde múltiples puntos de vista para producir mapas detallados en 2D y 3D.

A partir de estos datos, los softwares de fotogrametría como el Agisoft Metashape o el PIX 4D, pueden crear ortomosaicos georreferenciados, modelos de elevación o modelos 3D del área del proyecto. Estos mapas también se pueden utilizar para extraer información como distancias de alta precisión o mediciones volumétricas.

A diferencia de los aviones tripulados o las imágenes satelitales, los drones pueden volar a una altitud mucho menor, lo que hace que la generación de datos de alta resolución y alta precisión (alrededor de 1 cm/px) sea mucho más rápida, menos costosa e independiente de las condiciones atmosféricas como la cobertura de nubes.

### Beneficios del uso de drones en levantamientos topográficos

- Reducir el tiempo de trabajo en campo y sus costos
- Proporcionar datos precisos y exhaustivos
- Mapear áreas que serían inaccesibles

### Apropiados usos de drones en la topografía

#### Agrimensura / cartografía

Los drones topográficos generan ortomosaicos de alta resolución y modelos 3D detallados de áreas donde hay datos disponibles de baja calidad, desactualizados o incluso sin información. De este modo, permiten pro-

ducir mapas catastrales de alta precisión (alrededor de 1 cm/px) de forma rápida y sencilla, incluso en entornos complejos o de difícil acceso. Los topógrafos también pueden extraer características de las imágenes, como señales, aceras, marcadores de carreteras, hidrantes y desagües.



Figura 2. Mapa catastral superpuesto en imágenes aéreas.

Después del postprocesamiento con un software de fotogrametría como el Agisoft Metashape o el PIX 4D, estas mismas imágenes pueden producir detallados modelos de elevación, curvas de nivel y líneas de rotura, así como reconstrucciones en 3D de terrenos o edificios.

### Gestión y desarrollo de la tierra

Las imágenes aéreas tomadas por drones aceleran y simplifican en gran medida los levantamientos topográficos para la gestión y planificación de la tierra. Esto es válido para la exploración del sitio, la planificación y el diseño de adjudicaciones, así como para la construcción de carreteras, edificios y servicios públicos.

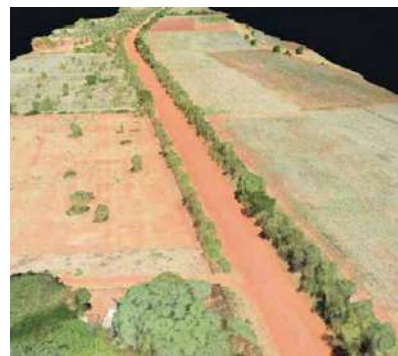


Figura 3. Topografía de una carretera antes de la planificación de la construcción.

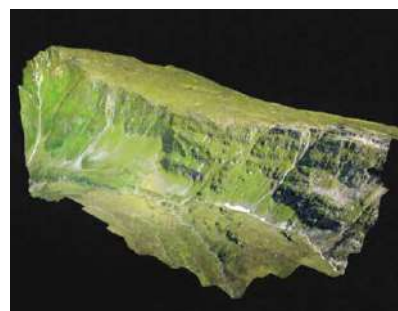


Figura 4. Topografía de una zona montañosa remota para el diseño previo a la construcción de un parque eólico.

Estas imágenes, previas a la construcción, también proporcionan la base para modelos detallados de topografía del área de estudio de ingeniería. Los datos generados también se pueden transferir a cualquier software CAD (Computer Aided Design) o BIM (Building Information Modeling) para que los ingenieros puedan comenzar a trabajar inmediatamente a partir de un modelo 3D.

Como la recopilación de datos por drones se puede repetir fácilmente a bajo costo, las imágenes se pueden tomar a intervalos regulares y superponerse en los planos originales para evaluar si el trabajo de construcción se está moviendo de acuerdo con las especificaciones del plan.

### Medidas precisas

Las ortofotos de alta resolución permiten a los topógrafos realizar mediciones de distancia y superficie de alta precisión.



Figura 5. Medición de volumen de un vertedero.

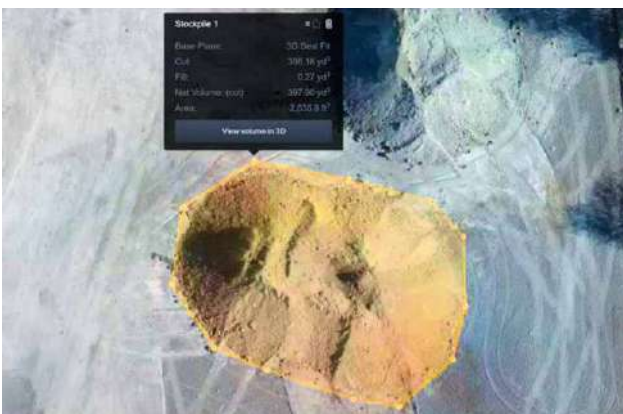


Figura 6. Medición del volumen de existencias en un sitio minero.

### Medidas volumétricas de existencias

Con el software de mapeo 3D también es posible obtener medidas volumétricas a partir de las mismas imágenes. Este método rápido y económico de medición es particularmente útil para calcular las existencias en minas y canteras para inventario o seguimiento.

Utilizando un dron, los topógrafos pueden capturar muchos más puntos de datos topográficos, por lo tanto, realizar mediciones de volumen más precisas. Los drones permiten realizar las medidas volumétricas de una manera mucho más segura que si tuvieran que subir y bajar los montículos a medir. Ello, debido a que los drones capturan los datos desde arriba, las operaciones en el sitio no se interrumpirán. El corto tiempo de adquisición permite capturar una instantánea del sitio en un momento específico.

### Monitoreo de pendientes

Con las imágenes proporcionadas por los Drones y mediante el análisis del Sistema de Información Geográfica (SIG) automatizado, es posible extraer mediciones de pendientes del tipo MDT (Modelo digital del terreno) en el cual solo se usa la capa del suelo, eliminando todos los demás elementos de vegetación (árboles) y estructuras (construcciones) del terreno y también del tipo MDS (Modelo digital de superficie) el cual representa a los elementos del terreno. Con esta información las áreas se pueden clasificar y usar para fines de monitoreo de pendientes, incluida la mitigación y prevención de deslizamientos de tierra.

Una imagen de ortomosaico, también conocida como ortoimagen, ortofoto u ortofotografía, es una imagen aérea de alta resolución tomada por un dron. Cuando se unen estas imágenes con un software especializado mediante un proceso llamado ortorectificación, se pueden utilizar para crear un mapa muy detallado y sin distorsiones, así como mejorar la visibilidad de los detalles que pueden no ser visibles utilizando técnicas de fotogrametría más comunes. La ortorectificación elimina la perspectiva de cada imagen individual para crear consistencia en todo el mapa, manteniendo el mismo nivel de detalle de la imagen original.

Con ortomosaicos tomados en diferentes momentos, es posible detectar cambios en el movimiento de la tierra y medir su velocidad. Estos datos pueden ayudar a predecir deslizamientos de tierra y prevenir daños potenciales a carreteras, vías férreas y puentes.



Figura 7. A partir de esta imagen, es posible comparar qué parte del terreno se mueve más rápido o más lento. La longitud de los trazos representan la velocidad del movimiento de la tierra. Cuanto más largo sea el trazo, más rápido será el movimiento de la tierra.



En comparación con las técnicas de monitoreo tradicionales, donde los sensores se colocan en puntos únicos, los drones permiten una recopilación de datos más completa. Los drones con capacidad PPK (Post Processed Kinematic), que no requieren la instalación de múltiples PAF (Puntos de apoyo fotogramétrico), son óptimos para esta aplicación, ya que estas áreas a menudo son difíciles de alcanzar por su peligrosa ubicación.

## Urbanismo

El desarrollo de áreas urbanas, cada vez más densas y complejas, requiere una planificación intensiva y, por lo tanto, una costosa recopilación de datos que requiere mucho tiempo. Gracias a los drones, los planificadores urbanos pueden recopilar grandes cantidades de datos actualizados en un corto periodo de tiempo y con mucho menos personal. Las imágenes producidas de esta manera permiten a los planificadores examinar las condiciones sociales y ambientales existentes de los sitios y considerar el impacto de diferentes escenarios.



Figura 8. Mapa aéreo con zonas de construcción, así como edificios existentes y proyectados.



Figura 9. Mapa aéreo con edificios proyectados en 3D en la parte superior.

Gracias a los modelos 3D, los edificios también se pueden superponer fácilmente a su entorno, dando a los planificadores y ciudadanos una perspectiva experimental de un proyecto de desarrollo complejo. Los modelos 3D también permiten el análisis y visualización de sombras proyectadas y perspectivas de vistas.

## ¿Qué tipo de resultados puedes esperar con la topografía con drones?

Depende de la cámara o sensor y del software que se esté utilizando para el postprocesamiento. Las cámaras de mapeo RGB, junto con la mayoría del software de fotogrametría, pueden producir los siguientes datos:

### a) Mapas de Ortomosaicos

Las imágenes de drones se corrigen para detectar la distorsión de la imagen y se unen durante el postprocesamiento para crear un mapa ortomosaico de alta precisión. Cada píxel contiene información geográfica 2D (X, Y) y puede obtener directamente mediciones precisas, como distancias horizontales y superficies.



Figura 10. Mapa generado a través de un ortomosaico.

### b) Nubes de puntos 3D

Se puede generar una nube de puntos densificada a partir de imágenes de drones. Cada punto contiene información geoespacial (X, Y, Z) y de color. Proporciona un modelo muy preciso para mediciones de distancia (incluida y horizontal), área y volumen.



Figura 11. Mapa generado a través de la nube de puntos.

**c) Modelos digitales de superficie (MDS)**

Las imágenes de drones también se pueden utilizar para crear modelos MDS del área. Cada píxel contiene información 2D (X, Y) y la altitud (valor Z) del punto más alto para esta posición.



Figura 12. Modelo MDS de un trabajo topográfico.

**d) Modelo digital de terreno (MDT)**

Después de filtrar objetos como edificios, las imágenes de drones se pueden usar para crear MDT con cada píxel que contiene información 2,5D (valor X, Y y Z de la mayor altitud).

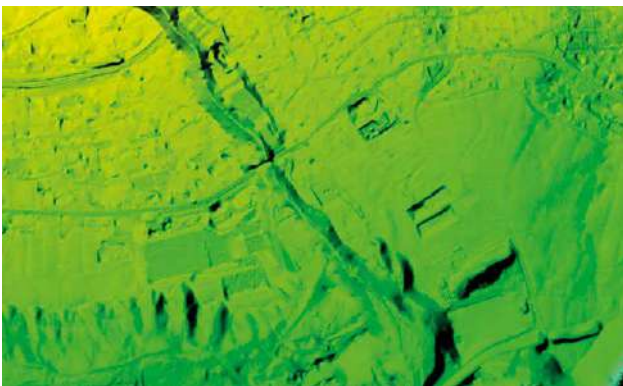


Figura 13. Modelo MDT de un trabajo topográfico.

**e) Malla texturizada**

La malla texturizada 3D es una reproducción de los bordes, caras, vértices y textura del área filmada por el dron. Este modelo es más útil para la inspección visual o cuando los accionistas externos o la participación pública es esencial para un proyecto.



Figura 14. Mapa elaborado con una malla texturizada.

**f) Curvas de nivel**

Dependiendo de los requisitos del proyecto, se puede usar el modelo MDT o MDS con intervalos de contorno personalizados, para crear un mapa de líneas de contorno, lo que te brinda una mejor comprensión de la superficie del área tomada por el dron.

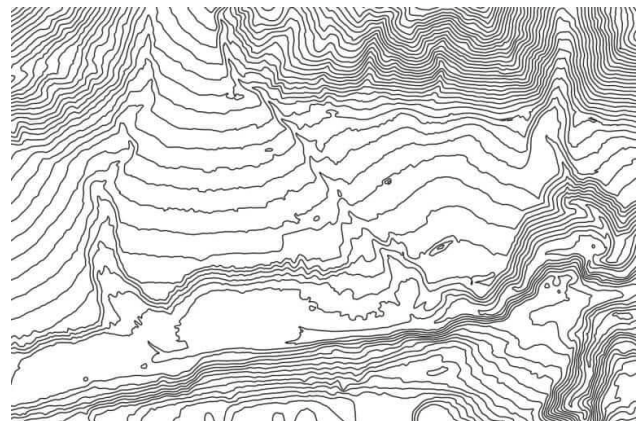


Figura 15. Curvas de nivel generadas postprocesamiento.

**¿Qué tan preciso es un levantamiento topográfico con drones?**

El rendimiento y el tipo de dron, la calidad de sus componentes, la resolución de la cámara, la altura a la que vuela el dron, la vegetación y el método, así como la tecnología utilizados para geolocalizar las imágenes aéreas, pueden influir en gran medida en la precisión del mapeo de levantamientos topográficos con drones.

# Cañones submarinos y su relación con la propagación de tsunamis



Bachiller Paul Quispe Solano  
quispesolanopaul@gmail.com

Los cañones submarinos son importantes morfologías erosivas en la plataforma continental cuya existencia puede repercutir en gran manera sobre algunos fenómenos como la propagación de tsunamis, con lo cual se hace de suma utilidad su caracterización y comprensión.

Submarine canyons are important erosive morphologies on the continental shelf and its presence can affect some phenomena such as the propagation of tsunamis, so their characterization and understanding are very useful.

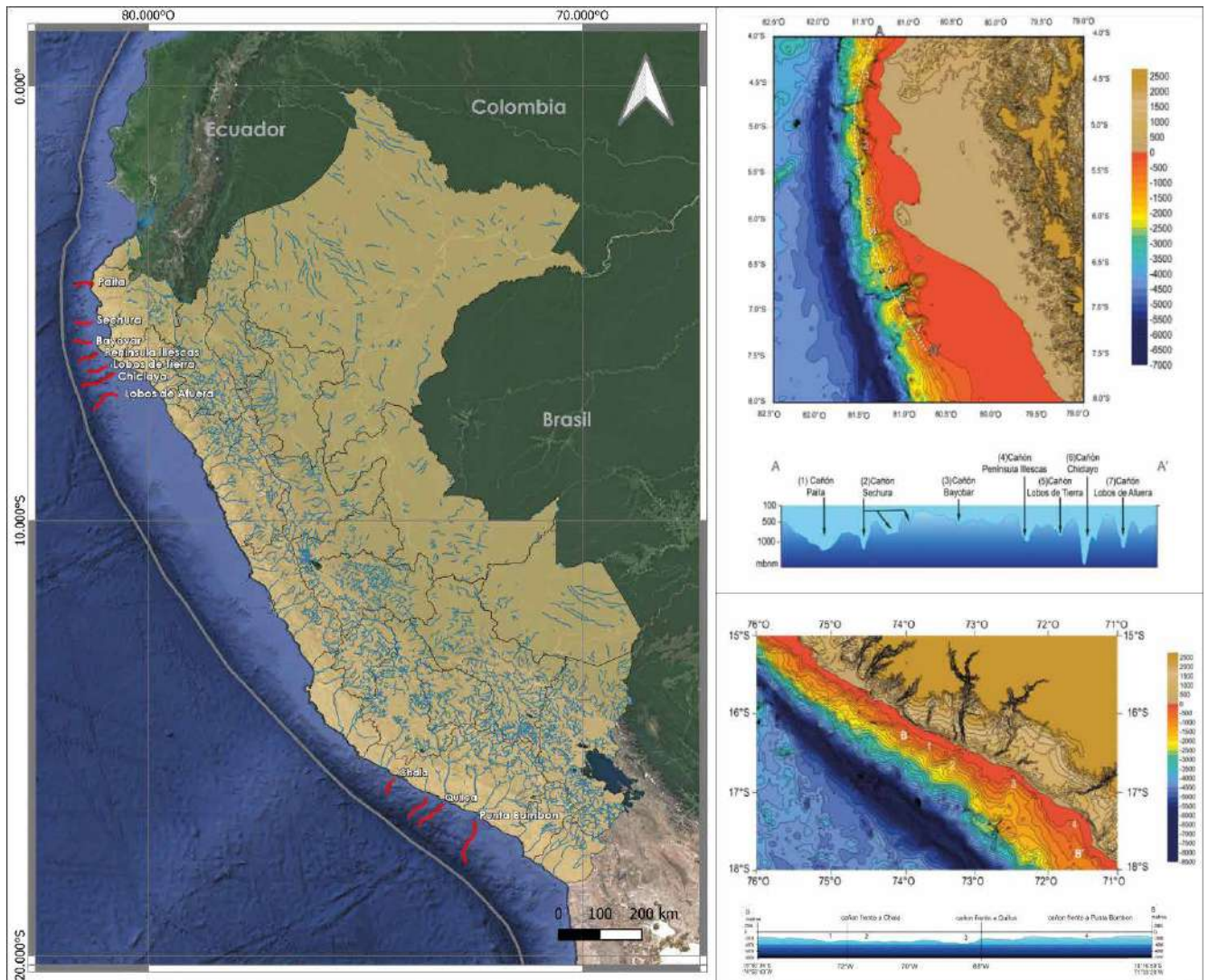


Figura 1. Principales cañones submarinos identificados a lo largo del margen continental peruano (Modificado de INGEMMET, 2019).

Los cañones submarinos son geofomas erosivas generalmente profundas y angostas que se extienden desde el borde de la plataforma y llegan algunas veces hasta la fosa. Actúan como un medio de transporte de sedimentos desde las zonas costeras hacia ambientes marinos profundos. En el margen continental peruano se han identificado 17 cañones submarinos los cuales se ubican al norte de la latitud 7° y al sur de 16° (INGEMMET, 2019), la figura 1 muestra la localización de los principales cañones identificados con batimetría regional. En el 2019, Cerpa et. al. realizaron la caracterización morfológica del Cañón de Talara con batimetría de alta resolución, diferenciando tres segmentos: cabecera del cañón, sector medio y sector distal.

### ¿Cómo influye la presencia de un cañón submarino a eventos de tsunami?

Aranguiz y Shibayama desarrollaron en el 2013 un estudio que puede responder a esta pregunta. El terremoto del 2010 en Chile ocurrió el 27 de febrero a las 3:34 hora local, con magnitud 8.8 Mw, y con coord-

nadas del epicentro 35°54'32" S; 72°43'59" W; frente a la región de Biobío (actual región de Ñuble). Consecuencia de las características del sismo, se generó un tsunami que afectó muchas bahías alrededor, con inundaciones que llegaron entre 6 a 8 m; sin embargo, en el río Biobío no se evidenció inundación y en el sector de San Pedro de la Paz la afectación fue de 2 m.

En un estudio previo, Aranguiz (2011) menciona que la presencia de un cañón en la desembocadura de un río podía influir en la propagación de un tsunami pudiendo las olas cambiar de dirección debido a la refracción, entendiéndose por esto que las olas no afectarían a las costas justo enfrente del cañón, en comparación con las zonas adyacentes.

Para estudiar la influencia del cañón de Biobío en la propagación de tsunami, Aranguiz y Shibayama realizaron modelación numérica tomando una batimetría ideal o teórica de tal forma que se tenga solo en cuenta la presencia del cañón, con la cual pudieron observar la variación del run-up tomando diferentes parámetros de largo, profundidad y ancho del cañón teórico.



Figura 2. Epicentro del sismo de Chile 2010 y lugares afectados por el tsunami. Se muestra la ubicación del cañón de Biobío, frente al río del mismo nombre.

### Resultados

Los principales resultados y conclusiones obtenidos en el estudio fueron:

- Los cañones submarinos influyen fuertemente en la propagación y runup de tsunamis. Los parámetros que más influyen en la propagación son el largo y el ancho del cañón.
- El cañón produce una variación de amplitudes de ola a lo largo de la costa, el run-up frente al cañón llega a ser menor y se puede observar una amplificación de longitudes de onda a cada lado del cañón, llegando en algunos casos a ser casi el doble de longitud de onda

que el caso sin la presencia del cañón.

- Los cañones también afectan al tiempo de llegada de la onda de tsunamis a la costa, el tsunami llega antes a la parte directamente frente al cañón.

Estos resultados fueron cotejados también para casos de otros tsunamis semejantes al de Chile 2010, mostrando similares patrones de comportamiento.

### Conclusiones

La presencia de un cañón submarino influye en la propagación y run-up de un tsunami.

Es necesario realizar un estudio y toma de información a detalle en los cañones submarinos identificados a lo largo del margen continental peruano para encontrar la influencia en la manifestación de tsunamis locales, regionales y lejanos.

Es posible que existan otras variables que determinen la influencia del cañón submarino a la manifestación de un tsunami, como el ángulo del talud, la morfología costera relacionada, entre otros; los cuales se pueden comprobar evaluando escenarios en los cañones del norte y sur en Perú.

### Bibliografía

- Aranguiz R., Shibayama T. (2013). Effect of submarine canyons on tsunami propagation: a case study of the Biobío canyon, Chile. Coastal Engineering Journal, Vol. 55, No. 4 (2013).
- Aranguiz, R. (2011) "Preliminary study on the effect of Biobío Canyon on tsunami propagation,"
- XXth Congress on Hydraulic Engineering, Santiago, Chile, October 2011.
- Cerpa L., Herbozo G., Anco O., Morales M., Herrera J. (2018). Caracterización geomorfológica del cañón submarino de Talara. Publicación Especial N° 14 - Resúmenes ampliados del XIX Congreso Peruano de Geología - 2018, 447 - 450.
- INGEMMET (2019). Informe Técnico N° A 6913. Estudios de Geología Marina en el Perú. Dirección de Geología Regional, Julio 2019.

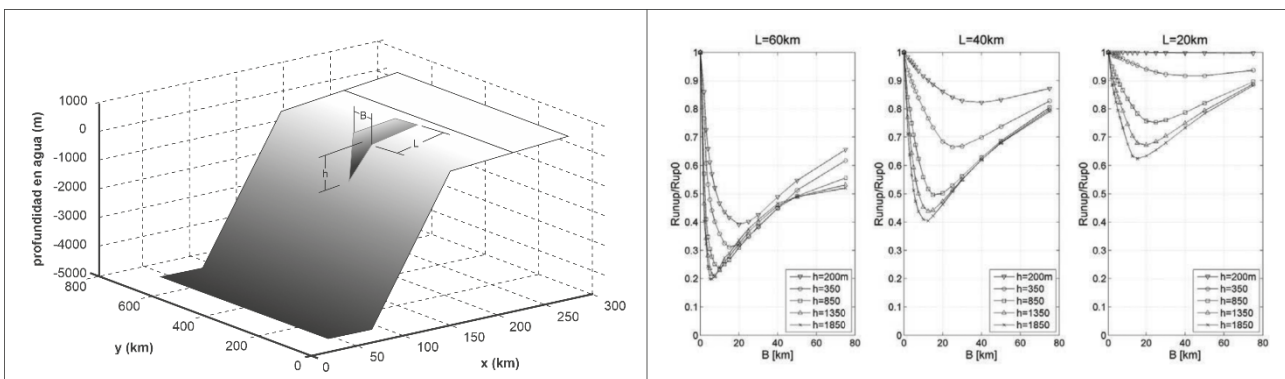


Figura 3: Modelo teórico tomado para el modelado y resultados obtenidos (modificado de Aranguiz y Shibayama, 2015).

# Eficiente Red Geodésica en Boyas de Señalización Náutica



Ingeniera Luzmila Sánchez Díaz  
lsanchez@dhn.mil.pe



El Sistema de Balizamiento Marítimo son Ayudas a la Navegación, de acuerdo a lo que establece la IALA/AISM (Asociación Internacional de Autoridades de Faros y Ayudas a la Navegación Marítima), para evitar los peligros existentes mediante el uso adecuado del sistema, junto con documentos y cartas náuticas oficiales para una navegación prudente, en la cual se incluyen las directrices y ofrece un sistema de monitoreo, a través del Sistema de GPS a las ubicaciones de boyas, distribuidas en nuestro litoral.

The Maritime Beaconing System are Aids to Navigation, as established by the IALA/AISM (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities), to avoid existing dangers through the proper use of the system, along with documents and official nautical charts for prudent navigation, which includes guidelines and provides a monitoring system, through the GPS system to the locations of buoys, distributed along our coastline.

El empleo de estas boyas de señalización se realiza bajo la normativa general de implementación, evitando rupturas, enganches con algún objetivo y respetando el color que corresponde, según el tipo de señalización de la boya.

Los principios generales del sistema son la seguridad en la navegación que recae en el navegante, mediante el uso adecuado de las ayudas a la navegación junto con los documentos y cartas náuticas oficiales y una navegación prudente, que incluye la planificación de la travesía, como definen las resoluciones de la OMI. Esta organización brinda a todos los usuarios una guía sobre el Sistema de Balizamiento Marítimo y otras Ayudas a la Navegación.

Dentro del Sistema de Balizamiento Marítimo existen 6 tipos de señales que pueden utilizarse en forma individual o combinada. El navegante puede distinguirlas fácilmente gracias a la identificación de sus parámetros. Las marcas laterales presentan diferencias entre las regiones de balizamiento, en tanto que los otros 5 tipos de señales son comunes a ambas regiones.

La instalación, reparación y mantenimiento de boyas de cualquier tipo y material, consiste en:

- Mantenimiento preventivo e integral.
- Armado, traslado y fondeo de boyas en todas partes del litoral.
- Mantenimiento y reparación de flotadores de acero, de fibra de vidrio y polietileno.
- Servicio de arenado al blanco o parcial de flotadores y partes metálicas.
- Calibración del casco de acero del flotador, reparación o reemplazo.
- Mantenimiento, reparación y aplicación de plan de pintura.
- Mantenimiento, supervisión, reparación e instalación de soportes o equipos adicionales.
- Inspección de posible corrosión de pernos o tornillos aflojados y signos de que se haya movido, desajustado o desequilibrado la superficie a causa de una holgura o deformación de algún elemento de la estructura.
- Mantenimiento, reparación o cambio de sistema de fondeo [cadenas, grilletes y peso muerto].
- Los trabajos en las boyas pueden llevarse a cabo "in situ" o en las instalaciones de mantenimiento.
- Cambio de Ánodos de Zinc.
- Recuperación de boyas a la deriva y su reinstalación.

Anteriormente, a consecuencia del desprendimiento de boyas a causa del rompimiento de cadena o desgaste de eslabones la boya estaba a la deriva. Actualmente, existen algunas boyas que tienen un sistema

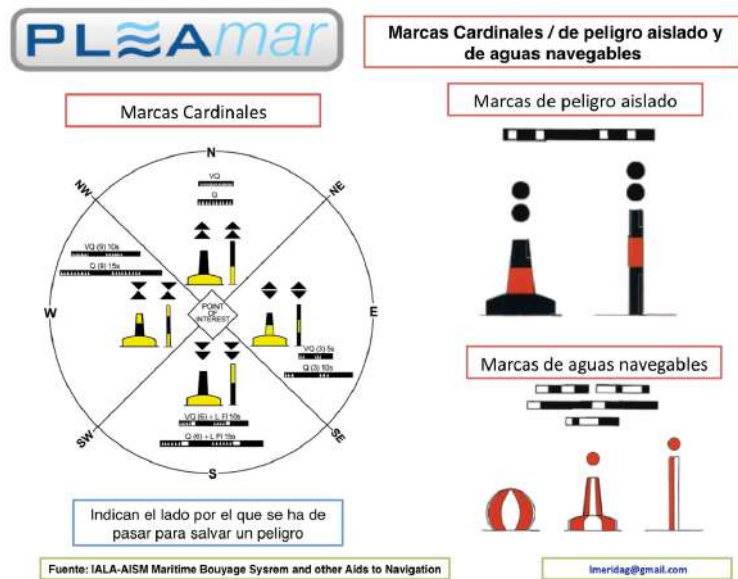


Figura 1. Tipos de Señalización de boyas.

de GPS (Global Position System) que en caso de desfasarse de su posición original envía una señal de alerta hasta la estación tierra que, inmediatamente, es detectada para enviar al personal especializado.

El Departamento de Señalización Náutica se encarga del monitoreo continuo a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que se encuentra estratégicamente distribuido en un área determinada del litoral. En cada estación [boya] que contenga un GPS se efectúa un levantamiento geodésico para determinar su posición altamente precisa, los cuales son transmitidos por el Sistema de Satélites de Navegación Global (GNSS). El GPS es indispensable en todos los sistemas de transporte del mundo ya que sirve de apoyo a la navegación aérea, terrestre y marítima.

Para las boyas que no tienen un GPS implementado, existe en el mercado pequeños transmisores portátiles. Con esos dispositivos, el usuario puede determinar con exactitud su ubicación y zona de borneo.

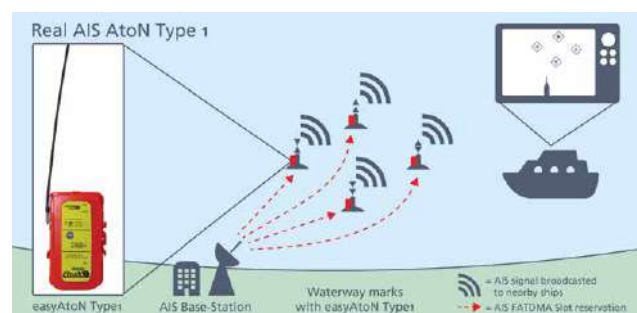


Figura 2: Red Satelital GPS en boyas.

### Conclusión

Para minorizar las pérdidas de boyas y prevenir en cada mantenimiento la ruptura de cadena o cambios de grilletes, es importante la utilización de un sistema de control o monitoreo, y por acondicionamiento en este tipo de boyas utilizadas para la señalización náutica, es factible colocar un dispositivo GPS que permita controlar su posicionamiento o encontrarla en menos tiempo, siempre y cuando la boya se desprenda de la cadena de tren de fondeo (rozadero).

Este sistema satelital actualmente viene en las linternas marinas con la sincronización del GPS para dar la ubicación en tiempo real del posicionamiento de instalación o ubicación.

### Bibliografía

- [https://www.puertos.es/Documents/1-IALA-MBS\\_2010%20ES-PdE.pdf](https://www.puertos.es/Documents/1-IALA-MBS_2010%20ES-PdE.pdf)
- <https://www.ideca.gov.co/recursos/glosario/red-geodesica>
- <https://www.gps.gov/spanish.php>
- <https://weekend.perfil.com/noticias/nautica/como-evadir-las-boyas.html>
- <https://www.dimar.mil.co/dimarinstalanuevasboyasenprovidencia>
- <https://www.almarin.es/es/senales-maritimas/boyas>
- <https://www.bisermar.com/boyas/>
- Asimismo, se debe considerar la Circular SN/Circ. 107: Sistema de Balizamiento Marítimo.





# Determinación de la línea de costa empleando imágenes de radar Sentinel 1



Geógrafo Moisés Molina Vicharra  
mmolina@dhn.mil.pe



Una de las principales características de la costa peruana es que la mayor parte del año se encuentra cubierta de nubes, condición que dificulta su monitoreo empleando imágenes de satélite del tipo óptico como es el caso del satélite peruano PeruSat-1.

Muchas veces se ha requerido contar con imágenes que permitan identificar cambios en la morfología costera o en el mismo mar, como el caso de los derrames de petróleo, o tal vez los cambios que se producen en las épocas de lluvia en las desembocaduras de los ríos costeros, siendo casi imposible lograrlo por las condiciones meteorológicas que apremia nuestra costa peruana.

One of the main characteristics of the Peruvian coast is that most of the year it is covered by clouds, a condition that makes it difficult to monitor using optical satellite images such as the Peruvian satellite PeruSat-1.

Many times it has been required to have images that allow us to identify changes in the coastal morphology or in the sea itself, as in the case of oil spills, or perhaps the changes that occur in the rainy season at the mouths of coastal rivers, being almost impossible to achieve this due to the weather conditions that our Peruvian coast has to face.

La identificación de la línea de costa es importante por motivos topográficos y cartográficos. La costa sirve como base de referencia y se utiliza en las cartas náuticas con fines de navegación. Su delimitación ahora es de suma importancia a raíz de los terremotos y tsunamis que provocan cambios de forma casi completa, redibujando las costas afectadas.

Este estudio pretende generar una identificación de la línea de costa de forma semiautomática y se detallan los procedimientos para la delimitación de la línea de costa a partir de una imagen de radar Sentinel-1. La escena de imagen de radar Sentinel-1 se procesó utilizando una técnica de filtrado mejorada para identificar y extraer la línea de costa del área cerca de la bahía Ferrol. La imagen de Sentinel-1 tiene muchas ventajas sobre las imágenes ópticas, debido a su capacidad para penetrar la capa de nubes y en la de detección nocturna, para la detección de embarcaciones en la noche.

### Materiales y Métodos

El área de estudio que se ha establecido para este proyecto pertenece al departamento de Ancash, provincia del Santa, entre las coordenadas 08°57' S, 78°21' W y 09°27' S, 78°45' W. Se ha establecido esta área por contener diversa morfología costera como lo es la bahía Ferrol y las diferentes islas e islotes que la circundan, además de las puntas, cerros y playas que la conforman.

Para la realización de este trabajo se ha requerido los



Figura 1. Área establecida del proyecto. Departamento de Ancash, provincia de Santa.

siguientes hardware y software:

- Estación de trabajo optimizada.
  - Software SeNtinel Applications Platform (SNAP) Version 8.0.
  - Software ArcGIS Desktop
  - Imágenes satelitales tipo radar Sentinel-1.
- Las imágenes satelitales Sentinel se encuentran a

disposición de todos los investigadores y comunidad de estudiantes de manera gratuita. Las imágenes de satélite se encuentran disponibles en el servidor Copernicus Open Access Hub de la Agencia Espacial Europea (ESA) (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). Dentro de esta aplicación se podrá tener acceso a los diversos productos de la Agencia Espacial Europea (ESA), como son las imágenes de los diversos satélites entre ellas: Sentinel-1, Sentinel-2, y Sentinel-3.

La imagen de radar Sentinel-1 escogida para los

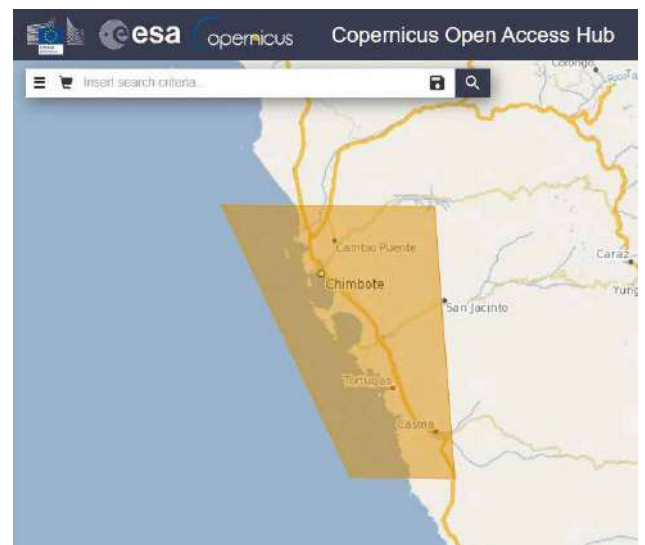


Figura 2. Plataforma de descarga de imágenes Sentinel, Copernicus Open Access Hub.

finest establecidos es de fecha 30/09/2022, y presenta varias características que deben de establecerse al momento de realizar la descarga; estas son las siguientes:

- Plataforma de satélite: Sentinel 1 A (S1A)
  - Tipo de producto: GRD
  - Polarización: VV+VH
  - Modo Sensor: IW
- Las imágenes del tipo GRD (Ground Range Detected),

**Mission: Sentinel-1**

Satellite Platform	Product Type
<input type="text" value="S1A_"/>	<input type="text" value="GRD"/>
Polarisation	Sensor Mode
<input type="text" value="VV+VH"/>	<input type="text" value="IW"/>
Relative Orbit Number (from 1 to 175)	
<input type="text"/>	

Figura 3. Características a considerar para la descarga de la imagen Sentinel-1.

son productos SAR de nivel 1 que han sido proyectados usando un modelo elipsoidal de la Tierra. Estos productos podemos encontrarlos además con 3 resoluciones: Full Resolution (FR), High Resolution (HR) y Medium Resolution (MR). Además, el modo de imagen IW (Interferometric Wide Swath) combina un ancho de escena de 250 km con una resolución moderada de 5x20 m, este modo es usado frecuentemente por defecto debido a su resolución intermedia y mejor representación sobre la superficie de la tierra. La polarización en una imagen de radar significa la orientación del campo eléctrico de la onda electromagnética, los radares transmiten en una o más polarizaciones y después reciben la onda dispersada.

Luego de establecer estos criterios antes mencionados procedemos a realizar la búsqueda de la imagen que cumpla con los requisitos en la plataforma de la ESA, identificando la imagen idónea a utilizar.

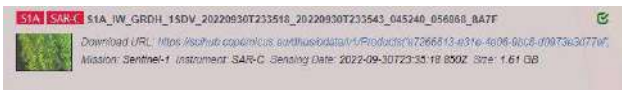


Figura 4. Descripción de imagen satelital de radar Sentinel-1, disponibles para su descarga.

## Tratamiento de imágenes

Adquirida la imagen, es necesario realizar una serie de procesos que permitan dar una mejor calidad a la imagen y, más importante aun, dar una referencia espacial o corrección geométrica debido a que nuestra imagen está en una modalidad y tipo que no incluyen pre-procesamiento alguno. Los procesos se realizarán en una secuencia consecutiva que se detalla a continuación:

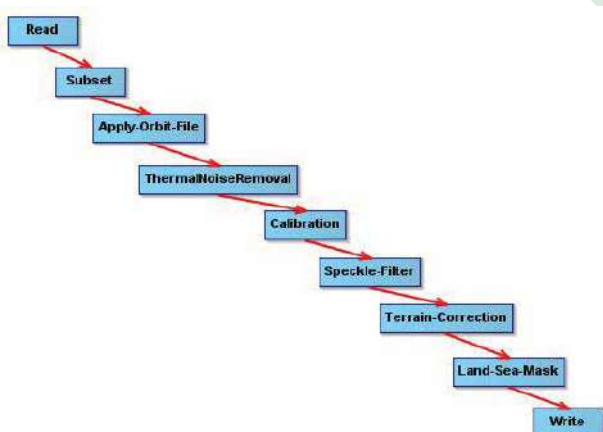


Figura 5. Secuencia de procesos a realizar a la imagen de radar Sentinel-1.

### Spatial Subset

Si no se está interesado en la imagen completa, se puede especificar un área en específico, en nuestro caso nuestra área está comprendida en las cercanías de la

bahía Ferrol. Se puede especificar el área manualmente ya sea por coordenadas de píxeles o geográficas. También se puede señalar un submuestreo, configurando los valores de Escena X e Y.

Cuando la entrada es un producto de varias bandas espectrales se encuentra disponible un combo para seleccionar la banda de referencia.

### Apply Orbit File

Los vectores de estado de órbita, proporcionados en los metadatos de un producto SAR, generalmente no son precisos y se pueden refinar con los archivos de órbita que están disponibles días o semanas después de la generación del producto.

El archivo de órbita proporciona información precisa sobre la posición y la velocidad del satélite; en base a esta información se actualizan los vectores de estado de órbita en los metadatos abstractos del producto.

### Apply Thermal Noise Removal

La corrección está referida al ruido térmico en el sensor, y se puede aplicar a los productos Sentinel-1 Level-1 SLC, así como a los productos Level-1 GRD que aún no se han corregido. Esta corrección se puede efectuar en función de las anotaciones del producto (es decir, para volver a introducir la señal de ruido que se eliminó). Los productos de nivel 1 de Sentinel-1 proporcionan un archivo de tabla de búsqueda (LUT) de ruido para cada conjunto de datos de medición. Los valores en la LUT de eliminación de ruido, proporcionados en potencia lineal, se pueden usar para derivar perfiles de ruido calibrados que coincidan con los datos GRD calibrados.

### Calibration Operator

El objetivo de la calibración SAR es proporcionar imágenes en las que los valores de los píxeles se puedan relacionar directamente con la retrodispersión del radar de la escena. Aunque las imágenes SAR sin calibrar son suficientes para el uso cualitativo, las imágenes SAR calibradas son esenciales para el uso cuantitativo de los datos SAR.

El procesamiento típico de datos SAR, que produce imágenes de nivel 1, no incluye correcciones radiométricas y permanece un sesgo radiométrico significativo. Por lo tanto, es necesario aplicar la corrección radiométrica a las imágenes SAR para que los valores de píxel de las imágenes SAR representen realmente la retrodispersión del radar de la superficie reflectante. La corrección radiométrica también es necesaria para la comparación de imágenes SAR adquiridas con diferentes sensores, o adquiridas del mismo sensor, pero en diferentes momentos, en diferentes modos, o procesadas por diferentes procesadores.

### Speckle Filter

Las imágenes SAR tienen texturas inherentes similares a la sal y la pimienta llamadas motas que degradan la calidad de la imagen y dificultan la interpretación de las características. Los moteados son causados por interferencia aleatoria constructiva y destructiva de las ondas de retorno, desfasadas pero coherentes dispersadas por las dispersiones elementales dentro de cada celda de resolución. La reducción del ruido moteado se puede aplicar mediante filtrado espacial o procesamiento multilook.

### Terrain Correction

Debido a las variaciones topográficas de una escena y la inclinación del sensor del satélite, las distancias pueden distorsionarse en las imágenes SAR. Los datos de imagen que no estén directamente en la ubicación Nadir del sensor tendrán algo de distorsión. Las correcciones del terreno están destinadas a compensar estas distorsiones para que la representación geométrica de la imagen sea lo más cercana posible al mundo real.

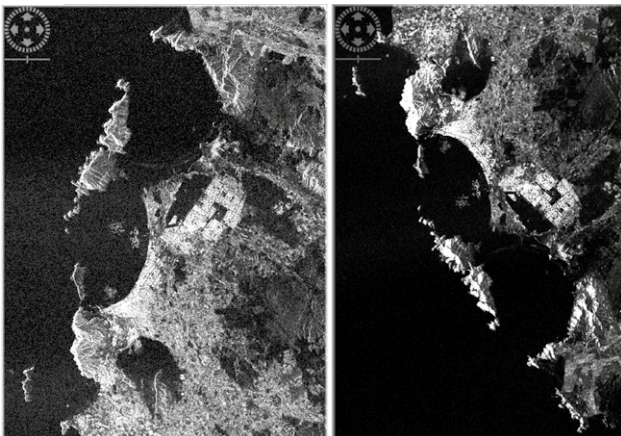


Figura 6. Imagen de radar Sentinel-1. Imagen izquierda sin correcciones. Imagen derecha con corrección Speckle Filter y Terrain Correction.

### Land-Sea Mask

La operación crear máscara [Mask] de tierra convertirá cualquier píxel en tierra en ningún valor de datos. Si la casilla de verificación preserva la tierra, se establece en verdadero. Todos los píxeles en tierra se conservarán y todos los píxeles en océano se establecerán en ningún valor de dato.

El operador descargará automáticamente un Modelo de Elevación Digital (DEM) de la Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM) de 5 minutos de precisión la primera vez que se utilice. Este DEM se utiliza para determinar muy rápidamente si un píxel está en tierra o en el océano. Alternativamente, también podría usarse una geometría del producto. Este podría ser creado por el usuario o un archivo Shape File (SHP) importado.

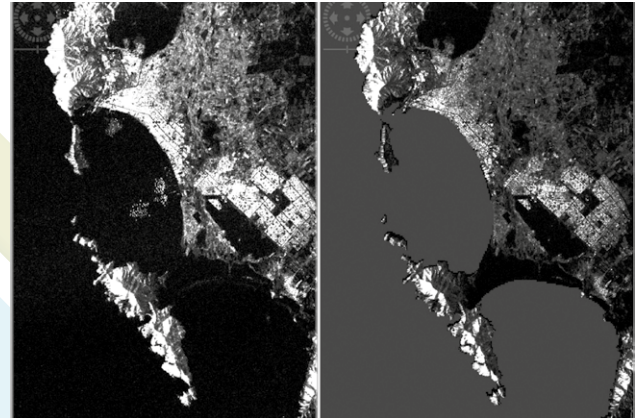


Figura 7. Imagen de radar Sentinel-1. Imagen izquierda sin algoritmo Land-Sea Mask. Imagen derecha con algoritmo Land-Sea Mask.

### Conclusiones

Este proyecto demostró la fiabilidad de los algoritmos para el tratamiento de las imágenes de radar, para reducir el ruido aleatorio sobre la superficie del mar especialmente cerca de la costa. Mejoró la diferenciación de los límites tierra-agua, lo que permitió una mejor delimitación de la costa. En general, las técnicas desarrolladas mostraron el potencial de las imágenes de radar para mapeo preciso de la línea de costa y será útil para monitorear los cambios en la línea de costa durante altas y bajas de las mareas, y la erosión de la costa.

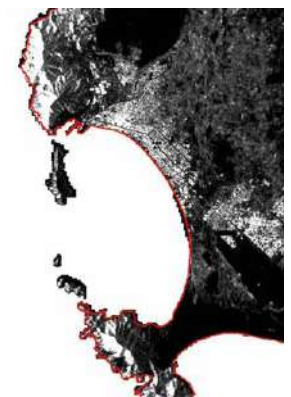


Figura 8. Vectorización de la Imagen de radar Sentinel-1, identificando la línea de costa, empleando el software ArcGIS Desktop.

Podemos precisar que el nivel de la cartografía a desarrollar podría estar desde la escala 1:50,000 a más, es decir a cartas recaladas, ruta y general. Como metodología de ayuda rápida es una buena opción para poder contar con cartografía actualizada.

### Bibliografía

- Avinash Kumara A.C. Narayana, K.S. Jayappa. Shoreline changes and morphology of spits along southern Karnataka, west coast of India: A remote sensing and statistics-based approach. 2009.
- Botero Camilo, Anfuso Giorgio, Rangel Nelson y Correa Iván. Coastal erosion monitoring in Colombia: overview and study cases on Caribbean and Pacific coasts. Edited by Luigi E. Cipriani, Regione Toscana and EUCC Italy. 2013.
- Dellepiane, S., de Laurentis, R. Coastline extraction from SAR images and a method for the evaluation of the coastline precision. Journal Pattern Recognition Letters-Special issue: Pattern recognition for remote sensing [PRRS 2002]. Volume 25 Issue 13, 1 October 2004. Pages 1461-1470.

# Resolución espacial de imágenes satelitales

## eficaz aplicación en estudios de análisis multitemporal



Ingeniero Geógrafo César Solórzano  
csolorzano@dhn.mil.pe



Ante la búsqueda y recopilación de información espacial para el estudio del medio físico, las imágenes satelitales son uno de los insumos primordiales, además que permiten mostrar lo más aproximado a la realidad, al servir de base para la extracción de información espacial, a través de un conjunto de herramientas para el procesamiento en los softwares de sistemas de información geográfica, que proporcionarán resultados a los diferentes análisis espaciales. Por ello, ante la gran variedad de satélites de observación terrestre de diferentes constelaciones, es importante conocer las características que estos presentan, con el fin de evaluar cuál es el indicado, de acuerdo a la temática de nuestro estudio, para agilizar los procesos y lograr óptimos resultados.

Before the search and compilation of spatial information for a study of the physical environment, satellite images are one of the essential inputs to be required. These images, in addition to showing what is closest to reality, serve as a basis for the extraction of spatial information, which, through a set of processing tools in geographic information system software, will allow the analysis, evaluation and provision of results to the different spatial analyses. For this reason, in the first place, given the great variety of Earth observation satellites of different constellations, it is important to know the characteristics that they present and to evaluate which one is indicated according to the theme of our study, in order to expedite the processes and obtain optimal results.



Figura 1. Constelación de satélites de Airbus.

### Variedad de satélites de observación de la tierra

Existe un gran número de satélites de observación en órbita, que facilitan a los usuarios adquirir imágenes gratuitas, a través de la descarga en plataformas web; entre estas, las más utilizadas son las imágenes provenientes de Landsat-8,9, Sentinel-2A, Cbers-4, Resourcesat-2, MODIS, GOES, entre otros. Además, también existen satélites ópticos de mejor resolución espacial, a los que se puede acceder a través de convenios o compra, como son las imágenes provenientes de los satélites Worldview-3, Spot-6/7, Pléiades-1A y 1B, Rapideye, Perusat-1, etc.

### Resolución espacial de las imágenes satelitales

Se conoce como resolución espacial, al tamaño que representa el pixel de una imagen con respecto a la realidad. Sabemos que el pixel es el “punto” más pequeño que compone una imagen satelital y básicamente determina cuán detallada es. Por lo tanto, este concepto designa al objeto más pequeño que se puede distinguir en la imagen. Por ejemplo, las imágenes Landsat alcanzan una resolución espacial de 15m y en Sentinel 10m. Por otro lado, dentro de los satélites con sensores de resoluciones submétricas se encuentran en Perusat-1 con 0.70m, Worldview-3 con 0.30m, Pléiades con 0.50m. A su vez, existen satélites como NOAA, el cual, su pixel representa un tamaño desde 500 a 1100m de lado, GOES con resolución máxima de 2km, entre otros.

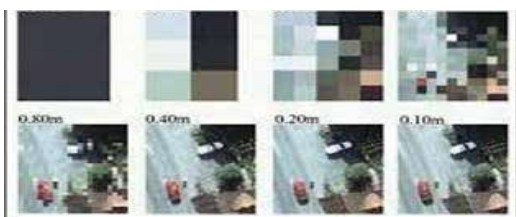


Figura 2. Tamaño de pixel en una imagen satelital.

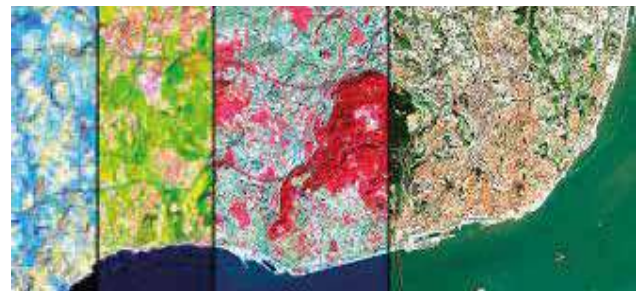


Figura 3. Resolución espacial de una imagen satelital.

### Análisis Multitemporal

La técnica de análisis multitemporal con imágenes de satélite se aplica a partir de la superposición de datos o información extraída del espacio geográfico en formato digital como mapas, imágenes de satélite, datos vectoriales, datos ráster, entre otros. Consiste en realizar un análisis con información cartográfica simultánea, correspondiente en diferentes épocas y asistido por un sistema de información geográfica. La superposición de análisis SIG es la combinación de datos espaciales (puntos, líneas o polígonos) que permiten crear un nuevo conjunto de datos vectoriales. Para ello, se coloca una capa sobre otra en una región específica que permite observar las diferentes características geográficas, los respectivos cambios y transiciones entre las épocas en análisis.

### Aplicaciones en el análisis espacial

Es importante conocer la temática del proyecto o análisis a realizar, además saber el ámbito y escala de trabajo en la cual estará representado el estudio geográfico. Determinar ello, servirá para hacer un diagnóstico sobre qué tipo de datos debemos de recopilar para satisfacer el análisis del operador o analista y así obtener mejores resultados en el producto final.

Esto quiere decir que, al realizar un mapa temático de un ámbito cuya área es muy extensa, con una escala de 1:50 000, el analista u operador, dentro de la variedad de ofertas de imágenes satelitales, recurrirá a una imagen gratuita de menor resolución espacial como una Landsat; ya que esta, al ser una imagen de gran cobertura, satisface al proyecto como un dato importante para la elaboración del mapa, sin la necesidad de recurrir a otras fuentes por las cuales se tenga que pagar para obtener dicha información.

Es así que las imágenes satelitales de resolución media (10 m a 30 m/pixel) servirán como un insumo importante para análisis de cambio en grandes extensiones como variaciones morfológicas de cauces de ríos en la selva, análisis de deforestación de un área extensa, mapear el avance de la minería ilegal en Madre de Dios y análisis de deshielo en la Antártida.

Por otro lado, cuando la temática del proyecto requiere detalle y mayor precisión, recurrir a fuentes gratuitas se torna inviable para el análisis espacial; por lo cual, es importante que el Estado tenga convenios internacionales, con países que tienen constelaciones de mayor tecnología para tener acceso a productos de satélites. De lo contrario se verá en la necesidad de adquirir las imágenes satelitales, mediante la compra a empresas de imágenes satelitales de alta resolución espacial, lo cual significaría un elevado valor dentro del presupuesto para realizar un proyecto o análisis multitemporal.

Entonces al realizar el diagnóstico de los datos requeridos para el análisis espacial, y se determina una escala de trabajo mayor para esa temática específica, [aproximadamente entre 1:10 000 a 1:1000], se tendría que recurrir a fuentes con resoluciones espaciales submétricas, las que servirían como base para análisis

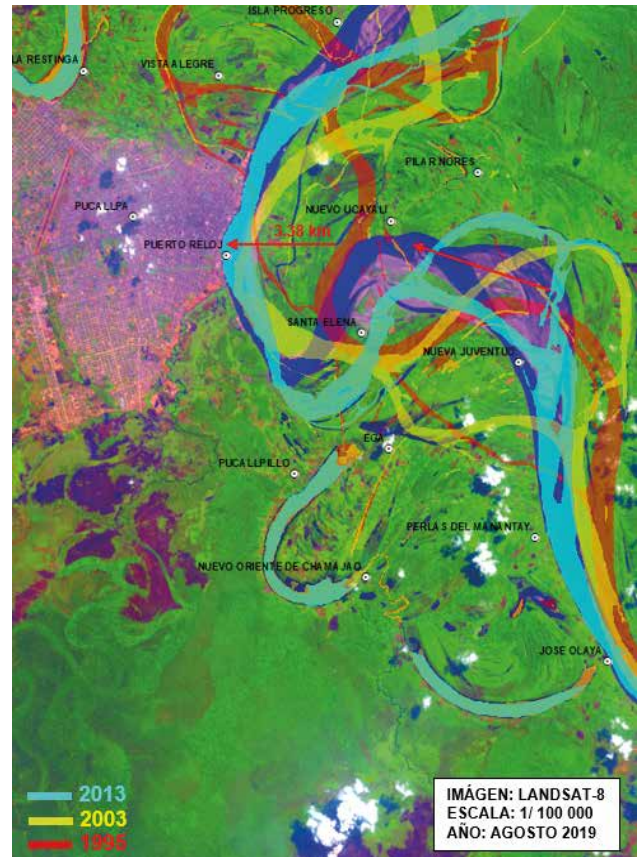


Figura 4. Análisis multitemporal del río Ucayali, con imágenes Landsat satelital.

en cambio de línea de costa por procesos de erosión y sedimentación, impacto de la erosión sobre un predio o cualquier construcción antrópica, extracción digital del catastro, análisis de erosión sobre una población aledaña al cauce de un río, etc.



Imagen 5. Cambio de la línea de costa en el distrito de San Miguel-Magdalena sLansatelital

NAVIGACIÓN

T.P. Chimbote

# Vigencia e importancia de las cartas náuticas impresas



Técnico Tercero Luis Quinde Múrguía  
lquinde@dhn.mil.pe

Con el transcurrir del tiempo la presentación de la carta náutica ha ido evolucionando, logrando pasar del formato de papel a la era digital y, en todo este proceso se suma y destacan las disposiciones e impulso de la Organización Hidrográfica internacional (OHI) y la Organización Marítima Internacional (OMI), entidades que determinan las normas consensuadas por los estados miembros para una mayor precisión de los productos cartográficos. Sin embargo, estos adelantos podrían traer también ciertas implicancias al dejar de utilizar las cartas tradicionales impresas durante la navegación.

Over time, the presentation of the nautical chart has been evolving, from the paper format to the screen presentation, due to electronic technological advances, which try to provide greater satisfaction to the navigator, and considering the provisions of the International Hydrographic Organization (IHO) and the International Maritime Organization (IMO), entities that determine the standards agreed by the member states, for greater consistency of cartographic products. However, the evolution to the digital world, and the stop using traditional printed charts during navigation could bring certain implications.



## Principios de las cartas náuticas

En relación a las recomendaciones de la Organización Hidrográfica Internacional en su publicación S-4, señala que las cartas cumplen dos funciones de acuerdo a su requerimiento:

### Navegación Marítima

Debido a que los servicios hidrográficos tienen la obligación de brindar cobertura de cartas náuticas de sus aguas nacionales, en la medida y escalas en que lo permita la seguridad de la navegación; de acuerdo a los tipos de buques, desde los más pequeños hasta los más grandes en todas las aguas costeras, incluyendo los puertos importantes visitados por los buques de mayor calado y los brazos de mar menores de interés puramente local. Es por esta razón, que las cartas náuticas se constituyen en importantes herramientas de navegación.

### Fuentes de Información

Las cartas náuticas nacionales, por lo general son publicadas a mayor escala, presentando la configuración detallada del lecho marino de alta mar. En tal sentido, los servicios hidrográficos tienen una responsabilidad de hecho, con respecto a sus aguas nacionales, las cuales son similares a los organismos cartográficos topográficos para áreas terrestres. La información sobre la forma del lecho marino es requerida por una diversidad de usuarios nacionales, además de los navegantes, interesados en construcciones costa afuera, contratistas de dragado, oceanógrafos, departamentos de defensa, administradores de zonas costeras, etc.

El efecto, combinado de ambos requerimientos, ha logrado que las cartas náuticas abarquen con gran detalle las aguas nacionales, lo que se refleja en las escalas mayores utilizadas para los portulanos y la existencia de, por lo menos, dos series costeras continuas, una de escala mayor y la otra de escala menor. Pero los buques que utilizan series de cartas nacionales no necesariamente emplean todas las cartas de gran es-

cala en sus derrotas, especialmente si las aguas no resultan complejas. Al navegar por el sur de la costa de Inglaterra, por ejemplo, los navegantes británicos a menudo prefieren la cobertura de segunda escala de 1:150.000 a la serie de 1:75.000 reduciendo, de este modo, la cantidad de cartas en uso y, por lo tanto, la cantidad de transferencias de posición entre estas láminas [A-102.2 de la publicación S-4 de la OHI].

Como se puede apreciar, no siempre es conveniente pasar a una escala de carta, que un sistema informático recomiende, sino lo que el navegante, en base a sus necesidades, experiencia y recursos disponibles escoja, motivo por el cual la navegación ha sido denominada como una ciencia y un arte.

## Legalidad de las cartas náuticas

### Carta oficial

En el capítulo V del convenio SOLAS se establece que las cartas náuticas deben ser publicadas por un servicio Hidrográfico autorizado que cumplan con este requisito tanto en formato "papel" o "digital".

La OMI siempre ha atribuido gran importancia a la mejora de la seguridad de la navegación; desde 1959 ha introducido una serie de medidas en forma de convenios, recomendaciones y otros instrumentos que los Estados firmantes están obligados a cumplir. En ese sentido, existen tres convenios que revisten particular interés para la navegación, el Convenio SOLAS, que cuenta con el capítulo V dedicado a la seguridad de la navegación, el Convenio sobre el Reglamento Internacional para prevenir los abordajes de 1972 y el Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar de 1978 [Conferencia sobre el Convenio de Formación].

De todos los convenios internacionales que se encargan de la seguridad marítima, en cuanto a llevar la carta náutica a bordo de un buque, entre los más importantes se pueden mencionar:

### Convenio SOLAS

Incluye en el capítulo V, las reglas que afectan a la carta náutica:

- Regla 2 (define las cartas y publicaciones náuticas)
- Regla 19, establece los requisitos de transporte para sistemas y equipos de navegación a bordo, donde especifica que todos los buques, independientemente de su tamaño, deberán tener cartas y publicaciones náuticas para la planificación de su ruta y llevar el pteo de sus posiciones durante su trayectoria; también se acepta la carta electrónica (ECDIS).
- Regla 27, nos indica el requisito de mantener actualizadas las cartas y publicaciones náuticas.



Para encontrar la velocidad, coloque una punta del compás en el valor de las millas náuticas recorridas y la otra punta en el valor de los minutos transcurridos. Sin variar la abertura del compás, coloque una de las puntas en el valor 60; la otra punta indicará la velocidad.

## ⚓ NAVEGACIÓN

La OMI, desde julio del 2002 estableció en Capitulo "V" de SOLAS sobre los requisitos de llevar ECDIS en buques con requerimiento de la OMI. Posteriormente, el 1 de enero del 2011 y por un periodo de siete años, estableció una enmienda sobre el uso del ECDIS, así como exige a otros buques su uso para cumplir la recomendación del citado convenio.

### **La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (United Nation Convencion on the Law of the Sea-UNCLOS)**

Define los límites marítimos sobre los cuales los estados Costeros tienen ciertos derechos, como son el mar territorial, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental, así como la ampliación de plataforma, y establece la necesidad de publicar estos límites en cartas náuticas y depositarlas en las Naciones Unidas, pero no especifica si éstas deben ser en formato de papel o electrónico.

En resumen, el uso de cartas y publicaciones náuticas en cualquier formato es una obligación para la navegación de los buques en cualquier parte del mundo. La implementación de la carta electrónica ha influenciado en la carta náutica de papel, mejorando su producción.

### **Tipos de cartas náuticas**

#### **Cartas náuticas impresas**

Las cartas náuticas en formato de papel (que resisten la humedad), es apropiada para efectuar el borrado de información temporal y puede ser graficada con lápiz. En tanto, la permanente es graficada en color magenta para realizar las actualizaciones publicadas en los avisos a los navegantes, que son emitidos mensualmente, incluyendo las zonas afectadas y sus respectivas cartas náuticas. Este formato se adapta a los requerimientos y estándares OHI/OMI, mediante la impresión de la carta en:

#### **• Impresión offset**

Este método que se encuentra en desuso, ha permitido la reproducción de imágenes sobre papel, con gran tiraje de cartas náuticas, las cuales deberán ser guardados en almacenes, para ser protegidas y actualizadas permanentemente.

El trabajo en esta impresora requiere la aplicación de una gran cantidad de tinta sobre una plancha de metal, que tiene aleación de aluminio; la desventaja de este método es que no es rentable, porque tiene que realizarse gran cantidad de impresiones. Estas cartas después de ser impresas, deberán ser actualizadas mensualmente con las correcciones que se publiquen en los avisos a los navegantes (AVILONA).



Máquina impresora Harris-Lum.



Aviso a los Navegantes.

#### **• Impresión bajo demanda (POD)**

Método actual de reproducción de cartas náuticas, donde se individualiza el requerimiento de impresión. Tiene la notable ventaja de reducir los costos de producción, porque permite imprimir cualquier requerimiento en plóter o impresora láser (de gran formato). Posee también la ventaja de contar con las correcciones del Avilona, de manera digital en la carta náutica.



Impresora digital bajo demanda.

### Cartas Náuticas Electrónicas

Las cartas náuticas en formato electrónico (carta electrónica), es un sistema de navegación digital e integrado, con el cual los navegantes pueden tener una información inmediata e incluye aspectos que ayudan a la seguridad del buque.

Existen dos tipos de estos sistemas. Una es de Información y Presentación de la Carta Electrónica (Electronic Chart Display and Information System - ECDIS), que cumple las normas de la OMI y el Convenio Internacional para la Seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS). La segunda está constituida por los sistemas de Carta Electrónica (Electronic Chart System-ACS), que se puede usar como ayuda a la navegación, pero no cumple con los requisitos de la OMI/SOLAS.



### Debate sobre leer en papel y leer en pantalla

Un hecho que puede aplicarse al comparar la navegación tradicional, en papel y con material de ploteo (como compases y reglas paralelas), con la actual navegación electrónica; es el debate que existe actualmente en la comunidad educativa y tecnológica, sobre el leer en papel frente al leer en una pantalla, que se ha denominado "la desventaja de la lectura digital y los libros electrónicos"

La lectura en medios digitales es una práctica extendida en nuestra sociedad, sin embargo, los lectores, incluso los más jóvenes, prefieren el medio impreso para leer en profundidad. Al leer en pantalla disminuyen la comprensión del texto, sobre todo si se trata de contenido informativo. Lamentablemente esta carencia en la lectura, y la concentración que se necesita para ciertas lecturas, aumenta en las nuevas generaciones, acostumbrados socialmente a la inmediatez.

La lectura digital favorece la distracción, lo que interfiere en las capacidades cognitivas necesarias para leer y comprender; entre ellas, la atención, la concentración y la memorización.

### Conclusiones

Como se puede apreciar, puede resultar arriesgado exigir a los navegantes emplear solamente el formato digital de cartas náuticas (CNE); son conocidas las consecuencias que tienen los medios digitales sobre los medios impresos (como en la lectura de textos); esto puede ocurrir también en el ámbito de la navegación, dado que al interrelacionar menos sentidos humanos mirando una pantalla, podría producirse un "exceso" de confianza, situación fatal en una navegación, utilizando los medios físicos como paralelas y compases, así como efectuando las correcciones manualmente, la interacción y compromiso serán mayor durante una travesía.

Los convenios internacionales sobre seguridad marítima han orientado la política internacional y las leyes internas de los países, estos han entendido que el transporte marítimo y de mercancías resulta vital para su desarrollo económico. Por esto resulta muy importante contar con la mayor cantidad de herramientas para brindar seguridad durante la navegación, sin caer en la tendencia de la inmediatez o economización de recursos. Es preciso señalar que no se debe confiar solamente en un sistema electrónico para dirigir o seguir un buque, sino también en la adecuada y paralela aplicación de una navegación tradicional a bordo.

La navegación marítima ha sido denominada "ciencia" y esta no debe detenerse sino adecuarse a su evolución. Este "arte", necesita de una destreza especial para saber gobernar una nave de un punto a otro, en forma eficiente y responsable, evitando los peligros y gestionando adecuadamente los imprevistos que se presenten con los recursos y conocimientos disponibles, sobre todo en un medio tan variable como el marítimo.

La navegación tradicional, con mayor interacción y compromiso del navegante, hace que este se encuentre mucho más pendiente y concentrado de su derrota, y de poder percatarse de los peligros; por lo cual es recomendable que la navegación tradicional se desarrolle de manera paralela a la navegación mediante sistemas de navegación electrónica.

### Bibliografía

- <https://armada.defensa.gob.es/archivo/rgm/2019/12/rgmdic2019cap07.pdf>
- <http://docplayer.es/184423216-El-futuro-de-la-carta-nautica-de-papel.html>
- <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/el-inconsciente-sale-a-la-luz-783/la-lectura-digital-en-desventaja-18011#:~:text=Ello%20nos%20retorna%20a%20la,esfuerzos%20cognitivos%20en%20ese%20medio>
- <https://www.imo.org/es/OurWork/Safety/Paginas/NavigationDefault.aspx>

# Servicio Mundial de Radioavisos Náuticos en la Dirección de Hidrografía y Navegación



Técnico Tercero Javier Barrientos Lagos  
jbarrientos@dhn.mil.pe



Técnico Tercero Miguel Mejía Camones  
mmejia@dhn.mil.pe



Las áreas NAVAREA son zonas geográficas en el mar, establecidas con el propósito de coordinar la promulgación por medio radial y satelital de toda información que atente contra la seguridad de la vida humana en el mar y represente peligro a la navegación.

A nivel mundial existen 21 áreas de navegación (NAVAREA); cada una con un respectivo coordinador nacional, responsable de recopilar y emitir la información marítima del área.

NAVAREA areas are geographical zones at sea, established for the purpose of coordinating the promulgation by radio and satellite of all information that threatens the safety of human life at sea and represents a danger to navigation.

Worldwide, there are 21 navigation areas (NAVAREA); each one with a respective national coordinator, responsible for compiling and broadcasting the maritime information of the area.

El área de navegación N°16 ha sido asignada al Perú; la delimitación de esta zona no guarda relación con las líneas fronterizas entre los estados, ni va en perjuicio de su trazado (figura 1).



Figura 1. Las coordenadas son 3°24' S y 18°21' S del litoral hasta el meridiano 120°00' W.

La Dirección de Hidrografía y Navegación, cumple funciones de "coordinador" del área NAVAREA 16, desde el año 2013, cuando se realizó el Comité de Seguridad Marítima, en su 92º periodo de sesiones (entre el 12 a 21 de junio de 2013).

En cumplimiento a lo dispuesto por la Organización Marítima Internacional (OMI), la Dirección recopila información de interés para el navegante, brindada por otros países coordinadores, oficinas hidrográficas, capitanías de puerto y buques en general; esta información es evaluada y emitida inmediatamente a la estación costera para su difusión en las frecuencias establecidas. Asimismo, es transmitida mediante el Sistema de la Organización Internacional de Telecomunicaciones Móviles por Satélite (IMSO).



Figura 2 Embarcación Incendiada.

El Coordinador NAVAREA XVI tiene las siguientes responsabilidades:

- Estar al tanto sobre el riesgo de seguridad de la navegación dentro de la zona bajo su responsabilidad.
- Evaluación de toda información, lo más rápido posible, y determinar si es pertinente para la navegación en la zona de responsabilidad. Figuras 2, 3 y 4



Figura 3. Faro Inoperativo.

- Dirigir y controlar la transmisión de los radioavisos, según lo estipulado en el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 (SOLAS).
- Difundir la cancelación de NAVAREAS que hayan dejado de ser válidas.
- Supervisar las transmisiones para cerciorarse que los radioavisos han sido transmitidos de forma correcta.
- Servir de punto central de contacto para cuestiones relacionadas con los radioavisos náuticos dentro de la zona nacional bajo su responsabilidad.
- Promover y supervisar el uso de las normas y estándares internacionales, y desarrollo de ejercicios sobre la difusión de avisos náuticos dentro de su zona NAVAREA.
- Verificar la vigencia de 42 días de los NAVAREAS, posteriormente los radioavisos que continúen vigentes serán cancelados y emitidos con una nueva NAVAREA, o serán incluidos en el próximo aviso a los navegantes.



Figura 4 Embarcación Semi-Hundida.

**Métodos de Transmisión:**

Durante el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar 1974, enmendado, se utilizan dos métodos para transmitir información sobre seguridad marítima en las zonas de cobertura de sus respectivas NAVAREAS, los cuales son:

**a. NAVTEX**

Transmisiones en aguas costeras de Paita, Callao y Mollendo (figura 5), llegando a cubrir una distancia de 250 millas desde la costa aproximadamente.

Este servicio permite que todos los buques dotados con un equipo receptor NAVTEX, reciban las emisiones de frecuencia media de 518 kHz, aquellos radioavisos náuticos e informes de urgencia para buques que naveguen dentro de la jurisdicción NAVAREA XVI.



Figura 5. Los Horarios establecidos para las zonas costeras:  
 Paita: 0700, 1100, 1900, 2300 Hora (UTC)  
 Callao: 0320, 1120, 1520, 2320 Hora (UTC)  
 Mollendo: 0340, 0740, 1540, 1940 Hora (UTC).

**b. Servicio internacional Safety NET**

Es un servicio del sistema de llamada intensificada a grupos (LIG) de INMARSAT y se planeó especialmente para la difusión de información sobre seguridad marítima como parte del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos, utilizando el idioma inglés, de conformidad con lo dispuesto en el Convenio Internacional para Seguridad de la Vida Humana en el Mar (figura 6).



Figura 6. Los horarios establecidos para transmisión por el Servicio Internacional Safety net son:  
 0500, 1700 Hora (UTC)

La recepción de los mensajes por medio del equipo Inmarsat-C, es una función obligatoria del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM).

Su transmisión abarca en todas las aguas del mundo, aproximadamente su cobertura global entre 76° Norte y 76° Sur y tiene la excepción en las regiones polares.

El 9 de febrero del 2020, la Organización Marítima Internacional (OMI), otorgó a la Dirección de Hidrografía y Navegación el certificado de autorización que permite transmitir los avisos a la navegación a través del servicio de llamadas grupales internacionales mejoradas de acuerdo con el manual OMI de los proveedores por satélite reconocidos (figura 7).



Figura 7. Certificado de autorización otorgado por la OMI.

Es importante recalcar que la Dirección de Hidrografía y Navegación como coordinador de la Navarea Nacional, cuenta con personal calificado y en permanente atención a los sucesos que puedan ameritar un radioaviso náutico NAVAREA, contando para ello con una guardia permanente las 24 horas del día, encargada de recolectar, analizar y difundir información sobre seguridad marítima, de manera oportuna.

**Abreviaturas utilizadas**

- Organización Marítima Internacional (OMI)
- Organización Internacional de Telecomunicaciones Móviles por Satélite (IMSO)
- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 (SOLAS).
- Kilohercios (kilociclos por segundo) [KHz]
- Sistema de Llamada Intensificada a Grupos (LIG)
- Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (SMSSM).

**Bibliografía**

- Manual Conjunto IHO/IMO/WMO, relativo a la información sobre seguridad marítima (ISM) S-53
- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 (SOLAS).

# ESTUDIOS AMBIENTALES y OCEANOGRÁFICOS



Instrumentos de Gestión Ambiental (IGAS) y Modelamiento Ambiental



Estudios Oceanográficos, Topográficos y de Entorno Ambiental



Planes de Contingencia, Estudios de Riesgo y Capacitación Ambiental



Gestión de Permisos Ambientales y de Ingeniería



Ingeniería Subacuática, Ingeniería Naval y Operaciones de Buceo



Asesoría y Consultoría Ambiental



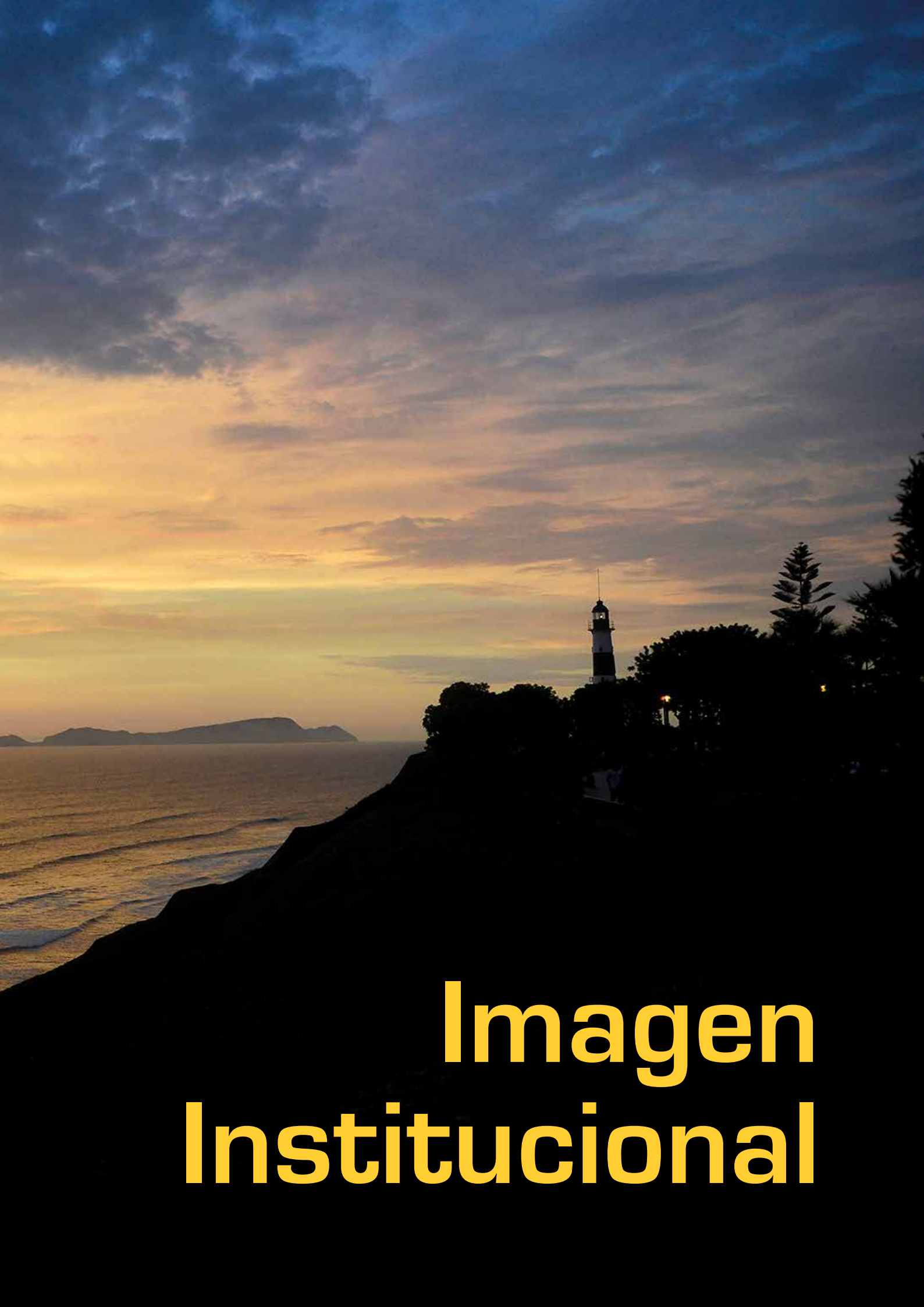
Gerenciamiento de Compromisos Ambientales



Estudios de Ingeniería Básica, Factibilidad y Viabilidad







# Imagen Institucional

# INSTITUCIONALES

## DIRECTOR DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN ES PRESENTADO POR EL DIRECTOR GENERAL DE CAPITANÍAS Y GUARDACOSTAS

En el desarrollo de una tradicional ceremonia, el 3 de enero, el Director General de Capitanías y Guardacostas, Vicealmirante Ernesto Colunge Pinto, presentó al Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida como Director de Hidrografía y Navegación de la Marina y exhortó al personal a obedecerlo y respetarlo en todos los actos del servicio dentro y fuera de la Institución.

Durante el acto se dio lectura a la Resolución Suprema de Nombramiento y se izó la insignia del nuevo Director, quien fue felicitado por el personal superior, subalterno y civil de la Dirección.

El Contralmirante Guerrero es calificado en Guerra de Superficie y en Hidrografía y Navegación. Ha realizado una Maestría en Comportamiento Organizacional y Recursos Humanos en la Universidad Ricardo Palma, seguido un Diplomado en Gestión Financiera en la Universidad San Ignacio de Loyola y ostenta una Maestría en Política Marítima en la Escuela Superior de Guerra Naval.

Destacan como recientes cargos, el ser designado como Comandante del Buque Oceanográfico con capacidad Polar B.A.P. "Carrasco", Agregado de Defensa a la Embajada del Perú en la República de Panamá, Sub Director de Salud y Director de Transporte Naval Terrestre.



## EN TRADICIONAL CEREMONIA SUBDIRECTOR ES PRESENTADO AL PERSONAL

Ante el monumento del Almirante Grau, el Director de Hidrografía y Navegación, Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida, presentó al Capitán de Navío Diego Gago Rojas, como Subdirector de la citada dependencia de la Marina de Guerra del Perú.

Durante el tradicional acto, realizado el 10 de febrero se rindió honores al personal naval que ofrendó su vida en el cumplimiento del deber, luego se dio lectura a la Resolución Suprema de Nombramiento y, enseguida, el Director felicitó al Comandante Gago por asumir el cargo asignado por la superioridad naval.

Como parte del reconocimiento a la autoridad naval, el personal en comisión le expresaron su saludo.

Antes de ser nombrado en el reciente cargo, estuvo en comisión diplomática como Agregado de Defensa a la Embajada del Perú en Australia.



## DIRECTORA GENERAL DE SOBERANÍA, LÍMITES Y ASUNTOS ANTÁRTICOS RECIBE VISITA DEL DIRECTOR DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN

El Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida, visitó a la Directora General de Soberanía, Límites y Asuntos Antárticos, Embajadora María Elvira Velásquez Rivas Plata, para tratar temas de interés común para ambas instituciones.

El Director asistió acompañado por el Jefe Técnico, Capitán de Navío Carlos Holguín Valdivia, y por el Jefe del Departamento de Proyectos Especiales y Asuntos Antárticos, Capitán de Navío Víctor Vivanco Moscoso,

En el curso de la reunión, se establecieron compromisos para ejecutar trabajos orientados a la política exterior y antártica.



# Marine Group



**Contamos con una certificación internacional  
ISO 9001 : 2015**



- Estudios EIA - EHO y gestión para el desarrollo y ocupación de áreas acuáticas.
- Operaciones de buceo en general, filmaciones y calibraciones submarinas. Inspecciones de obra viva de naves y muelles.
- Mantenimiento general de amarraderos multiboyas.
- Operaciones de descarga de naves en amarraderos multiboyas de GLP y productos químicos.

Jr. Chamochoyumbi 180 Urb. Maranga - San Miguel  
Telf: 451 5167 / 995 737 202 [www.marinegroup.com.pe](http://www.marinegroup.com.pe)

## RAPIMAGEN S.A.

PRE PRENSA DIGITAL - IMPRESIONES OFFSET - ACABADOS



PRE-PRENSA

PRENSA



POST-PRENSA

Ofrecemos la mejor ecuación: CALIDAD-PRECIO, garantizándoles la satisfacción total de sus impresos.  
Para nosotros, todos sus trabajos son importantes, por eso nuestro compromiso es cumplir en los tiempos ofrecidos.

**Oficina Principal:** Av. Arica Nro. 552 Int. 112 Urb. Breña, Lima - Lima - Breña

Teléfono: 715 2254 / Celular: 998 704119

**Sucursal:** Jr. Antonio Elizalde 480 Stand 217-218 - Lima

Teléfono: 240 1691 / Celular: 992 839334

[www.rapimagen.com](http://www.rapimagen.com)

## DIRECTOR DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN VISITA INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

Con la finalidad de fortalecer los lazos de cooperación interinstitucional y tratar temas técnico científicos en beneficio de la población costera vulnerable, ante la ocurrencia de algún sismo tsunami cerca a nuestras costas, el 27 de marzo el Director de Hidrografía y Navegación, Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida visitó las instalaciones del Instituto Geofísico del Perú (IGP) acompañado por el Jefe Técnico, Capitán de Navío Carlos Holguín Valdivia y la Jefa del Centro Nacional de Alerta de Tsunamis, Capitán de Corbeta Lorena Márquez Ismodes.

Como parte de la visita el Presidente Ejecutivo, Doctor Hernando Tavera Huarache describió las funciones que realizan en el Centro Sismológico

Nacional (CENSIS) y brindó una visita con la presencia de su personal técnico que labora en dicho Centro.



## AFIANZANDO LAZOS CON EL INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

El Director de Hidrografía y Navegación, Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida, visitó las instalaciones del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), donde sostuvo una reunión con el Presidente del Consejo Directivo, Ingeniero Henry Luna, para tratar diferentes temas en relación a las funciones de ambas entidades gubernamentales. Asimismo, se realizó la coordinación de trabajos de

investigación conjunta, así como la propuesta para ejecutar el próximo convenio de Cooperación Interinstitucional.

La autoridad naval asistió en compañía del Jefe Técnico, Capitán de Navío Carlos Holguín Valdivia y del Jefe del Departamento de Hidrografía, Capitán de Corbeta Rodrigo Torres Santa María.



## BUSTO EN HOMENAJE AL CONTRALMIRANTE EDUARDO CARRASCO TORO FUE DEVELADO EN EL FARO DE LA MARINA

Dentro de las actividades por los 120° años de creación de la Dirección de Hidrografía y Navegación, se realizó una significativa ceremonia, donde fue develado el busto en homenaje al Contralmirante Eduardo Carrasco Toro en el parque El Faro de la Marina en el distrito de Miraflores.

El acto fue presidido por el Director General de Capitanías y Guardacostas, Vicealmirante César Colunge Pinto, quien estuvo acompañado por el Presidente de la Asociación de Oficiales Hidrógrafos, Contralmirante (r) Jorge Paz Acosta y el Alcalde de la Municipalidad Distrital de Miraflores, Carlos Canales Anchorena.

Como parte del homenaje, realizado el 17 de abril del presente año, el Director de Hidrografía y Navegación, Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida presentó una ofrenda floral ante el busto del Primer Educador Naval de la República del Perú, teniendo como marco especial la presencia del B.A.P. "Carrasco", unidad hidrográfica que estuvo fundada en la Gran Bahía de Lima, escoltando este acto de reconocimiento al Cosmógrafo Mayor de la República del Perú, quien aportó valiosos estudios hidrográficos al Mar de Grau.

La suscripción de la adenda, que también mejorará la planificación fluvial, demuestra el compromiso de las autoridades locales, regionales y nacionales para unir esfuerzos en abordar los desafíos ambientales, así como incentivar el progreso de la Región Amazonas.



## DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA SUSCRIBE ADENDA A CONVENIO PARA ESTUDIO HIDROMORFOLÓGICO COMPLEMENTARIO DEL RÍO SANTIAGO

En el marco del Convenio Específico entre la Municipalidad Provincial de Condorcanqui, la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones de la Región Amazonas, el Plan Binacional de la Región Fronteriza Perú - Ecuador y el Ministerio de Defensa - Marina de Guerra del Perú, el 20 de abril se suscribió una adenda al citado convenio, para realizar un estudio hidromorfológico complementario del río Santiago, durante la etapa de creciente el próximo mes de mayo.

Este proyecto, que estará a cargo del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, busca analizar las condiciones hidrográficas del río y evaluar las condiciones de navegabilidad, con el fin de establecer medidas que promuevan el crecimiento de la población y desarrollo de la infraestructura de la cuenca del río Santiago.



# NOS VISITAN

## PARTICIPANTES DEL CURSO DE BRIGADISTAS COMUNITARIOS DE DEFENSA CIVIL DE MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO

Integrantes del curso de Brigadistas Comunitarios de Defensa Civil de la Municipalidad de San Isidro, el 22 de abril visitaron la Dirección de Hidrografía y Navegación con el propósito de fortalecer sus conocimientos en temas relacionados a la gestión y prevención de desastres naturales. La delegación estuvo conformada por dos coordinadores del Instituto Nacional de Defensa Civil y 26 brigadistas de la Municipalidad. Durante la visita se proyectó un video institucional a través del cual conocieron las distintas funciones que cumple esta Dirección Técnica. Asimismo, recorrieron las instalaciones del Centro Nacional de Alerta de Tsunamis (CNAT), despertando el interés de los ciudadanos a cerca de la importancia y funcionamiento del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami (SNAT).



## DOTACIÓN DEL B.A.P. "ANGAMOS" VISITA DEPARTAMENTOS TÉCNICOS

En el marco de las actividades de mejora del clima laboral en la Institución, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina, el 25 de abril recibió la visita de la dotación del B.A.P. "Angamos", quienes tuvieron la oportunidad de conocer el moderno simulador de navegación, el archivo cartográfico, y recibir exposiciones sobre las labores que realizan los departamentos de Hidrografía, Oceanografía, Centro Nacional de Alerta de Tsunamis y Geomática.

Al finalizar la visita, el Segundo Comandante del B.A.P. "Angamos", Capitán de Corbeta Raúl Ugarte, agradeció las exposiciones recibidas por parte del personal especializado y recalcó que esta visita permitió entrelazar los lazos de amistad y camaradería entre el personal naval.





# INTERCAMBIO ACADÉMICO

## DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN INGRESA AL PROGRAMA DE BUQUES VOLUNTARIOS DE OBSERVACIÓN

Desde la celebración de la primera Conferencia Meteorológica Internacional que se celebró en Bruselas en 1853, uno de sus acuerdos fue el considerar la cooperación internacional en un sistema uniforme de observación del tiempo y clima en el océano y tierra, por la repercusión en el mundo por su valor científico

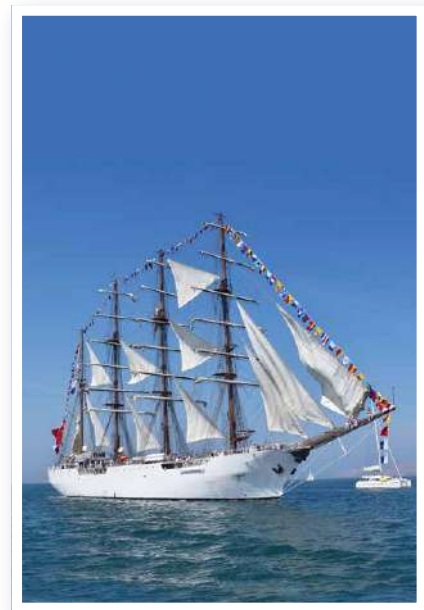
En la reunión de 1929 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), se dispuso el fomento internacional del trabajo meteorológico en el mar. El actual Convenio SOLAS fue adoptado en 1974, y el Perú es parte de ello.

Considerando este mandato de SOLAS, el Perú a través de la Dirección de Hidrografía y Navegación, ha conseguido la Inscripción de dos buques peruanos en el Programa Internacional de Buques Voluntarios de Observación (Voluntary Observing Ship, VOS), con la finalidad de observar, registrar y transmitir observaciones meteorológicas mientras están en el mar. Los buques inscritos son el Buque Oceanográfico Polar B.A.P. "Carrasco" y el Buque Escuela a Vela B.A.P. "Unión".

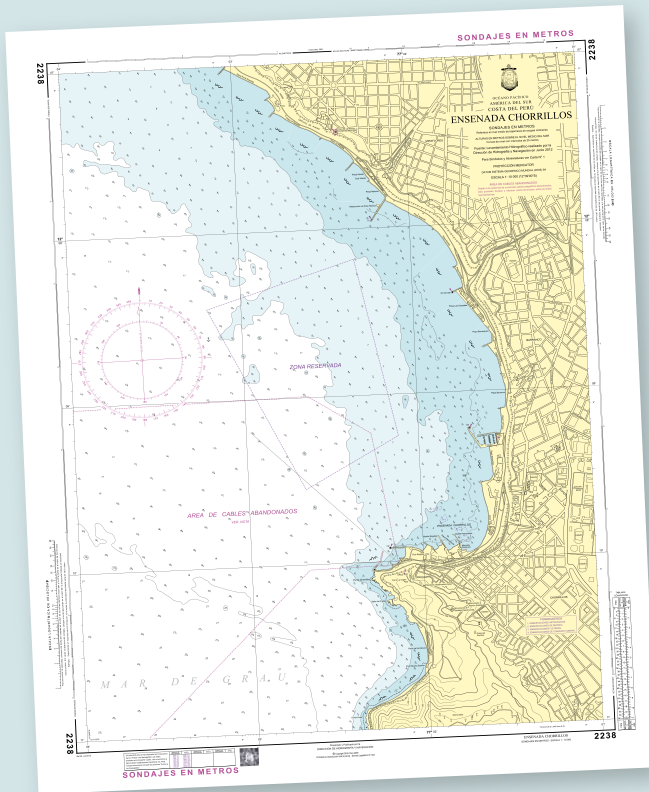
La justificación de realizar esta actividad, es colaborar con la comunidad científica internacional, en la obtención de datos meteorológicos de los mares y océanos, para mejorar la elaboración de pronósticos meteorológicos marinos; la ejecución de modelos numéricos globales del estado futuro de la atmósfera y el océano; contribuir con los registros a largo plazo para monitorear los cambios en el clima de la tierra.

A partir del 23 de febrero de este año, durante la campaña del B.A.P. "Carrasco" en el continente Antártico comenzó a emitir mensajes meteorológicos, luego de su reconocimiento como buque del sistema VOS. El primer mensaje en código SHIP fue el siguiente: BBXX OBMT 23214 99630 50604 43697 80407 10006 4910 52030 887// 222/0 00012 29094 EM-2.

Por todo ello, es importante resaltar el ingreso de las citadas unidades al VOS, porque de esta manera nuestro país logra ser reconocido en el grupo de colaboradores de gran prestigio en la investigación meteorológica mundial.



## CHARLA INFORMATIVA SOBRE LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO A LA “ASOCIACIÓN DE PESCADORES ARTESANALES JOSÉ OLAYA BALANDRA”



El 10 de marzo, personal técnico de la Dirección de Hidrografía y Navegación en coordinación con la Dirección General de Capitanías y Guardacostas y la Capitanía del Puerto del Callao, realizó una exposición a la “Asociación de Pescadores Artesanales José Olaya Balandra” acerca de los resultados obtenidos de un levantamiento batimétrico realizado en las inmediaciones de la ensenada Chorrillos, con la finalidad de atender la solicitud de citado gremio para conocer las profundidades de su área de trabajo.

Durante la reunión se dio a conocer el misionamiento, productos y servicios que brinda esta Dirección Técnica a todos los navegantes en general para contribuir en una navegación segura, reafirmando así el compromiso que tiene esta Institución con la sociedad y el país.



## SEGUNDA REUNIÓN DEL COMITÉ “INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN NUESTRO DOMINIO MARÍTIMO”

En la sala de conferencias de la Dirección de Hidrografía y Navegación, se llevó a cabo la Segunda Reunión de Coordinación del Comité de “Investigación Científica en nuestro Dominio Marítimo” en la cual se presentó el “Plan de Actividades 2023” con propuestas de investigación a cargo de instituciones nacionales que permitan organizar cruceros oceanográficos de manera multidisciplinaria y sostenible, utilizando como plataforma al Buque de Investigación Científica B.A.P. “Carrasco”.

Esta reunión, realizada el 11 de abril, fue presidida por el Jefe del Departamento de Proyectos Especiales y Asuntos Antárticos, Capitán de Navío Víctor Vivanco Moscoso, quien en concordancia con la Capitán de Fragata (CJ) Lizzeth Cabezas Espinoza recomendó establecer el marco legal del comité en la Política Nacional Marítima.

El Director de Investigación y Estudios del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYTEC),

Ingeniero Fernando Ortega San Martín, agradeció la invitación señalando que el CONCYTEC acogerá con la mayor disposición los proyectos de investigación que el comité pueda generar, indicando entre otras cosas que el B.A.P “Carrasco” se encuentra incorporado a la estructura de la base de datos de investigación oceanográfica del Atlantic International Research Centre, que lo posiciona y habilita como una reconocida unidad para la investigación científica en el orbe.

También participaron representantes de la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Marina, Instituto del Mar del Perú, Instituto Geofísico del Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz, la Universidad Científica del Sur, Universidad Nacional Federico Villarreal, Universidad Nacional de Piura, Universidad Católica Santa María, Universidad Nacional San Agustín Gallo y personal del Departamento de Oceanografía de la Dirección.

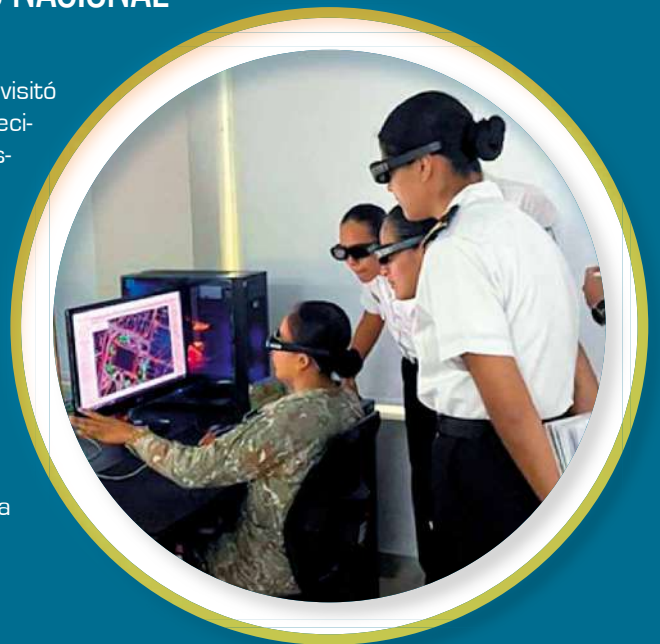


## VISITA ACADÉMICA AL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Una delegación de la Escuela de Hidrografía, el 26 de abril visitó las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional (IGN) siendo recibidos por el Tte CrI EP Percy Guillermo Baldeón, Director de la Escuela Nacional de Geomática

El IGN, entidad adscrita al Ministerio de Defensa, es el ente rector de la Cartografía Nacional, encargado de elaborar y actualizar la Cartografía Básica Oficial del Perú, proporcionando a las entidades públicas y privadas la cartografía que requieran para los fines de desarrollo de la Defensa Nacional.

Los discentes recorrieron las diferentes áreas técnicas del IGN, apreciando el proceso de elaboración de la Carta Nacional e identificó los equipos de alta tecnología con los que cuenta para elaborar y actualizar la Cartografía Básica Oficial de Perú.



## ALUMNOS DEL CITEN VISITAN LA DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN

Dentro de las actividades académicas que buscan fortalecer la identidad Institucional; los alumnos de primer año del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Naval (CITEN), el 6 de mayo realizaron una visita a las instalaciones de la Dirección de Hidrografía y Navegación, para conocer las actividades que se vienen realizando en los ámbitos los ámbitos marítimo, fluvial, lacustre y antártico.

Durante el recorrido, los alumnos tuvieron la oportunidad de informarse sobre los importantes trabajos Hidrográficos, Oceanográficos, actualización del Plan Cartográfico, mantenimiento de las Ayudas a la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre, la importante labor que se desarrolla en el Centro Nacional de Alerta de Tsunamis (CNAT), las actividades en el continente antártico por medio del Buque Oceanográfico Polar B.A.P. "Carrasco" y las labores técnicas realizadas por el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia



Con esta visita, se inicia la programación de intercambio académico en los centros de formación institucional, que se desarrollarán entre los meses de mayo a julio, y busca reforzar la vocación del personal naval con las actividades desarrolladas en las unidades y dependencias de la Marina de Guerra del Perú.

# CITAS INTERNACIONALES

## EMBAJADOR DEL PERÚ EN FRANCIA VISITÓ LA ORGANIZACIÓN HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL

El Oficial Coordinador de Proyectos en la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y Representante de la Dirección de Hidrografía y Navegación, Capitán de Navío Javier Fernández Segura, el 8 de mayo recibió y acompañó en la visita al Embajador del Perú en Francia a la Organización Hidrográfica Internacional (OHI).

El Secretario General de la OHI Mathías Jonas y el Director de Coordinación de la OHI Luigi Sinapi, dieron la bienvenida al Embajador, quien conoció los importantes trabajos que vienen ejecutando la OHI en contribución de las ciencias del mar, a fin de garantizar que los océanos mares, y aguas navegables del mundo sean estudiados y cartografiados de acuerdo con los estándares de calidad en coordinación con las diferentes Oficinas Hidrográficas de los países ribereños.

Durante la visita, el Embajador peruano también recorrió las instalaciones de la OHI, firmó el libro de oro de la institución y recibió la revista de los 100 años de la citada Organización.



## DIRECTOR DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN PARTICIPÓ EN LA 3ERA. ASAMBLEA GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL



El Director de Hidrografía y Navegación, Contralmirante Carlos Guerrero Malpartida, viajó al Principado de Mónaco, con la finalidad de participar en la 3era. Asamblea General de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), como Presidente de la Comisión Hidrográfica Regional del Pacífico Sudeste y representante de la Dirección de Hidrografía y Navegación, asimismo estuvo acompañado del oficial coordinador de proyectos de la Organización Hidrográfica Internacional, Capitán de Navío Javier Fernández Segura.

Cabe resaltar, que a la asamblea asistieron 450 personas, entre ellos representantes de 94 países, quienes debatieron diversos temas como la implementación de los nuevos estándares S-100 de la cartografía náutica electrónica, la estrategia de la OHI sobre la creación de capacidades, implementación de la denominación del Océano Austral y la elección de las nuevas autoridades para el periodo 2023 - 2026.



# CNAT

## CENTRO NACIONAL DE ALERTA DE TSUNAMIS

### B.A.P. ZIMIC EN CAMPAÑA DE SENSIBILIZACIÓN DE ALERTA DE TSUNAMIS Y OLEAJES ANÓMALOS

Como parte de la campaña de sensibilización de alerta de tsunamis y oleajes anómalos, integrantes de la dotación del B.A.P. "Zimic", durante el Crucero Oceanográfico norte, el 18 de febrero, pusieron en marcha la campaña de sensibilización a los pobladores de la zona, a quienes se les entregó materiales de difusión para que estén prevenidos ante la ocurrencia de algún evento natural que pueda emitir una alerta o alarma de tsunamis, así como la presencia de oleajes anómalos en la zona costera.

De esta manera, la Marina de Guerra del Perú, a través del despliegue del B.A.P. "Zimic" contribuye a la campaña de sensibilización de alerta y mantiene informada, a las personas que se encuentran en las zonas costeras.



## DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN GUIDA A VERANEANTES

Personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina, el 9 de abril, continuó con la Campaña de Sensibilización de Tsunamis, dirigida a los veraneantes y ciudadanos que viven cerca al litoral. En esta ocasión el despliegue informativo se hizo presente en la playa Costa Azul, ubicada en el distrito de Ventanilla, en el Callao.

Al público asistente, a través de paneles y folletos se le recordó la importancia de tomar precauciones ante la ocurrencia de un tsunami, así como evitar poner en riesgo sus vidas a causa de estos eventos oceanográficos.





## DEMOSTRACIÓN DE VEHÍCULO SIMULADOR SÍSMICO

En las instalaciones del Centro Nacional de Alerta de Tsunamis de la Dirección de Hidrografía y Navegación, con apoyo del Instituto Nacional de Defensa Civil, el 22 de abril se realizó una campaña de sensibilización sobre sismos de gran magnitud dirigida al personal militar y civil.

Los participantes recibieron una charla acerca de la preparación y acciones a considerar ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, esta información fue comple-

mentada con el uso del vehículo simulador de sismos, recreando eventos como los de Kobe (Japón) 1995, Tohoku (Japón) 2011 y Pisco (Perú) 2007.

Estas actividades son de vital importancia porque fortalecen las capacidades de respuesta de los operadores que cubren guardia en el CNAT, así como la dotación de esta dirección.



# ACTIVIDADES OPERATIVAS

## B.A.P. "CARRILLO" INICIA CRUCERO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL LITORAL NORTE

Durante el 13 y 30 de marzo, el B.A.P. "Carrillo" realizó el crucero de investigación oceanográfica en el litoral norte y centro del litoral peruano, con la finalidad de recabar información oceanográfica actualizada que contribuya a efectuar el monitoreo de las condiciones océano-meteorológicas, que se presentan frente al litoral peruano, la cual ayudará a incrementar la base de datos sobre las variables oceanográficas de la dirección técnica.

Este compromiso operacional permitió obtener una visión espacial y temporal de la distribución de los parámetros oceanográficos en cada estación oceanográfica a través del lanzamientos del equipo CTD, toma de muestras de agua superficial, lecturas de la temperatura superficial del agua de mar y registro de información meteorológica (temperatura del aire, velocidad y dirección del viento, humedad relativa y presión), que ayudaron a conocer y evaluar las condiciones ambientales del momento y prever las condiciones futuras de corto o mediano plazo, con o sin la presencia de eventos anómalos como El Niño Oscilación Sur (ENOS) en su fase cálida o fría dentro del mar peruano.

Así mismo, se efectuó un monitoreo *in situ* del sistema meteorológico de baja presión denominado "Yaku", que se desarrolló frente a la costa norte y centro del litoral.

En el transcurso del mencionado crucero, se efectuó la recolección de datos océano-meteorológicos en las Líneas Oceanográficas de Puerto Pizarro, Paíta, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Punta Bermejo y Callao; hasta una distancia de 120 millas de la costa peruana.



## EXHIBICIÓN DE TECNOLOGÍA LIDAR CON ESCÁNER TOPOGRÁFICO TERRESTRE

Para mantener capacitado al personal, con las nuevas aplicaciones de la tecnología LIDAR (Light Detection And Ranging) y la ejecución de trabajos hidrográficos con medición geoespacial, en coordinación con la empresa ISETEK, se realizó la exhibición del Escáner Laser Polaris de la marca Teledyne Optech,

La tecnología del escáner topográfico de alta densidad permite desarrollar trabajos precisos y extensos a través de mediciones en 3D, dentro un rango horizontal y vertical de 360° y 120°, manteniendo un alcance máximo de 2 km.

Durante la presentación se especificaron las características, aplicaciones y beneficios del citado equipo, así como su funcionamiento y control a través del software Atlascan. También se enfatizó sobre la importancia de conocer a plenitud su manejo, así como maximizar las bon-

dades del equipo para reducir tiempos y recursos en el desarrollo de las actividades y operaciones técnicas.

Asimismo, en un área delimitada en las instalaciones de la Dirección de Hidrografía y Navegación, se realizaron ejercicios de levantamiento topográfico, logrando obtener óptimos resultados con coordenadas geográficas reales, que después permitieron su procesamiento así como visualizar las estructuras existentes.

Por su parte, el departamento de Hidrografía realizó el despliegue del DRON Autel, modelo EVO II PRO RTK, programando el vuelo en modo automático de fotogrametría, obteniendo imágenes aéreas georeferenciadas del área de trabajo para complementar las zonas no visibles del levantamiento topográfico, que fue realizado con el Escáner Laser Polaris.



# SEHINAV

## SERVICIO DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA AMAZONÍA

### SERVICIO DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA AMAZONÍA PARTICIPA EN CONFERENCIA PERFORMANCE MEETING DE TRANSPORTE FLUVIAL

En la ciudad de Iquitos se realizó la conferencia “Performance Meeting de Transporte Fluvial” a cargo de la compañía PETROTAL, en la cual el Jefe del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, Capitán de Fragata Carlos Oshiro Romero dio a conocer los peligros de la navegación, durante la vaciante del río Ucayali, desde su desembocadura hasta la ciudad de Pucallpa.

Más adelante, el Jefe del Servicio advirtió sobre la necesidad de tomar precauciones en la próxima vaciante, que

está prevista para los meses de julio a septiembre del presente año. Asimismo, se refirió a los peligros originados por el descenso de los niveles de los ríos, que afectan el transporte de carga y pasajeros.

En la realizada el 24 de marzo, asistieron representantes de la Capitanía de Puerto de Iquitos, de las principales empresas navieras fluviales, entes reguladores competentes y armadores que mantienen operaciones a lo largo del río Ucayali.



## ESTUDIO HIDROMORFOLÓGICO COMPLEMENTARIO DEL RÍO SANTIAGO EN ÉPOCA DE CRECIENTE

El B.A.P. "Stiglich", el 27 de abril, zarpó hacia el poblado de Saramiriza llevando a bordo una Brigada Hidrográfica que, entre los meses de mayo y junio, realizará el estudio hidromorfológico de la cuenca del río Santiago en la etapa de creciente, ejecutado como parte del Convenio específico entre la Municipalidad Provincial de Condorcanqui, la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones - Amazonas, el Plan Binacional (Capítulo Perú) y la Marina de Guerra del Perú.

En tal sentido, el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía ha planificado un estudio complementario con el propósito de obtener resultados que permitan conocer las condiciones hidrográficas y de navegabilidad de este importante río amazónico.

La Brigada Hidrográfica, que se encuentra al mando del Teniente Segundo Eduardo Zamudio, después de desembarcar en Saramiriza, continuará su travesía por vía terrestre hasta la ciudad de Santa María de Nieva, en la provincia de Condorcanqui, donde efectuará reuniones de coordinación con las autoridades municipales y locales.

De esta manera, a lo largo y ancho del río Santiago se iniciarán los trabajos de campo por un periodo de 45 días, entre el poblado Cahuide en la zona fronteriza con Ecuador y la confluencia del río Santiago con el río Marañón, de la cual se espera obtener información relevante que permita el desarrollo de la Región.



# HIDROCONOCIMIENTOS

## *Sabía usted qué...?*

Tanto la erosión marina como la erosión eólica juntas han esculpido en las rocas y acantilados marinos, transformándolas en obras de arte. Entre estas se destaca los llamados arcos marinos



*Playa de los Arcos, Provincia de Caraveli, Región Arequipa.*



*Hopewell Roks, Brunswick, Canadá.*



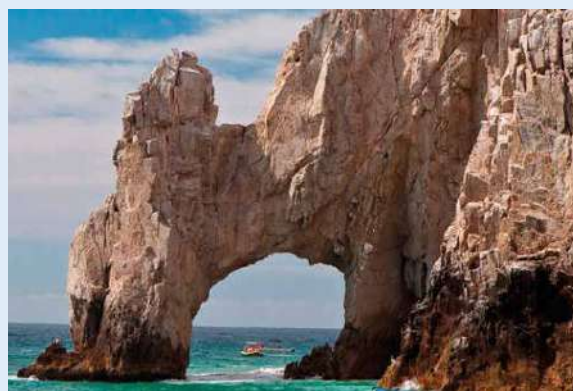
*Reserva Nacional de San Fernando, Provincia de Nazca, Departamento de Ica.*



*La Playa de las Catedrales, Lugo, Galicia, España.*



*Durdle Dorf, Costa Jurásica, Inglaterra.*



*Cabo San Lucas, o End land, o Playa del Amor (Se forma cada 4 años). Península de Baja California, Estados Unidos.*

# CIMIENTOS

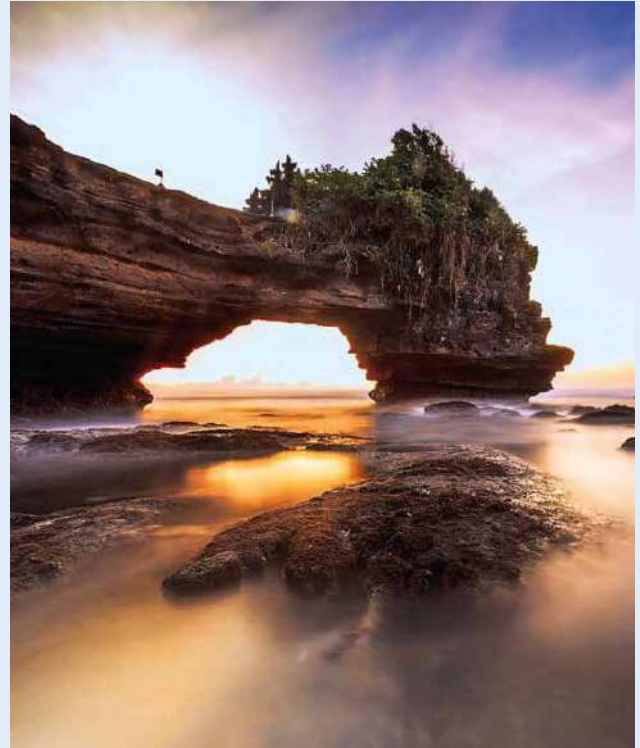
Rosa Siles Váscos  
rsiles@dhn.mil.pe



*La Playa de Kleftiko. Isla Griega de Milos. Grecia.*



*Arco de la Portada, Región Antofagasta, Chile*



*Pura Batu Bolong (Roca con Agujero). Océano Índico, Bali.*



*Great Pollet Arch (Gran Arco del Pollo). Península Fanad, Condado Donegal, Irlanda.*

# B.A.P. “Carrasco”

Tecnología e Investigación

