

**CÉDULA**



**PROFUNDIDAD  
EXTREMA  
MISIÓN AL ABISMO**



## **PROFUNDIDAD EXTREMA, MISIÓN EN EL ABISMO**

*Prepárate para hacer un nuevo descubrimiento.*

Allá abajo, en el mar profundo todo está casi helado. Hay una oscuridad total. La presión es aplastante. *¿Cómo es posible que algo pueda vivir ahí?*

*Visita un mundo de maravillas*

Únete a nuestra Misión al Abismo. Encontrarás gusanos gigantes en tubos blancos como la nieve, chimeneas humeantes de gran tamaño, naufragios ocultos y un vínculo sorprendente entre el mar profundo y el espacio exterior. Con cada inmersión en la profundidad, hay nuevos descubrimientos.

## **EL OCEANO ES VASTO Y PROFUNDO**

Los océanos ocupan el 70 % de la superficie del planeta y contienen la mayor parte de su agua. Sabemos muy poco acerca de los océanos, simplemente porque son muy extensos y profundos para recorrerlos.

Sabemos más sobre el universo que sobre los océanos del planeta.

La profundidad promedio de los océanos del mundo es de aproximadamente 3,960 metros esto es alrededor de nueve edificios del Empire State apilados uno arriba del otro.

La mayor profundidad de los océanos es de 11 kilómetros (en las fosas de las marianas, en el pacífico occidental.) Esto es más alto que el Monte Everest (8,848 m) y similar a la altura de vuelo de los aviones de pasajeros.

La mayor parte del océano es oscuro y frío. La luz solar sólo penetra los 200 metros más cercanos a la superficie. Los exploradores de aguas profundas llevan sus propias luces con ellos, pero solo pueden ver de 3 a 6 metros al frente.

Un pie cúbico de agua pesa cerca de 1.000 kg. En la profundidad promedio de los respiraderos hidrotermales en el pacífico (2,700 m o 9,000 pies), el peso (o presión) del agua es de alrededor de 270 kilogramos por centímetro cuadrado.

Para explorar en la profundidad del océano, la tecnología resulta clave.

La tecnología avanzada protege al hombre en investigaciones sumergidas y brinda sistemas sofisticados de imágenes como cámaras acuáticas.

## **BUQUE DE APOYO PARA AGUAS PROFUNDAS**

*Para explorar, primero debes ingresar al mar.*

El *Atlantis* y otros buques de investigación brindan a los exploradores un hogar marino lejos del hogar en la Tierra.

El *Atlantis* puede cruzar la mitad del mundo sin detenerse, lanzando una flota de vehículos de investigación para explorar las profundidades desconocidas del océano.

El *Atlantis* transporta vehículos especiales a control y portátiles que permiten a los científicos operar y realizar el seguimiento de los vehículos bajo el agua.

El *Atlantis* cuenta con laboratorios en donde los científicos pueden analizar las muestras que se llevan a la superficie.

El *Atlantis* es un campamento base de altamar para descubrir los secretos de los océanos.

Explora el buque de apoyo de altamar, *Atlantis*.

Los océanos son el medio ambiente más grande sin explorar en la Tierra y son esenciales para nuestra supervivencia en este nuevo milenio. A medida que la población y la industrialización siguen aumentando necesitaremos utilizar y administrar sabiamente los recursos de nuestros océanos mientras los protegemos. La exploración de los océanos del planeta acaba de empezar.

**Dr. Robert Gagosian**

*Director, Woods Hole Oceanographic Institution.*

**Como ninguna otra embarcación de apoyo.**

El *Atlantis* es único. Su tamaño, rango de autonomía, laboratorios a bordo y la capacidad de desplegar simultáneamente varios vehículos



de exploración submarina la convierten en una embarcación de apoyo ideal para investigaciones en aguas profundas.

Un equipo de científicos y técnicos trabaja en una cabina portátil especialmente equipada a bordo del buque de apoyo *Atlantis*. Desde la cabina dirigen los vehículos operados de manera remota y estudian los monitores que muestran las imágenes de video y otros datos recolectados en las profundidades del mar.

*La investigación a bordo del barco tiene sus ventajas.* Aunque a los investigadores les gusta visitar las profundidades de los mares en persona, bucear en *Alvin* tiene sus inconvenientes. Solo transporta a tres personas en una esfera apretada y fría. El

tiempo en el lugar de la investigación es corto (unas cuantas horas) y las ventanas pequeñas restringen la vista. A bordo del *Atlantis* hay mayor comodidad, una sala para varios investigadores trabajando a toda hora, e imágenes de video nítidas y claras de las profundidades del mar transmitidas por cables de fibra óptica.

## **UN LABORATORIO CIENTÍFICO EN EL MAR**

Para operaciones de vehículos operados de forma remota, se monta una cabina portátil equipada de 4.8 por 6 metros, sobre la cubierta del buque de investigación *Atlantis*. Trabajando en el cubo y usando las imágenes de video transmitidas por el sistema *Jason*, el piloto (centro) controla a *Jason* y sus brazos frente a él. El navegador está a la derecha y el ingeniero de vehículo (copiloto) esta a la izquierda.

*Alta Tecnología en Alta Mar*

Un sistema de posicionamiento de alta tecnología, una vinculación del buque y dirección, permiten al *Atlantis* mantener una posición exacta en la superficie ondulada del mar mientras realiza investigaciones precisas de las profundidades. Gracias al *Atlantis*, la exploración del océano se ha vuelto más sofisticada y sistemática.

*Nave espacial para la profundidad del mar*

**¿Cómo exploran los científicos los misterios de las profundidades?**

Utilizan vehículos para aguas profundas tan sorprendentes como aquellos que viajan al espacio exterior. *Alvin* es el sumergible estadounidense para investigación más utilizado y mejor conocido. Los exploradores que se sumergieron en *Alvin* descubrieron los respiraderos hidrotermales.

*Alvin* traslada a los exploradores a millas por debajo de las olas para que vean con sus propios ojos las maravillas de las profundidades.

El Alvin protege a los viajeros de la presión aplastante que existe en las profundidades del océano.

Alvin permite a los científicos recolectar y estudiar las criaturas de las profundidades.

### **La escotilla y los penetradores del Alvin**

#### ***La escotilla***

La escotilla del Alvin es de plástico acrílico fundido con un espesor de 8.9 cm. Diseñada para resistir mejor la presión, la forma cónica sella la escotilla de manera más hermética a medida que el Alvin baja más.

#### ***Los penetradores***

Estos tubos de titanio, penetran en la esfera del Alvin, son ductos para los cables de electricidad y de video, cruciales para las misiones del sumergible.

El Alvin ha hecho historia desde hace casi 40 años. Empezó sus inmersiones en 1964. Al principio, el pequeño sumergible, con un piloto y dos investigadores a bordo, realizaba inmersiones poco profundas, luego se aventuró a sumergirse cada vez a más profundidad. En el decenio de 1970, las primeras inmersiones hasta la cordillera que se alza en medio del océano Atlántico marcaron una nueva dirección para las ciencias y para el sumergible.

El Alvin cambió nuestra manera de ver el mundo. En 1974 el Alvin participó en el Proyecto FAMOSO (Estudio Submarino Franco-Estadunidense a la Mitad del Atlántico), la primera exploración submarina de la Cordillera que se alza a la mitad del Atlántico. Más tarde, en esa misma década, los científicos del Alvin descubrieron salidas en las profundidades del Océano Pacífico y encontraron una nueva vida. Los descubrimientos del Alvin cambiaron para siempre las ideas que se tenían sobre nuestro planeta y la vida en él. Se hizo famoso en el decenio de 1980.

La exploración del Titanic, realizada por el Alvin en 1986, llamó la atención del mundo sobre el sumergible capaz de estos trabajos. El Alvin realizó 12 inmersiones al barco naufragado para fotografiarlo y para probar un Vehículo Teleaccionado llamado Jason.

### **Flota de investigación para la Profundidad del mar.**

#### ***Una flota de vehículos explora nuestros océanos.***

Muy pocos vehículos de investigación submarina transportan seres humanos. La mayoría son operados por los investigadores en la superficie, aunque algunos se mueven solos, siguiendo las instrucciones pre-programadas.

*JASON* brinda ojos y manos a control remoto, permitiendo a las personas explorar lugares que no pueden visitar.

*ABE* está diseñado para explorar las aguas profundas de manera independiente, permaneciendo sumergido hasta un día cada vez para recolectar datos sobre las maravillas que encuentran.

*REMUS* se lanza a través de aguas menos profundas, navegando automáticamente y viajando muchas millas en una sola misión.

### **ALVIN**

El sumergible para investigaciones que trabaja más en el mundo.

Un sumergible singular para inmersiones a gran profundidad.

Conoce el Alvin, un submarino para aguas profundas. Esta nave, usada principalmente para investigaciones biológicas, químicas y geológicas, puede sumergirse aproximadamente 3 millas (4,500

m). El Alvin, que en la vida real es ocho veces mayor que este modelo, lleva un piloto, dos científicos y una variedad de equipo científico.

Desde su primera inmersión en 1964, el Alvin ha hecho más inmersiones y descubrimientos que cualquier otro sumergible. Además de explorar el Titanic y de haber recuperado una bomba H hundida (un arma nuclear), los científicos en Alvin hicieron el descubrimiento más grande de todos: la vida en el mar profundo, respiraderos hidrotermales (agua caliente) a una más de 1.5 millas (2,500 m) de profundidad.

Las pruebas de resistencia a la presión demuestran su valor para las investigaciones en las profundidades oceánicas.

Antes de realizar su primera inmersión en 1964, la esfera de acero del Alvin pasó por 536 pruebas de resistencia a la presión. En la prueba final, equivalente a una inmersión a 2,949 metros de profundidad, el tanque de prueba explotó pero la esfera del Alvin no sufrió daños.

En la actualidad la esfera de titanio es aún más resistente. Puede sumergirse de manera segura cerca de 4,500 metros de profundidad.

#### ***El Brazo Robótico del Alvin***

¿Cómo recoge el Alvin las criaturas marinas, las rocas y otras muestras del mar profundo? El brazo a babor o del lado izquierdo del sumergible, puede extenderse más de 6 pies (2 m) y levantar más de 150 libras (68 kg), es más largo y más potente que el brazo del lado opuesto. Desde el interior del Alvin el piloto maneja los brazos de titanio teleaccionados hidráulicamente desde el interior del Alvin.

La mano robótica tiene dos pares de dedos opuestos. Esta mano puede agarrar criaturas de la

profundidad del mar, sujetar instrumentos como un termómetro para medir la temperatura en las salidas hidrotérmicas y girar para colocar las muestras en la canasta de recolección de Alvin.

Si el brazo robótico llegara a enredarse en los cables a gran profundidad, la clavija que conecta el brazo con el Alvin podrá ser desconectada, para que el vehículo sumergible pueda subir a la superficie sin problemas. Hasta ahora esto no ha sido necesario.

### ***Las boyas envían datos alrededor del mundo***

Las boyas están ancladas en su sitio. Un único anclaje bajo una boya puede contener hasta 24 medidores de corrientes y otros instrumentos colocados en una línea de varias millas de largo. Los científicos pueden monitorear sus boyas, a menudo en tiempo real, desde sus laboratorios en cualquier parte del mundo.

### ***Casi a prueba de fallas***

En la década de los 60's los investigadores desarrollaron la tecnología para fijar y recuperar anclajes complejos, además de hacerlos lo suficientemente resistentes para aguantar en mar abierto en un período de 6 a 12 meses. La pérdida de un solo anclaje puede costar cientos de miles de dólares y representar años de investigación. En la actualidad, la recuperación de instrumentos y datos es casi del 100 por ciento.

Para nuestro futuro hay nuevos tipos de boyas. La recuperación rutinaria de datos generados por los instrumentos situados en el agua es una prioridad. Las boyas, flotadores y otros instrumentos brindan una valiosa información sobre fenómenos del océano tales como El Niño, La Niña y otros sistemas climáticos regionales que tienen un gran impacto en nuestra vida cotidiana.

Este dispositivo - una emisión acústica - ancla

los instrumentos científicos de aguas profundas y hace posible que los científicos los recuperen y los reubiquen. Cuando la emisión acústica oye un sonido determinado procedente de la superficie, responde con un sonido localizador. Al escuchar un segundo sonido procedente de la superficie, la emisión acústica se desprende de su carga. Los dispositivos de flotación, tales como esferas de vidrio, la llevan a la superficie junto con los instrumentos científicos para poder recuperarlos.

### ***Boyas y flotadores recogen datos***

Cientos de flotadores y de amarres vigilan los océanos del mundo. Algunos flotadores van a la deriva en la superficie del mar mientras que otros siguen las corrientes marinas profundas y vuelven a la superficie periódicamente para informar su posición y sus datos por satélite. Los instrumentos anclados se encuentran a lo largo de un cable anclado en el fondo y están sujetos a flotadores arriba. Los flotadores y los instrumentos anclados miden la presión del agua, su temperatura y su salinidad, rastrean las corrientes y observan los vientos, la lluvia y las olas.

### ***Jason se encarga de los detalles***

Este vehículo teleaccionado, llamado Jason, siempre está conectado con la superficie. Se destaca en los estudios detallados y trabajos de muestreo e imágenes de alta calidad. Mediante unas 6 millas (9.6 km) de cable de fibra óptica, Jason recibe órdenes y transmite imágenes de video y otros datos al buque de apoyo. Desde 1989, ha recuperado artefactos hundidos, trazado mapas de secciones del fondo marino y ayudó a instalar una estación de monitoreo de terremotos a una profundidad de 3 millas (4,800 m).

### ***Encuentro con un Gigante***

El Alvin parece enano comparado con una gran "chimenea negra" - Godzilla - que es una salida



hidrotérmica activa a la que se le ha dado este nombre por su tamaño. Godzilla se encuentra a más de 1,609 metros bajo el mar y se eleva a una altura equivalente a unos 15 pisos. Su estructura costrosa está formada por muchas chimeneas negras habitadas por colonias de gusanos tubícolas.

En las salidas hidrotérmicas que se encuentran a gran profundidad bajo el mar hay criaturas que conocemos y otras realmente muy extrañas. Para ver estos animales el piloto y los observadores en el Alvin controlan la cámara.

### ***Los enjambres de camarones***

En algunas chimeneas hidrotérmicas que hay en medio del Atlántico hay miles de camarones. Para estos camarones una chimenea mineral es la mejor fuente de bacterias. Los camarones arañan la roca con sus pinzas para alimentarse con bacterias y minerales de sulfuro. Las torres de camarones fueron descubiertas por primera vez en 1985.

### ***Uno de los grandes descubrimientos del siglo***

En 1977 los exploradores de la profundidad de mar descubrieron numerosos respiraderos hidrotermales de calor abrazador con nuevas formas de vida. En la oscuridad del fondo marino, la vida florece bajo una presión aplastante y cerca del agua hirviendo que sale a borbotones a través de respiraderos desde el fondo del mar.

Los gusanos de tubo que miden cerca de 6 pies (2m) ostentan en su dorso apéndices plumosos rojos como la sangre.

Las bacterias que gustan del calor y el azufre pueden ayudarnos a comprender los orígenes de la vida en la Tierra.

### ***Los AUV operan de forma independiente***

Los AUV (vehículos submarinos autónomos) operan en piloto automático. Siguiendo comandos pre-programados, establecen un mapa del fondo del mar, miden la temperatura o la salinidad del agua, registran las corrientes y fotografían objetos. Algunos AUV hacen viajes diarios; otros, trabajan bajo el agua durante semanas o meses.

### ***ABE es un robot capaz***

ABE (Autonomous Benthic Explorer - Explorador Autónomo Béntico) y su próxima generación, denominada Sentry, pueden trabajar solo en el terreno irregular del fondo marino o con Alvin o Jason, estudiando grandes franjas de lecho marino para determinar los mejores sitios para la exploración más cercana por parte de los otros vehículos. El ABE es un VSA (Vehículos Submarinos Autónomos) que realiza estudios de largo plazo del fondo del mar. Este vehículo sumergible “duerme” en una estación-dique en el fondo de mar. A intervalos especificados el ABE despierta, suelta el sujetador y empieza a trabajar. Más tarde regresa a la estación-dique para conservar energía.

### **REMUS**

REMUS es un AUV (vehículo sumergible) que explora y trabaja en aguas poco profundas. Sus usos van desde el monitoreo de aguas costeras para la investigación científica, la caza de minas para la Armada de EEUU y la búsqueda de fugas en un túnel que abastece de agua a una ciudad importante. Después de cada misión regresa a una estación-dique bajo el agua para descargar datos. Mientras que los datos son transmitidos a la tierra, el REMUS recarga sus baterías para la misión siguiente.

*¿Cómo es posible que algo pueda vivir en agua extremadamente caliente?* El agua que sale de las “chimeneas negras” tiene una temperatura hasta de 750° F (405° C) pero se enfría rápidamente cuando choca con el agua fría del mar. A menos de 1 pulgada (2.5 cm) por encima de una “chimenea negra” el agua puede tener una temperatura agradablemente tibia de 68° F (20° C), y a pocas pulgadas (unos cuantos centímetros) más arriba puede ser tan fría como 36° F (2° C). Los animales medran en el agua tibia que rodea a las salidas hidrotermales.

- **Marianactis bythios**
- **Paralvinella palmiformis**
- **Alvinella pompejana**
- **Thermarces cerberus**
- **Tevnia jerichonana**
- **Riftia pachyptila**
- **Almeja blanca gigante**
- **Calyptogenia magnifica**

### ***Almeja blanca gigante (Calyptogenia magnifica)***

Las almejas se apiñan por centenares alrededor de algunas salidas hidrotermales en donde son bañadas por un agua rica en sulfuro de hidrógeno químico. Las bacterias que viven en las agallas de las almejas

usan la sustancia química para fabricar alimento para ellas mismas y para los huéspedes que albergan. Tamaño: hasta 26 centímetros.

### ***Langosta (Munidopsis subsquamosa)***

Las munidas abundan en las salidas hidrotermales. Si bien esta especie es común alrededor de estas salidas, vive también en otros hábitats del mar profundo. Debido a su cola larga, esta especie fue clasificada primero como una langosta pero es realmente un cangrejo.

### ***Gusano tubular de Jericó (Tevnia jerichonana)***

Al igual que el gusano gigante, este tiene un tubo blanco y flexible formado en parte por proteína. A diferencia del gusano tubular gigante, su tubo está plegado. Otra manera fácil para distinguir uno de otro es comparar su tamaño. Este gusano es mucho más pequeño.

### ***Cangrejo “molde” (Bythograea thermydon)***

Cuando se forma una nueva salida hidrotermal, los cangrejos cuentan entre los primeros colonizadores. Al principio se alimentan de grupos de bacterias. A medida que los gusanos y otros organismos acuden, los cangrejos los añaden a su dieta.

### ***Camarón “ciego” (Rimicaris exoculata)***

Aunque estos camarones que se encuentran a la mitad del Atlántico no tienen ojos, tienen órganos sensores de la luz en sus dorsos. Los científicos no están seguros de la razón de estos sensores o de cuál podría ser su fuente de luz. Tamaño: 5 cm.

### ***Mejillón gigante (Bathymodiolus thermophilus)***

Al igual que los mejillones de aguas superficiales, los que viven en las cercanías de las salidas hidrotermales secretan un hilo para atarse a las rocas y filtrar alimento del agua. Estos obtienen la mayor parte de su nutrición de bacterias que viven en sus

agallas y producen compuestos de carbono, tales como azúcares, a diferencia de otros que absorben y usan para energía y para crecer. Tamaño: 20 cm

### ***Gusano tubular gigante (Riftia pachyptila)***

Un gusano tubular no tiene boca ni estómago. ¿Cómo sobrevive? El gusano absorbe del agua oxígeno, dióxido de carbono y ácido sulfídrico para abastecer a las bacterias que viven en sus tejidos. Luego, las bacterias fabrican compuestos ricos en energía para sí mismas y para el gusano tubular en un proceso llamado simbiosis. Tamaño: 1.8 metros

### ***Dos maneras de ganarse la vida***

En la Tierra, la vida depende del Sol. Las plantas y las algas usan su energía para fabricar alimento (un proceso llamado fotosíntesis). Los animales comen plantas o animales que comen plantas.

La vida en las salidas hidrotérmicas está basada en la energía química. Las bacterias usan las sustancias químicas que hay en el agua caliente de esas salidas para convertirlas en alimento (un



proceso llamado quimiosíntesis). Los animales comen bacterias o comen animales que comen bacterias.

### ***Geología del respiradero hidrotermal.***

Los volcanes esculpen las rocas dándoles formas asombrosas incluso bajo el agua. Las chimeneas son exclusivas de las salidas hidrotérmicas de los mares profundos. El basalto almohadillado nos revela una erupción volcánica en aguas profundas o superficiales. Los tubos de lava se forman bajo el agua en donde la lava se enfría alrededor de un centro fluido muy caliente.

### ***Las chimeneas humeantes***

La nube, o columnas de “humo” están compuestas de minerales disueltos que se forman en partículas pequeñas cuando la salida de agua caliente y el agua fría del mar se mezclan. Las chimeneas blancas son más frías que las negras y sus columnas contienen partículas diferentes.

Los científicos usan termómetros especiales para tomar las temperaturas de las chimeneas humeantes negras.

### ***Una verdadera torre***

Una chimenea de fumarola negra es una torre de sulfuro y sulfato. Se va formando mientras que el agua caliente y rica en minerales (hasta 405° C) fluye desde los “manantiales calientes” del mar profundo y se encuentra con agua marina muy fría. Los minerales disueltos en el agua caliente forman partículas finas que van construyendo las chimeneas.

### ***Las comunidades en las salidas hidrotérmicas circundan el globo***

Comunidades hermosas y complejas se desarrollan en respiraderos hidrotermales (agua caliente) alrededor del mundo. Estas comunidades son comunes en lugares donde existan respiraderos

en dorsales desplegadas en el fondo del mar. Con el descubrimiento de los respiraderos, se han identificado más de 500 nuevas especies de plantas y animales. Sólo imagínate todo lo que hay a lo largo de los de las 36,000-millas de la Tierra (60,000 km), la dorsal meso oceánica está esperando ser descubierta.

### ***Explora el Titanic***

#### **¿Por qué el hundimiento del Titanic fue una tragedia tan grande?**

El Titanic no fue solamente el buque más grande de su época sino también el más caro. Fue llamado “insubmersible” basándose en el diseño y en una fe ciega en la tecnología. Mucha gente considera que el hundimiento del Titanic el 14 de abril de 1912 y los 1,522 muertos que causó su naufragio fue una de las grandes tragedias de todos los tiempos. Hoy, el Titanic descansa, en cinco secciones, en el fondo del mar a unos 3,962 metros bajo el agua.

El 1 de septiembre de 1985 El Titanic fue localizado por un grupo de exploradores de Francia y del WHOI que usaron el vehículo sumergible Argo.

### ***El descubrimiento del Titanic***

Tú, sabes cómo se hundió el Titanic pero, ¿Sabes cómo lo encontraron? Muchos lo intentaron, pero fue en 1985 cuando un grupo de científicos norteamericanos y franceses a bordo del R/V Knorr del WHOI tuvo éxito. Después de cinco largas semanas, las cámaras remolcadas en el vehículo sumergible Argo finalmente descubrieron el naufragio. Al año siguiente, el Alvin y el Jason Jr., vehículo teleaccionado, tomaron las primeras fotografías de cerca del buque “insubmersible”.

### ***La búsqueda de barcos naufragados***

La búsqueda de barcos naufragados es, a la vez, arriesgada y gratificante. Y los tesoros no son lo único que los exploradores buscan.

Los descubrimientos científicos y las tecnologías nuevas también son un resultado de la búsqueda de buques hundidos. La búsqueda de estas naves nos ayuda a comprender nuestro pasado y nos da mejores diseños de barcos, equipo y técnicas nuevos para otras exploraciones en la profundidad de los mares.

La gente busca los buques naufragados por varias razones: para saber más de la historia o de los errores de los constructores de barcos del pasado. Encontrar un buque naufragado no es cosa fácil. Una serie de pasos, empezando por la elección de las personas y el equipo idóneos, contribuyen a asegurar el éxito.

**Paso 1:** Definir el área

**Paso 2:** Buscar en el lecho marino

**Paso 3:** Inspeccionar de forma visual

**Paso 4:** Continuar por una mirada más cercana

**Paso 5:** Confirmar el hallazgo o empezar de nuevo

### ***Haciendo el rompecabezas del Titanic***

La mayor parte del océano es oscuro. La luz del sol únicamente penetra los 200 metros más cercanos a la superficie y las luces de los exploradores sólo pueden iluminar de 3 a 6 metros hacia abajo. Por consiguiente, las imágenes de objetos grandes deben ser hechas con muchas fotografías pequeñas. En 1986, después de que los restos del Titanic fueron encontrados, los técnicos tuvieron que reunir unas 120 fotografías a mano para lograr este mosaico. Este trabajo exigió tres meses. En la actualidad las computadoras pueden ayudar, pero aún así hace falta mucha intuición y mucha manipulación humanas para crear la imagen final.

### ***El descubrimiento del peligroso Bismarck***

Al igual que el Titanic, el primer viaje del Bismarck fue, también, el último. El buque de guerra alemán fue hundido en el Atlántico del Norte durante una batalla con la Marina Real inglesa en mayo de

1941. Durante cerca de medio siglo permaneció en el fondo del mar. En junio de 1989 un equipo del WHOI encontró el casco semienterrado durante su segundo año de búsqueda. En la actualidad el Bismarck descansa en donde fue encontrado, protegido como propiedad del gobierno alemán.

### ***Nafragios***

Desde tiempos muy remotos los exploradores han buscado los restos de barcos naufragados.

Los científicos y arqueólogos modernos exploran los restos de barcos que naufragaron para estudiar la historia humana, para aprender de los errores cometidos en la construcción naval y para observar los efectos ambientales de los buques naufragados.

El más famoso de todos los barcos que se fueron a pique es el Titanic.

La más peligrosa de las naves de guerra fue el Bismarck de Alemania.

El buque inglés más grande que se haya construido fue el Derbyshire.

Y el único naufragio de una nave espacial en todo el mundo fue el de la Liberty Bell 7.

### ***La exploración futura***

Acabamos de empezar el viaje a las profundidades de los mares

En el futuro la exploración del fondo de los mares será más amplia y más profunda.

Actualmente las boyas accionadas por energía solar vigilan el océano. En el futuro, una red mundial de vigías flotantes enviará sus observaciones por satélite a los exploradores que se encuentran en barcos o en tierra.

Las tecnologías nuevas, como los observatorios marinos permanentes en el fondo del mar, explorarán los océanos día tras día.

Los mares del espacio exterior nos atraen. Muy pronto las naves espaciales explorarán Europa, la luna de Júpiter, en busca de vida en lo que podría ser el océano mayor de nuestro sistema solar.

### ***El océano es vasto y profundo***

Los océanos ocupan el 70 por ciento de la superficie del Planeta y contienen la mayor parte de su agua. Sabemos muy poco acerca de los océanos, simplemente porque son muy extensos y profundos para recorrerlos.

La profundidad promedio de los océanos del mundo es de aproximadamente 3,962 metros. Esto es como nueve edificios del Empire State apilados uno arriba del otro.

La mayor profundidad de los océanos es de 11 Km (en la fosa submarina de las Islas Marianas, en el Pacífico Occidental). Esto es más alto que el Monte Everest (8.848 m). Y similar a la altura de vuelo de los aviones de pasajeros.

La mayor parte del océano es eternamente oscura y fría. La luz solar sólo penetra los 200 metros más cercanos a la superficie. Los exploradores de aguas profundas llevan sus propias luces con ellos, pero solo pueden ver de 3 a 6 metros al frente.

Un pie cúbico de agua pesa cerca de 1,000 kilogramos. En la profundidad medio de los respiradores hidrotermales en el Pacífico (2,700 metros), el peso (o la presión) del agua es de alrededor de 270 kilogramos por centímetro cuadrado.

Para explorar en la profundidad del océano, la tecnología resulta clave. La tecnología avanzada protege al hombre en investigaciones sumergidas y brinda sistemas sofisticados de imágenes como cámaras acuáticas.

### ***Un barco de apoyo incomparable***

El Atlantis no tiene comparación con ningún otro barco. Sus dimensiones, su radio de acción a velocidad de crucero, sus laboratorios a bordo y su capacidad para desplegar varios vehículos de exploración submarina al mismo tiempo hacen de él, el primer barco de apoyo para la investigación del mar profundo.

### **Vehículo teleaccionado**

#### ***JASON 1989***

Jason proporciona “ojos” a un grupo de científicos que trabajan en bancos de monitores a bordo de un barco. El Jason, que llega a profundidades tan grandes como 6,000 metros durante siete días seguidos, envía datos fotográficos y sonóricos por un cable de fibra óptica hasta la superficie en donde son transmitidos a todo el mundo por un satélite. Un prototipo del Jason, llamado Jason Junior, exploró el Titanic en 1986.

#### ***Vehículo autónomo ABE 1995***

ABE (Explorador Autónomo Benthik) ha sido diseñado para trabajar de manera independiente a 6,000 metros de profundidad. ABE puede ser programado previamente para realizar excursiones periódicas hasta de 50 kilómetros de longitud con el objeto de explorar con fines cartográficos una zona submarina, tomar fotografías de ella y reunir una variedad de datos. En la actualidad, ABE puede ser devuelto al barco transportador entre una excursión y otra. Los diseñadores de ABE están trabajando para un tiempo futuro en el que este vehículo descansará y se recargará en una estación en el fondo del mar entre una excursión y otra. Estos diseñadores esperan que, con el tiempo, podrán estar en contacto directo con el vehículo.

### ***Compresión***

Una taza de poliestireno llevada a 2,500 metros de profundidad disminuye de tamaño.

La presión hace que el aire que contiene el poliestireno salga lo cual es causa de que los objetos se “encojan”.

### ***Pulverización***

Cuando unas esferas de cristal dentro de cascos de metal implosionan, todo cuanto queda son masas de polvo que parecen bolas de nieve.

## **LA PRESIÓN AUMENTA**

El agua del mar es pesada - cada pie cúbico pesa 29 kilogramos. Por cada pie que una nave recorre en su inmersión, otros 29 kilogramos de agua presionan sobre cada pie cuadrado de su superficie. ¡A 1,500 metros de profundidad esto significa una presión aplastante de más de 145 kilogramos! ¿Cuán aplastante es esa presión? ¡Imagina llevar a 16 elefantes sobre tus hombros!

### ***¡Siente la presión!***

Cuanto más profunda es la inmersión mayor es la presión. Pero la tripulación del Alvin no siente la presión. El casco de titanio del Alvin es el material más resistente disponible para los barcos de investigación submarina. Durante una inmersión, la presión dentro de la nave es igual que la que hay en la superficie.

### ***Los cascos son destruidos***

Los cascos son conchas de plástico que protegen la esfera de cristal que está dentro. Si la esfera tiene defectos no puede resistir la presión del agua. La presión exprime la esfera y ésta hace implosión y estalla hacia dentro. La implosión colapsa el espacio de aire dentro de la esfera, entonces hay una explosión más violenta cuando el agua y parte del cristal se precipitan hacia fuera.

### ***Los cascos están intactos***

Cuando los investigadores necesitan flotabilidad

en aguas profundas usan las bolas o esferas de cristal. Estas bolas de cristal llenas de aire y flotantes pueden resistir la presión del agua y sirven como medios de flotación para varios instrumentos.

### ***Los cascos protegen el cristal***

Una bola de cristal es algo delicado y no es fácil de manejar. Un casco, fabricado con plástico polietileno, protege la esfera de cristal de daños y proporciona puntos de sujeción a la esfera lisa.

### ***Vehículos teleaccionados (ROV)***

Los vehículos teleaccionados son las manos y los ojos de un científico bajo el agua. Un piloto en el barco de apoyo maneja el vehículo teleaccionado por medio de un cable de fibra óptica y reúne las muestras con un brazo mecánico; otros miembros del equipo manejan los sistemas de cámaras y la colección de datos. Estos vehículos empezaron a explorar en el decenio de 1980.

Estos vehículos son buceadores a gran profundidad, pequeños, no están ocupados y están conectados con un barco en la superficie por medio de un cable de fibra óptica. El cable transmite energía eléctrica al vehículo permitiéndole enviar a los científicos que se encuentran arriba, en la nave de apoyo, imágenes de video de gran calidad y otros datos.

Pueden llegar a más de 6,000 metros de profundidad y permanecer bajo el agua horas seguidas e, incluso, días. Un piloto del vehículo teleaccionado se sienta en una sala de control en el barco de apoyo y es ayudado por un equipo que vigila la navegación, la formación de imágenes y otros sistemas de recolección de datos.

### ***El vehículo teleaccionado Jason es una estrella en su género.***

Jason puede trabajar a casi 6.400 metros de profundidad. En 1998 este vehículo sumergible



ayudó a instalar un observador permanente del fondo del mar frente a Hawai. El H20 (Hawai-2) observa las actividades en la profundidad del mar, tales como terremotos y sonidos de animales.. En el futuro, Jason y otros vehículos teleaccionados desempeñarán un papel mayor en la investigación y el mantenimiento de los equipos.

## VEHÍCULOS SUMERGIBLES AUTÓNOMOS (AUV)

Los AUV no tienen cables de la superficie. Cada vehículo está programado previamente para realizar tareas específicas y, luego, es dejado en el océano. Una variedad de AUV permite a los científicos explorar las aguas poco profundas y la profundidad de los mares.

El **ABE** (Explorador Béntico Autónomo) es un AUV de gran capacidad.

El **ABE** ha sido diseñado para pasar semanas o meses en el fondo del mar dedicado a trazar el mapa del mismo, coleccionar datos ambientales y tomar fotografías. En la actualidad el ABE vuelve al barco entre los recorridos para obtener datos. Se

espera que, con el tiempo, el vehículo “dormirá” en la estación-dique entre una excursión y otra. Para ponerlo a trabajar se “despertará”, soltará el sujetador y se pondrá en marcha para reunir los datos que requiere su misión.

El **REMUS** es un AUV de crucero. Este vehículo fue diseñado originalmente para estudiar las aguas costeras. Está programado previamente para reunir datos ambientales o hacer estudios por sonar del fondo del mar. El REMUS encuentra su camino comunicándose mediante impulsos sonoros con tres transpondedores (repetidores de impulsos sonoros) para encontrar su camino. La energía de baterías permite a este vehículo recorrer muchas millas en una sola misión.

### *Más de 10 AUV como Remus funcionando a la vez.*

El REMUS puede atracar en una estación en el fondo del mar y descargar allí los datos que ha reunido, recargar sus baterías y ponerse en marcha de nuevo en otra misión. En un observatorio oceánico situado frente a la costa de Nueva Jersey, los REMUS y otros instrumentos despliegan su actividad día y noche y es posible establecer contacto con ellos por la Internet en: <http://uc.rutgers.edu/news/science/marine.html>

### *Boyas y flotadores recogen datos*

Cientos de flotadores y de amarres vigilan los océanos del mundo. Algunos flotadores van a la deriva en la superficie del mar mientras que otros siguen las corrientes marinas profundas y vuelven a la superficie periódicamente para informar su posición y sus datos por satélite. Los instrumentos anclados se encuentran a lo largo de un cable anclado en el fondo y están sujetos a flotadores arriba. Los flotadores y los instrumentos anclados miden la presión del agua, su temperatura y su salinidad, rastrean las corrientes y observan los vientos, la lluvia y las olas.

### *Nuevos descubrimientos en el mar*

La WHOI (Institución Oceanográfica de Woods Hole) maneja la National Deep Submergence Facility (Instalación Nacional para la Sumersión Profunda). A bordo del Atlantis los investigadores pueden trabajar hasta 60 días en el mar. El barco especialmente equipado apoya al sumergible Alvin, al vehículo explorador teleaccionado Jason y a otros vehículos de investigación. Por su diseño, los vehículos más pequeños y sus vagonetas portátiles de apoyo pueden ir fácilmente de un barco a otro. Esta cualidad ofrece a los investigadores una presencia duradera en el mar profundo que aún es desconocido en gran parte.

El **ALVIN** fue el primero que exploró el Titanic. Recuperó una Bomba H hundida. Es el sumergible que ha trabajado más en todo el mundo.

Ha realizado más de 3,500 misiones.

### **EI ABE**

Lleva un registro de las corrientes.  
Mide las temperaturas del agua.  
Traza un mapa del fondo marino.  
Funciona con piloto automático.

El **JASON** instaló estaciones de monitoreo de terremotos.

Realizó más de 350 misiones.  
Recuperó artefactos hundidos.  
Trazó el mapa de partes del fondo del mar.  
Una Morada en el Mar Profundo.

Encuentro en el mar profundo.

¿Qué encontrarás allí?

¡Ahora que sabes cómo llegar allá es hora de que te aventures en las profundidades!

A medida que descienes encontrarás las aguas oscuras de las profundidades medias. Esta zona

débilmente iluminada está llena de pedazos diminutos de desechos cubiertos de bacterias a los que se da el nombre de “nieve marina”. En estos niveles del mar hay peces extraños y calamares y una gran cantidad de criaturas gelatinosas.

Estas criaturas gelatinosas no son peces, son animales relacionados con los corales. Las medusas, también llamadas “aguasmalas”, están bien adaptadas a sus vidas fluidas, y están constituidas por agua en el 94 por ciento. Nervios, músculos y células urticariantes constituyen el resto. Las medusas) han vivido en este planeta 650 millones de años.

Con la invención de los ROV (vehículos sumergibles autónomos) y otros instrumentos, los científicos han descubierto que las aguas de mediana profundidad de los océanos están llenas de medusas. Cada año las exploraciones nos deleitan con nuevas especies de medusas, desde las que se encuentran en la superficie del mar hasta las que abundan en las profundidades oceánicas.

Imagina las medusas que son pequeñas como un chícharo, las que tienen el tamaño de una pera y las largas ristras de medusas tan largas como media cancha de fútbol. Las medusas, que nadan solas o en enjambres y que tienen formas y tamaños sorprendentes abundan en las aguas marinas de profundidad mediana - desde las que están poco iluminadas hasta el espacio líquido totalmente oscuro entre la superficie asoleada y el fondo del mar.

Si tú nadaras hasta las aguas de profundidad mediana, la presión del agua te aplastaría como una lata de refresco pisoteada. Entonces: ¿por qué no le ocurre esto a una medusa de aguas de profundidad mediana? Porque la medusa es, en gran parte, agua. Incluso bajo una presión aplastante, el agua no se comprime. Una delgadísima capa de tejido es todo lo que una medusa necesita para mantener su forma.

Las comunidades animadas de los mares profundos El fondo del mar no es plano ni está inmóvil. Una gran cordillera volcánica rodea al globo como puntadas en una pelota de béisbol. En 1977 los científicos que se sumergieron en el Alvin descubrieron una hermosa y compleja comunidad biológica en una salida de agua caliente en la cordillera. Desde entonces han descubierto muchas más. Observa en un mapa adosado a la pared los tres números de los lugares en donde los científicos han observado salidas de agua caliente. Observa en donde se han descubierto nuevas formas de vida.

#### ***Una manera de pensar nueva***

Desde hace mucho tiempo los científicos han sabido de las bacterias que convierten el sulfuro de hidrógeno químico (*que es venenoso para nosotros*) en alimento. Pero nunca esperaron ver cadenas enteras de alimento basado en el sulfuro de hidrógeno de las profundidades de la Tierra. En 1977 el descubrimiento de comunidades en las salidas hidrotérmicas en el mar profundo que arrojaban sulfuro de hidrógeno por sus chimeneas fue la causa de que los científicos reconsideraran la vida en la Tierra... y en otros planetas.

En un tiempo los científicos creyeron que toda vida dependía de la energía solar. Pero en las salidas hidrotérmicas en el mar profundo la vida sólo necesita agua, sustancias químicas y calor. Ahora los científicos creen que la vida en nuestro planeta pudo haber comenzado en las salidas hidrotérmicas en la profundidad de los mares. Si esto fuese cierto, es posible que haya vida en otros planetas también.

Muestra de flujo de lava en el mar profundo recolectada a 2,500 metros de profundidad en la elevación del fondo del mar en el Pacífico Oriental a 9o norte. La superficie vidriosa se forma en un proceso llamado “enfriamiento rápido” cuando la lava caliente se encuentra con agua marina casi congelada.

#### ***Restos de buques naufragados***

El buque de guerra alemán Bismarck fue hundido el 27 de mayo de 1941 por la Marina Real Británica. En junio de 1989 el Bismarck fue localizado mediante el uso del Argo, por un grupo de investigadores del WHOI de Massachusetts, EUA.

Estación piloto de vehículos teleaccionados (ROV) Misión para especialistas

#### ***La cápsula espacial perdida Liberty Bell 7 es sacada el mar***

En 1961, después de que la cápsula espacial Liberty Bell cayó en el mar, su escotilla se abrió y el agua del mar la inundó. El astronauta Gus Grissom fue rescatado pero la cápsula se hundió en el mar a una profundidad aproximada de 4,800 metros.

En 1999, durante una expedición financiada por Discovery Channel, un vehículo teleaccionado ayudó a los rescatadores a sacar a la Liberty Bell 7 del agua. Esta ha sido la única cápsula espacial de los Estados Unidos que se hundió en el mar. Ahora, los científicos y los técnicos la están restaurando para ser exhibida.

Discovery Channel pasa a la vanguardia de los descubrimientos científicos con Expedition Adventure. Mediante una combinación de las ciencias y las aventuras buscaremos en el mundo para descubrir nuevas revelaciones y documentar nuevos hallazgos emocionantes tal y como suceden, llevando a los espectadores al momento del descubrimiento.

#### ***Nuevos descubrimientos esperan en el espacio cósmico***

El descubrimiento de vida en las salidas hidrotérmicas de la profundidad de los mares sugiere que puede haber vida donde hay agua, calor y nutrientes. Es posible que una de las lunas de Júpiter, Europa, tenga estos tres elementos. Hoy, las

misiones a la Antártica están ayudando a crear las herramientas que algún día investigarán el mundo helado de Europa en busca de signos de vida.

### ***¿Hay vida en otros mundos?***

Los científicos del espacio y de los océanos se han unido para averiguar si Europa, una de las lunas de Júpiter, tiene un océano que pueda sostener la vida. En el año 2003 un vehículo espacial será lanzado hacia Europa y observará su superficie helada. Hay un plan para el futuro que consiste en “aterrizar” en Europa, excavar su costra helada y enviar un vehículo sumergible autónomo dentro de su océano. Esta es la idea de la misión a Europa que tiene un artista

### ***¿Qué es la WHOI?***

La WHOI estudia los mares del mundo. La WHOI es la sigla de Woods Hole Oceanographic Institute el cual se encuentra en Cape Cod, Massachusetts, Estados Unidos de América del Norte. Este instituto es una organización privada y no lucrativa para la investigación y la educación. Los científicos, ingenieros y estudiantes exploran los mares del mundo desde las aguas costeras poco profundas hasta las fosas submarinas profundas. Los científicos del WHOI están estableciendo observatorios en el fondo del mar profundo y poco profundo. Estos científicos usan los sensores ambientales y los mecanismos de video de los vehículos teleaccionados (ROV) y de los vehículos sumergibles autónomos (AUV) para la observación continua de las condiciones y los cambios de los océanos. En el nuevo milenio estas observaciones penetrantes nos darán un conocimiento nuevo del planeta Tierra.

### ***A medida que la Tierra gira***

Los océanos ocupan el 70 por ciento de la superficie de la Tierra. A medida que la Tierra gira, las

regiones más profundas de los océanos están indicadas por el agua más oscura.

El día se convierte en la noche Empezando en África Oriental, el sol se pone en todo el mundo revelando grandes masas de luces titilantes y océanos grandes y oscuros salpicados con el brillo de las plataformas que extraen petróleo frente a la costa.

### ***Un mundo sin Agua***

Imagina que los océanos desaparecen. Al hacerlo nos descubrirían un fondo del mar con cordilleras montañosas, fosas submarinas alargadas y cañones escarpados. A la mitad del Atlántico corre la Cordillera del Atlántico Medio, lugar donde se encuentran algunas salidas hidrotérmicas. Entre Australia y Japón está la Fosa Oceánica de las Marianas, a unos 12,000 metros bajo el nivel del agua, que es el lugar más profundo de la Tierra.

### ***El mar profundo***

Estamos orgullosos de presentar esta exhibición. Esperamos que, al apoyar productos de calidad

como éste, ayudemos a promover el interés por las ciencias y el descubrimiento entre nuestros niños y nuestras escuelas y a fomentar las innovaciones científicas y tecnológicas americanas.

### ***John Hancock***

Si crees que la torre de la compañía John Hancock, que tiene una altura de más de 240 metros y se encuentra en la ciudad de Boston, es alta, los exploradores de la Profundidad Extrema llegan a profundidades oceánicas que son 15 veces superiores.

La participación de John Hancock en la Profundidad Extrema se remonta a una fecha mucho más lejana de lo que podrías imaginar. La tecnología nueva usada en las naves espaciales acuáticas tales como el Alvin está haciendo posible que los exploradores encuentren y exploren barcos naufragados que pueden datar de fines del siglo XVIII, cuando John Hancock era gobernador de Massachusetts.

*Discovery Channel*

