



Ligia Pérez Cruz

# Buques de investigación oceanográfica y geofísica marina

Entender el papel de los océanos en la formación del clima y los fenómenos meteorológicos naturales resulta esencial para garantizar la seguridad y la salud de la población. Se propone la operación de una flota de buques que apoye proyectos complejos de investigación científica multidisciplinaria, con el reto de alcanzar grandes objetivos nacionales de investigación oceanográfica y geofísica marina.

## Introducción

Si consideramos que México cuenta con un mar patrimonial de 3 269 386 km<sup>2</sup> y 11 122 km de litorales (sin incluir el territorio insular) en el Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe, esto presupone un reto nacional enorme para las investigaciones en ciencias del mar. Su desarrollo en las últimas décadas ha estado estrechamente ligado a la disponibilidad y capacidades de embarcaciones *ad hoc*.

En nuestro país son muy pocas las instituciones que cuentan con embarcaciones para realizar estudios oceanográficos, a saber: la Secretaría de Marina (SEMAR), el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), dos de los centros del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En total no son más de 10 buques disponibles para estas tareas. Algunos de éstos, construidos hace más de cinco décadas, se han adaptado y equipado de forma parcial para realizar diversos programas de investigación oceanográfica. Uno de los más recientes comparte tareas de pesca con estudios oceanográficos. En tanto, sólo los buques de la UNAM fueron diseñados y construidos, en la década de 1980, exprofeso para las investigaciones oceanográficas y de geofísica marina. Sin embargo, las embarcaciones requieren de una fuerte inversión en mantenimiento, equipo, instrumentación y personal técnico calificado.

En la actualidad la investigación oceanográfica se relaciona con importantes aspectos sociales, incluido el papel de los océanos en el cambio climático, los

ecosistemas y su sostenibilidad, la gestión y explotación de recursos naturales, la mitigación y prevención de los peligros naturales y la seguridad marítima. Todos estos aspectos representan grandes retos para los investigadores de distintas disciplinas, pues involucran a la oceanografía (física, química, biológica), geología y geofísica marina, entre otros campos afines.

El propósito de este artículo es analizar e informar acerca de la importancia de contar con una nueva flota de buques diseñados y equipados para llevar a cabo investigaciones oceanográficas en México, considerando a la comunidad de científicos y usuarios, el desarrollo científico y tecnológico, los objetivos de investigación a futuro, las necesidades nacionales y las limitaciones económicas.

### ■ ¿Por qué renovar la flota de buques oceanográficos?

■ La conciencia social con respecto a la influencia crítica del océano en el clima y los riesgos de los fenómenos naturales ha aumentado en las últimas décadas. Como resultado, muchos temas que antes eran de interés sólo para un selecto grupo de oceanógrafos –como la acidificación de los océanos, el





carbono y los ciclos biogeoquímicos, la circulación oceánica, los flujos oceánicos y atmosféricos, las floraciones de algas nocivas, erupciones volcánicas submarinas y generación de tsunamis— ahora se consideran esenciales para la población mundial, por su impacto en la salud y la seguridad.

Estos problemas requieren una mayor comprensión de los complejos procesos de los océanos, con base en observaciones oceánicas continuas. La flota de buques a futuro podrá apoyar a los proyectos de investigación cada vez más elaborados, multidisciplinarios, con la participación de investigadores de diferentes áreas del conocimiento, incluidos quienes desarrollan tecnologías autónomas, sistemas de observación oceánica, sistemas satelitales, sensores remotos y modelados, entre otros.

**Descripción de la propuesta**

Para contar con una nueva flota de buques en México destinados a la investigación oceanográfica, es importante entender cómo los avances, tanto en

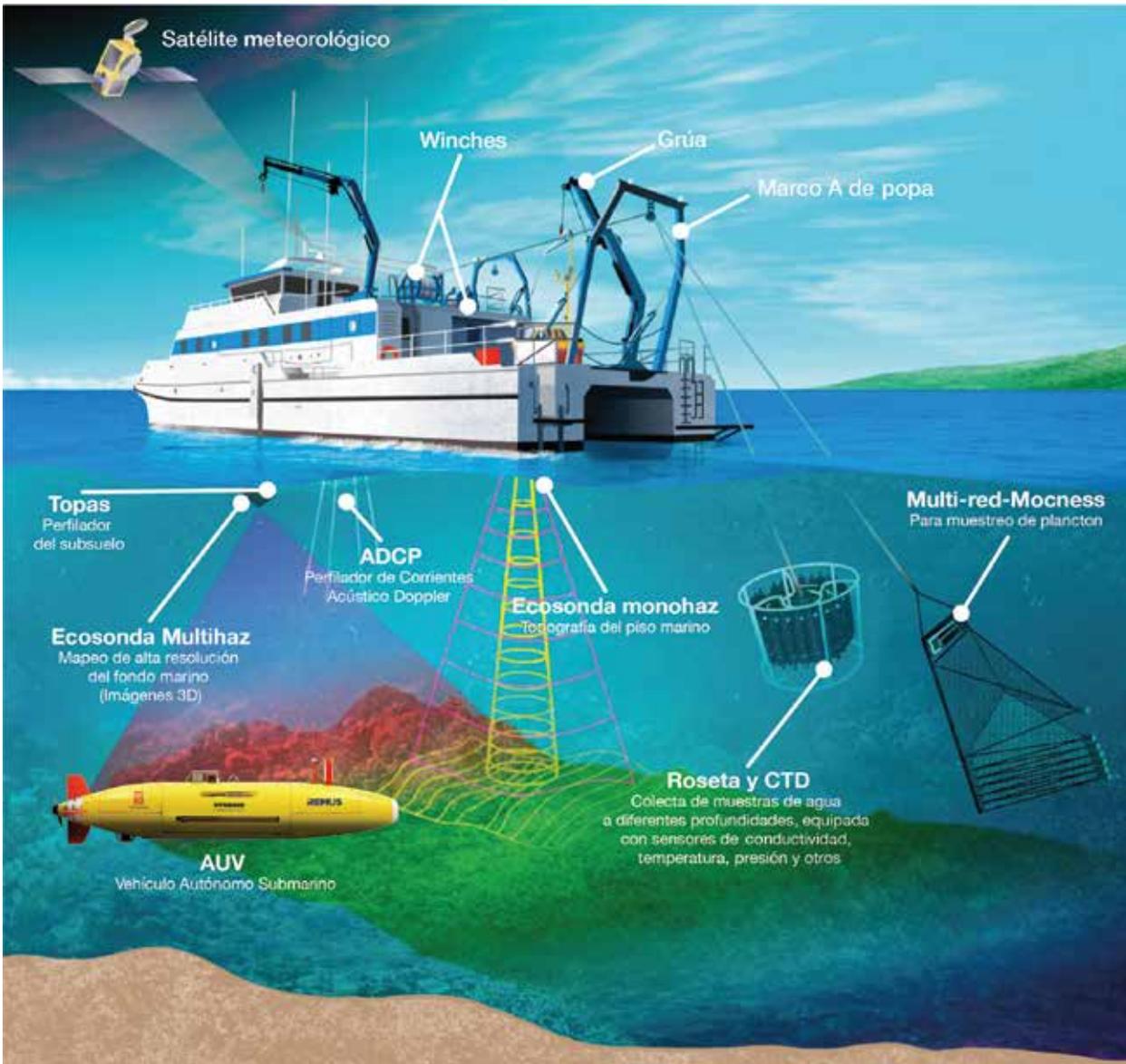
ciencia como en tecnología, impactan en el diseño de las embarcaciones y en el aumento de sus costos. Así mismo, cómo estos factores influirán en el desarrollo de la investigación oceanográfica en México. También es necesario considerar cuáles serán las necesidades en un futuro cercano, en relación con las condiciones del país y su competencia a nivel internacional.

Para ello se requiere reunir a muchos científicos con experiencia en las diferentes disciplinas—oceanografía (biológica, química, física), geología y geofísica marinas, ciencias de la atmósfera, ingeniería oceánica, arquitectura y operaciones navales—, así como a políticos y tomadores de decisiones, con el propósito de revisar y analizar aspectos de: 1) las características de diseño de los buques de investigación; 2) el desarrollo de nuevas tecnologías, como vehículos autónomos y sistemas de observación de los océanos; 3) la evolución del uso de modelos y sensores remotos en operaciones de investigación oceanográfica; 4) el aumento de los costos de las operaciones de los buques de investigación y su impacto en la capacidad de realizar investigaciones oceanográficas en el futuro, y 5) la evaluación de la conveniencia de establecer mecanismos para la creación de un consorcio a nivel nacional.

La relevancia y pertinencia de impulsar un consorcio oceanográfico nacional obedece a los altos costos que implica el diseño de los buques, su construcción, equipamiento, mantenimiento y personal calificado. Tan sólo el costo aproximado del diseño y la construcción de un buque es de alrededor de 35 millones de dólares. En el consorcio se reunirán a las instituciones de investigación, las agencias federales y estatales, así como a los intereses privados, involucrados en el desarrollo de la oceanografía en nuestro país; esto, para que analicen juntos la evolución de la flota mexicana y apoyen los objetivos de investigación oceanográfica nacionales en el futuro. El papel del gobierno federal será muy importante para apoyar la investigación oceanográfica; sobre todo, que su plan de crecimiento incluya la renovación de la flota de investigación a largo plazo, para preservar el acceso al mar y mantener el liderazgo de México para abordar las necesidades científicas y sociales.

**Recuadro 1. ¿Por qué estudiar los océanos?**

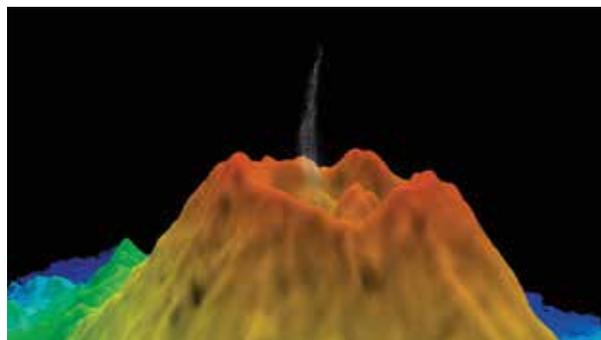
- Los océanos abarcan más de 70% de la superficie de la Tierra, con profundidades de casi 11 000 metros.
- Su papel es esencial en el control del clima, por su gran capacidad calorífica.
- En el océano y el fondo marino ocurren varios procesos que afectan a todo el sistema terrestre. Los procesos geológicos, físicos, biológicos y químicos interactúan e influyen en el sistema climático, así como en el ciclo global del carbono, y dan lugar a sistemas biológicos únicos, por lo que es muy importante conocerlos para entender la importancia del océano y del lecho marino en el sistema terrestre, que al mismo tiempo sirva para proporcionar información en beneficio de la sociedad.
- Los océanos albergan la biomasa que alimenta a miles de millones de personas en el mundo; además son el medio de importantes rutas para comercio, recreación y defensa nacional.
- Los sedimentos y las rocas que tapizan el fondo oceánico son registros de la evolución de la Tierra y del clima; también se encuentran registros arqueológicos de la civilización humana.



**Figura 1.** Buque de investigación oceanográfico. Imagen tomada y adaptada de: <http://medcliv.es/en/instrumentos/buque-oceanografico/>.

## Diseño de un buque de investigación oceanográfica

Los buques siguen y seguirán siendo la principal herramienta para realizar investigaciones oceanográficas, tanto mediante las observaciones directas como con el despliegue y la recuperación de sensores, anclaje y vehículos autónomos (véanse las Figuras 1 y 2). En cuanto a tecnología, los buques idóneos serán capaces de navegar en aguas profundas; no obstante, se deberán atender las investigaciones de los márgenes costeros, lo cual requiere



**Figura 2.** Pluma Vailulu'u, Samoa. Batimetría del piso marino (profundidad 547.1 m) mediante una ecosonda multihaz. Imagen cortesía de Kongsberg Gruppen.



embarcaciones más pequeñas que operen a profundidades someras.

El diseño de un buque de investigación oceanográfica es un ejercicio complejo: está definido por las necesidades científicas (véase la Tabla 1) e impulsado, en parte, por los objetivos nacionales de investigación oceanográfica, tomando en cuenta la gran variedad de tareas científicas que se realizan en éstos. Cada disciplina tiene objetivos y requerimientos particulares, por lo que se requiere que los futuros buques oceanográficos continúen apoyando proyectos multidisciplinarios.

Las características deseables de la nueva flota de buques son:

1. Embarcaciones de mayores dimensiones y mayor capacidad de desplazamiento.
2. Sistemas de posicionamiento dinámico.

3. Capacidades analíticas, con varios laboratorios, espacio de cubierta y alojamiento, para grupos de científicos cada vez mayores y con más tecnología. Estos espacios permitirán el despliegue, la recuperación y el mantenimiento de instrumentos grandes y técnicamente más complejos, como vehículos submarinos autónomos, vehículos operados por control remoto, y anclajes, mismos que permitan la observación oceánica a largo plazo.
4. Adecuada comunicación acústica.
5. Acceso a la información y datos de los sensores remotos satelitales y un amplio ancho de banda para las comunicaciones entre el continente y el mar, lo que permitirá el estudio de distintos procesos y la integración de imágenes en tiempo real. Esta tecnología proporcionará una mayor oportunidad para que los investigadores en tierra participen de forma remota en los cruceros de investigación y para que también aumenten las oportunidades de divulgación.
6. Técnicos altamente calificados y entrenados para el manejo de los equipos a bordo y para la adquisición, respaldo y (cuando sea el caso) procesamiento de los datos.

## Recuadro 2. Investigaciones multidisciplinarias

La investigación oceanográfica es un ejercicio complejo, definido por las necesidades científicas de distintas disciplinas, como son física, biología, química, geología, geofísica, ingeniería oceánica y ciencias atmosféricas. Cada una tiene sus propios objetivos; sin embargo, se busca que en una misma campaña de investigación se realicen actividades conjuntas de disciplinas diferentes, en busca de resolver problemas comunes desde distintos enfoques; es decir, realizar investigaciones multidisciplinarias.

Un ejemplo de la importancia de este tipo de investigaciones es que lleguemos a comprender el papel que tiene el océano en el sistema climático de la Tierra. Esto implica evaluar la influencia de la topografía del piso marino para la circulación oceánica, el almacenamiento y la redistribución del calor y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el océano, el intercambio de energía con la atmósfera, los cambios biogeoquímicos que influyen en la absorción y la liberación de gases de efecto invernadero y los efectos del cambio climático en los ecosistemas.



## Desarrollo científico de la oceanografía

El océano es extraordinariamente difícil de describir y modelar. Son infinitas y complejas las variables a estudiar y el muestreo realizado a escalas regionales y globales. Cada año hay nuevos descubrimientos, pero aún es poco. Estudiar la biota, las corrientes oceánicas, las características químicas de la columna de agua o los rasgos del piso oceánico, por ejemplo, requiere atravesar miles de metros a enormes presiones, en donde la luz no llega y la temperatura es cercana a 4 °C. Estas condiciones definen el desafío científico de la oceanografía.

En particular, el mayor reto en el diseño de los nuevos buques para investigaciones oceanográficas se refiere a contar con los últimos avances tecnológicos en sensores y “plataformas” oceanográficas para la obtención de datos, así como tener espa-

**Tabla 1.** Requerimientos científicos de los buques

	Físico	Biológico	Químico	Geología marina y geofísica	Atmosférico
Capacidad de mediciones atmosféricas	X	X	X		X
AUV/planeador ( <i>glider</i> )/AUV (espacio para almacenamiento y manejo)	X	X	X	X	X
Capacidad para dar servicio a los observatorios	X	X	X	X	
Laboratorio limpio		X	X	X	X
Laboratorio de central de observaciones	X	X	X	X	X
Laboratorio de biología		X			
Laboratorio de química			X		
Laboratorio de temperatura controlada		X	X		
Posicionamiento dinámico	X	X	X	X	
Alta velocidad de comunicación de datos	X	X	X	X	X
Sensores instalados y montados en el casco	X	X	X	X	X
Bajo ruido radiado	X	X		X	
Bajo ruido del sonar	X	X		X	
Grúas	X			X	X
Redes de plancton/arrastré de bentos		X		X	
Anclajes/despliegue y recuperación	X	X	X	X	X
Ecosondas multihaz y perfiladores de subsuelo	X			X	
Perforación oceánica y núcleos (extracción de muestras)				X	
Navegación precisa	X	X	X	X	X
Almacenamiento y manejo del ROV	X	X	X	X	
Vehículos (botes y lanchas)	X	X	X	X	X
Suministro de agua de mar	X	X	X	X	X
Muestreo en la columna de agua/colector de agua	X	X	X	X	X

Nota: AUV: vehículos submarinos autónomos, ROV: vehículos operados por control remoto.  
Fuente: adaptada y modificada de National Research Council (2009).

cios destinados al mantenimiento de los observatorios oceánicos y los vehículos autónomos. También será necesario contar con un ancho de banda amplio que permita una mejor comunicación, para facilitar el modelado en tiempo real y el análisis de datos, además de la participación de científicos en tierra mediante las telecomunicaciones y, de esta manera, aumentar las oportunidades de divulgación.

### Ligia Pérez Cruz

Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

perezcruz@igeofisica.unam.mx

### Lecturas recomendadas

Cifuentes Lemus, Juan Luis, Pilar Torres García y Marcela Frías Mondragón (1997), "Los buques de investigación", en *El océano y sus recursos*, vol. VIII. *El aprovechamiento de los recursos del mar*, México, Fondo de Cultura Económica. Disponible en: <[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/067/htm/sec\\_13.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/067/htm/sec_13.htm)>, consultado el 9 de agosto de 2018.

National Research Council (2009), *Science at Sea: Meeting Future Oceanographic Goals with a Robust Academic Research Fleet*, Washington, D. C., The National Academies Press. Disponible en: <<https://doi.org/10.17226/12775>>, consultado el 5 de agosto de 2018.



Novedades científicas

Noticias de la AMC