

VEHÍCULOS SUBMARINOS DE OPERACIÓN REMOTA (ROV): LA VANGUARDIA DE LA INTERVENCIÓN SUBACUÁTICA

José RICO LÓPEZ

Alejandro MUSEROS ALEGRE



Introducción



A necesidad del ser humano de acceder al fondo marino ha sido recurrente durante toda nuestra historia como especie. Existen evidencias de las primeras operaciones de intervención subacuática (IS) desde hace 4.500 años, realizadas por los precursores de los buzos, cuyo objetivo era la obtención de alimentos, la pesca de esponjas, corales y similares, y también en hazañas bélicas y la recuperación de tesoros y objetos de gran valor.

En la actualidad, nuestras necesidades básicas siguen siendo similares y, por lo tanto, los objetivos de las operaciones IS no han variado demasiado. El grueso de las operaciones submarinas se centra en la obtención de hidrocarburos, como antes lo fue conseguir alimentos. Además, el buceo de combate y la recuperación de objetos del fondo

marino continúan siendo una constante en todas las marinas y empresas de salvamento del mundo.

Se puede afirmar que la capacidad de exploración y trabajo en el medio subacuático ha ido de la mano de la tecnología accesible para el personal encargado de estas tareas. La introducción de la campana de buceo de Toledo en 1538, la de Halley en 1690 y el aclamado primer regulador de buceo a demanda creado por Émile Gagnan y el teniente de navío de la Marina Francesa

Jacques Cousteau, entre muchísimas más invenciones y mejoras, permitieron de forma progresiva avanzar en la profundidad, permanencia y capacidad de trabajo de los seres humanos en el fondo marino.

La siguiente gran revolución en la IS vino de la mano de los vehículos submarinos de operación remota, en adelante ROV (*remotely operated vehicles*). Éstos fueron desarrollados a partir de diversos prototipos hasta obtener un producto operativo en la década de 1960 y, gracias a las nuevas tecnologías, su uso se ha expandido a toda la industria de la IS.

Un ROV es en esencia un vehículo subacuático controlado por un ser humano que no se encuentra físicamente dentro del mismo. Como se discutirá en futuros puntos de este artículo, permitir al interviniente no estar sometido a presión hidrostática ha conseguido aumentar en varios órdenes de magnitud la profundidad y la permanencia a profundidad de una operación de IS.

Las capacidades operativas que ofrecen los ROV a la Armada no son un tren que va a pasar en unos años, sino que está pasando ahora mismo. La incorporación de estos vehículos en diferentes unidades es una realidad, y la explotación de todas sus capacidades es responsabilidad nuestra.

Limitaciones del buceo en la intervención subacuática

Para poder analizar las capacidades que ofrecen los ROV, primero debemos conocer qué limitaciones presentan otros medios de IS.

Como bien es sabido, la presión estática en el medio acuático aumenta a razón de aproximadamente una atmósfera por cada 10 metros de columna de agua. Esta circunstancia tiene un efecto definitivo sobre las limitaciones que vamos a encontrar durante una operación de buceo: las toxicidades asociadas a los diferentes gases y su asimilación por los tejidos corporales.

La profundidad máxima actual de buceo en la Armada es de 90 metros mediante la inmersión con mezcla de heliox al 13 por 100 de oxígeno, que podría llegar a 114 metros con M10 (heliox con 10 por 100 de oxígeno) en situaciones excepcionales.

La otra pata de las limitaciones, como se ha indicado anteriormente, es la absorción de este gas por los tejidos. No es objeto de este artículo discutir las diferentes teorías descompresivas aceptadas en la actualidad, pero sí es necesario señalar que, teniendo en cuenta que la inmersión máxima actual es de 90 metros y 30 minutos de tiempo de fondo (tiempo de bajada más tiempo de trabajo en el fondo), el tiempo de fondo de descompresión que deberán llevar a cabo los buzos es de 229 minutos. Es decir, menos de un 13 por 100 de este tiempo en que el buzo está expuesto a presión hidrostática es de trabajo efectivo. Para volver a realizar una inmersión igual, deberá esperar en superficie al menos 24 horas. En el momento de la redacción de este artículo, el ROV *Leopard*, instalado a bordo del buque de salvamento y rescate *Neptuno* (A-20), tiene

una profundidad máxima operativa de 1.000 metros, sin limitaciones de tiempo de fondo ni de velocidad de ascenso o descenso.

Arquitectura de los ROV

La configuración, tamaño y capacidades de los ROV varía enormemente entre los diferentes tipos. Sin embargo, existen ciertas características que todos los vehículos submarinos comparten: una sección subacuática y una sección en superficie.

Sección subacuática

- Bastidor (*frame*). Los vehículos submarinos están contruidos normalmente alrededor de un bastidor, usualmente de plástico, que hace la función de «columna vertebral» de los ROV. Sobre dicho bastidor se irán montando y acoplado los demás elementos del vehículo.
- Propulsores (*thrusters*). Para poder desplazarse por el medio acuático, los ROV necesitan propulsores. Éstos son normalmente hélices accionadas por un mecanismo de funcionamiento hidráulico o eléctrico,



Esquema de los diferentes componentes de un ROV de trabajo. (Fuente: Saab-Seaeeye)

- dependiendo de la potencia necesaria. Conforme a la tendencia actual, la industria ha ido desechando la idea de propulsores hidráulicos debido al avance en la fiabilidad y la versatilidad en la sustitución y reparación de los eléctricos.
- Cámara. Componente vital de los ROV. Actúa como sensor principal del vehículo por ser los «ojos» del operador, permitiéndole en superficie tener conciencia de situaciones sobre la posición del ROV, así como de la actuación de otros elementos, como pueden ser los brazos manipuladores.
 - Cápsula electrónica (*Electronic POD* o EPOD). Este componente tiene como misión traducir y transmitir los comandos recibidos desde superficie hasta los diferentes actuadores; además, de forma análoga, debe recabar las señales de los diferentes sensores, prepararlas para su transmisión y enviarlas a los operadores en superficie. Este EPOD también tiene la misión de transformar la energía eléctrica almacenada en baterías en el ROV o transmitida desde la superficie a través del umbilical en los voltajes adecuados para sus diferentes accesorios. Los modelos modernos de ROV incorporan un gran número de aplicaciones de ayuda a los operadores, por lo que el EPOD debe contar con las suficientes tarjetas electrónicas que permitan, por ejemplo, integrar un piloto automático, posicionamiento hidroacústico, etcétera.
 - Umbilical. La transmisión de información a través del medio acuático es especialmente adversa si se compara con la transmisión por el aire. La principal diferencia entre un dron y un ROV es la presencia de un cable de transmisión de datos y energía, denominado umbilical.
 - Sensores y actuadores. Este apartado puede ser tan extenso como uno se proponga. La cantidad de sensores y actuadores que se pueden montar en un ROV es relativamente amplia. Los actuadores más comunes son el/los brazo(s) manipulador(es), que permiten recoger muestras, abrir válvulas, transportar objetos y un largo etcétera. Además, en este apartado entran el profundímetro, el altímetro, DVL (*Doppler Velocity Logger*), los sonares de localización, luces, correntímetros, sistemas de posicionamiento, perfiladores de fondo, LIDAR...
 - Sistema de flotabilidad positiva. Los ROV están diseñados para que su flotabilidad total sea neutra, de forma que los motores propulsores únicamente actúen para generar desplazamiento y no para contrarrestar la fuerza de la gravedad. Esta flotabilidad se consigue mediante bloques de plástico o espuma. Dependiendo de los sensores y actuadores montados sobre el ROV, éste necesitará un ajuste fino mediante lastres.
 - TMS (*Tether Management System*). Es un subsistema que permite liberar de carga lateral (en caso de corriente) al propio ROV. Puede ser de tipo garaje o *top hat*. El TMS se une a la superficie a través del umbilical,

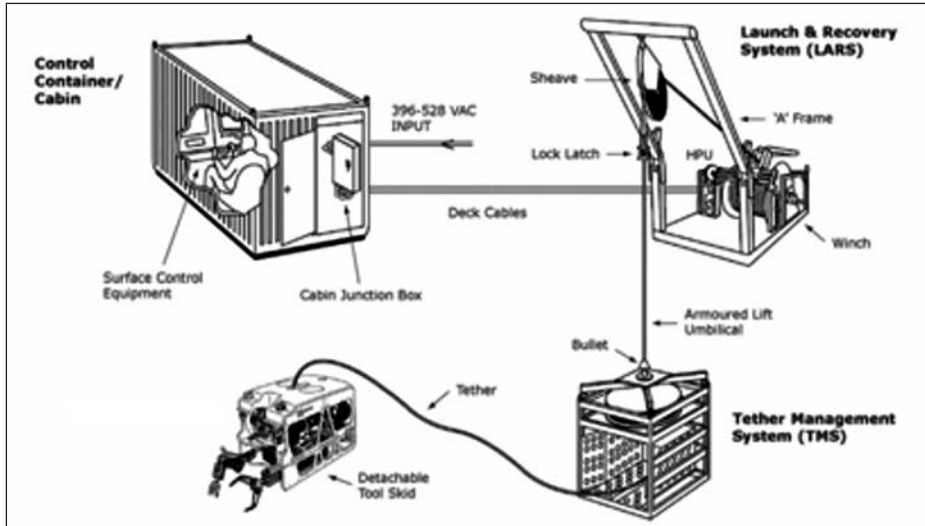


Diagrama de un esquema típico de ROV de trabajo. (Fuente: Saab-Seaeye)

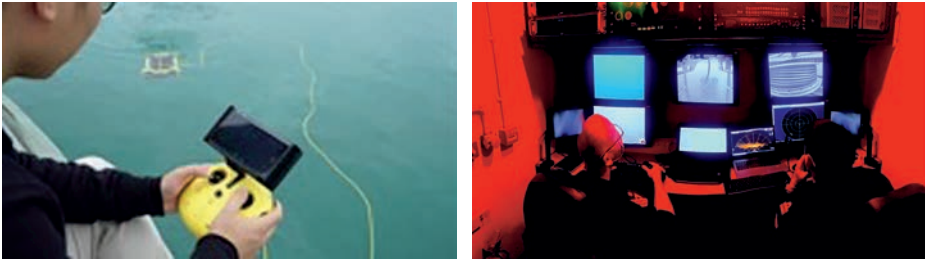
de donde recibe los *inputs* y la energía. Después, se incorpora otro umbilical, éste sin armado de protección, que se denomina *tether*. Esta configuración hace que el ROV no tenga que contrarrestar con sus propulsores toda la fuerza de la corriente sobre el umbilical, que puede ser de miles de metros, sino que únicamente lucha contra la fuerza inducida en el *tether*. Los ROV pueden montar TMS o no, dependiendo del tamaño, el objetivo y la profundidad de trabajo.

Sección en superficie

La otra pata del sistema ROV es el control, la monitorización y, en algunos casos, el sistema de lanzamiento y recogida del vehículo. Sus principales elementos son:

- Sistema de control. Éste puede variar en complejidad, tamaño y necesidades en la misma magnitud que el tamaño y los sistemas auxiliares montados en un ROV. Su objetivo principal es el de enviar *inputs* para el control del ROV y sus sistemas, así como la recepción de datos de las cámaras y sensores. El tamaño puede variar desde un adaptador para un teléfono móvil hasta una cabina en un contenedor de 20 pies o más. El sistema de control deberá estar equipado con las suficientes herramientas para el pilotaje y la presentación de los datos necesarios

para la operación subacuática. Éstos pueden ser controles de manipuladores, *joysticks* de control, pantallas de presentación de datos, sonares, etcétera.



Izquierda, Sistema de control del robot Chasing M2. (Fuente: Rovsea Marine Services). Derecha, puesto de control de la cabina del ROV *Leopard*, BSR *Neptuno*. (Elaboración propia)

- Sistema eléctrico. Como se ha indicado anteriormente, este sistema puede encontrarse a bordo del ROV en forma de baterías, normalmente en los vehículos de pequeño tamaño, o utilizar la energía generada en la plataforma de lanzamiento si se trata de un ROV de trabajo. En el segundo caso, en la cabina de control se instalan unos transformadores que adaptan las características del voltaje en la plataforma a la necesidad del ROV para luego enviarlo por el umbilical.
- Sistema de lanzamiento y recogida (*Launch and Recovery System* o LARS). La complejidad y tamaño de este sistema también va íntimamente ligado al tamaño y complejidad del ROV. Un LARS pueden ser los brazos de un operador (en un ROV pequeño) o un pórtico con capacidad para cinco toneladas en caso de un ROV de trabajo.

Tipos de ROV

Las características de los ROV varían enormemente, dependiendo del desarrollador, del constructor y del proyecto. Ésta es la razón de que existan varias formas de clasificar su tipología. Sin embargo, la nomenclatura y clasificación más extendida es la que propone IMCA (*International Marine Contractors Association*), que se expone a continuación.

Clase I. ROV de observación

Este tipo de ROV se utiliza únicamente para operaciones de observación e identificación. Es una solución operativa relativamente barata y portátil. Los

operadores pueden usarlo para realizar una inspección visual de primer plano de objetivos submarinos, cascos de buques, etc. Suele estar diseñado de forma muy compacta, con propulsores limitados, por lo que no se puede utilizar con grandes corrientes.

Clase II. ROV de observación configurables

- *Clase II-A. ROV única-mente de observación con posibilidad de carga.* Este tipo de vehículo generalmente tiene una capacidad de carga que le permite instalar cámaras auxiliares, transportar sensores para investigación y pruebas no destructivas... En comparación con el primer tipo de ROV, tiene una mayor relación peso-potencia para garantizar que pueda funcionar en escenarios similares a un nivel más avanzado de ROV (co-



Diferentes tipologías de ROV y AUV.
(Fuente: Symphotic TII)

- mo un entorno marino o submarino con corriente). Los ROV Clase II-A siguen siendo muy portátiles y no requieren soporte especial del sistema LARS.
- *Clase II-B. ROV de observación con cierta capacidad de investigación e intervención.* Sigue siendo un ROV de observación, pero ya presenta una gran capacidad de carga. Puede llevar montado un manipulador sencillo que proporciona una ligera capacidad de intervención. Aunque este tipo de ROV requiere un sistema LARS dedicado y una cabina de control, en comparación con uno Clase III, sólo requerirá una pequeña superficie a bordo (un contenedor de 20 pies, aproximadamente), por lo que puede implementarse en barcos con espacio reducido en cubierta.

Clase III. ROV de trabajo

- *Clase III-A. ROV de trabajo estándar; el peso de todo el sistema es de aproximadamente 1.000 kg y la capacidad de carga inferior a 200 kg.* Este tipo de sistema ROV es el principal producto de la industria subacuática. Puede ser utilizado para la mayoría de trabajos submarinos, incluyendo la investigación, la medición, la construcción, etc. Requiere un área considerable de espacio en cubierta (dos contenedores de 20 pies, aproximadamente) para implementar su sistema LARS, la cabina de control y su estación transformadora. Por ello, los buques que montan este tipo de vehículo suelen tener un espacio importante disponible en cubierta. Para las operaciones en las que se usan ROV de la Clase III es imprescindible que el buque cuente con un sistema de posicionamiento dinámico.
- *Clase III-B. ROV de trabajo pesado; el peso de toda la máquina es de aproximadamente 3.000 kg y la capacidad de carga superior a 200 kg.* Este tipo de sistema juega un papel importante en la industria minera, petrolífera y del gas en alta mar. Normalmente está equipado con un sistema hidráulico de gran capacidad para realizar trabajos muy demandantes.

Clase IV. El vehículo submarino remolcado

Se utiliza principalmente para tender cables submarinos. Es relativamente simple en diseño y uso. Este tipo brinda una solución económica y conveniente para proyectos de tendido de cables submarinos de larga distancia.

Clase V. Prototipo o proyecto de vehículo submarino

Este sistema de robot suele ser un prototipo desarrollado *ad hoc* para enfrentarse a escenarios especiales. Un ejemplo típico es el desarrollo del sistema de robot submarino de la serie *Rock Grabber*, que se utiliza para eliminar del lecho marino rocas y demás obstáculos para facilitar el tendido de cables submarinos.

Clase VI. Autonomous Underwater Vehicle (AUV)

Este tipo de ROV en continua evolución terminará teniendo una clasificación independiente. Los AUV centran sus capacidades en la búsqueda y obtención de datos de forma autónoma. Una vez han realizado su tarea, o a

intervalos programables, suben a superficie para transmitir los datos al buque nodriza si no ha podido transmitir/recibir información desde superficie. Es especialmente interesante para las operaciones de búsqueda submarina a gran profundidad y en grandes áreas y para la limpieza de minas.

ROV y sus misiones en la Armada

Como se ha introducido en las primeras líneas de este artículo, el tren del uso de ROV en operaciones IS en la Armada está pasando ahora mismo. En este apartado se van a enumerar y describir brevemente los ROV con los que cuenta la Armada, su uso y principales características.

Acción del Estado en la Mar

La Fuerza de Acción Marítima (FAM) está formada por el conjunto de unidades que tienen como cometido principal prepararse para proteger los intereses marítimos nacionales y el control de los espacios marítimos de soberanía e interés nacional, contribuyendo al conjunto de actividades que llevan a cabo las distintas administraciones públicas con responsabilidades en el ámbito marítimo.

Las unidades de Buceo, el Centro de Buceo de la Armada, así como el *Neptuno* como unidades dependientes del almirante de Acción Marítima (ALMART), deben asegurar la preparación y ejecución de la protección de los intereses nacionales.

El ámbito subacuático, como bien se ha podido comprobar en el ataque a los oleoductos Nord Stream 1 y 2, no es ajeno a las vicisitudes de la geopolítica actual.



(Imagen SEDIGAS/La Vanguardia)

ROV de Intervención Subacuática en las unidades de Buceo

La Armada establece una serie capacidades de IS a las diferentes unidades de Buceo (1). Los ROV tienen unas características especiales que les permiten destacar en los siguientes cometidos:

- *Salvamento y rescate de submarinos.* Sobre este asunto hay y habrá infinidad de literatura en esta publicación por la importancia de estos sistemas. Todo el mundo tiene en la retina los incidentes de los submarinos ARA *San Juan* y KRI *Nanggala* y la enorme trascendencia que implica la pérdida de una unidad de este tipo.
Como se ha discutido en el segundo apartado de este artículo, la profundidad máxima operativa actual de los buzos de la Armada es de 90 metros (114 de manera excepcional), mientras que la profundidad de operación de los ROV de observación es de una media 100 metros y una máxima de 1.000, sin restricción de tiempo de fondo.
En la actualidad, el ROV *Leopard* del BSR *Neptuno* puede conectar las mangueras de ventilación y refltamiento de los submarinos *S-70* y *S-80*, además de ser la única plataforma capaz de realizar un reconocimiento del casco de un submarino hundido a grandes profundidades.
- *Reconocimientos visuales, incluyendo la estimación de daños en combate de unidades a flote.* En relación al último párrafo, un ROV es capaz de realizar un reconocimiento de un submarino, pero sus bondades no acaban ahí. La facilidad operativa y, especialmente, el hecho de no exponer vidas humanas en las tareas de reconocimiento de cascos, hélices y aspiraciones de buques y de muelles es realmente un salto de calidad y operatividad.
- *Reparaciones submarinas.* Las capacidades de los ROV de servicio en la Armada se centran especialmente en el reconocimiento visual. Sin embargo, la capacidad de realizar pequeñas reparaciones a gran profundidad es una realidad. El ROV *Leopard* puede hacer cortes de cables y de barras mediante una herramienta radial y una guillotina activada hidráulicamente.
- *Demoliciones submarinas.* La Unidad de Buceadores de Medidas Contra Minas (UBMCM) ya ha utilizado su ROV *Chasing M2* como vehículo de pruebas para recoger explosivos del fondo, agruparlos y colocar una carga preparada en superficie para su neutralización.

(1) Unidades de buceo: Centro de Buceo de la Armada (CBA), BSR *Neptuno*, Unidad de Buceo de Ferrol (UBUFER), Unidad de Buceo de Canarias (UBUCANAR), Unidad de Buceo de Cádiz (UNBUDIZ).

- *Preservación del Patrimonio Arqueológico Subacuático (PAS) mediante la búsqueda y recuperación de pecios y objetos sumergidos.* En los próximos años, la identificación de pecios mediante ROV va a ser la herramienta principal de la Armada. En los últimos tiempos, ya han demostrado sus capacidades el antiguo ROV *Scorpio*, en la ría de Vigo en la campaña de búsqueda del buque *Nuestra Señora de los Remedios*, y el ROV *Navajo*, en el Estrecho en la búsqueda del crucero acorazado *Reina Regente*.

Dentro de estas capacidades se especifican dos subapartados más, que no son exclusivos de esta capacidad básica. Por un lado, está la de realizar búsqueda y exploración submarina de objetos enterrados u ocultos con magnetómetro y/o penetrador de fondo, elementos que pueden montarse en un ROV y aumentar de forma considerable la profundidad de búsqueda. Por otro, la capacidad de recuperar objetos sumergidos (torpedos, minas, etc.) una vez localizados. Esta última se puede decir que es la capacidad principal del ROV de trabajo *Leopard*: la manipulación y recuperación de objetos a profundidades mayores de 90 metros actualmente es exclusiva de este sistema en el seno de la Armada.

A pesar de haber sido introducidos en apartados anteriores, los ROV disponibles en las diferentes unidades de Buceo son los siguientes:

ROV de observación pura

- ROV *Gladius*. Únicamente disponible por el Centro de Buceo de la Armada (CBA). Este ROV de observación pesa cinco kilos y alcanza una profundidad máxima de 100 metros.



ROV *Gladius*. (Imagen facilitada por el autor)

ROV de observación configurables

El grueso de los ROV en servicio en la Armada son Clase II-A, debido a su versatilidad y facilidad de despliegue. Éstos son:

- ROV *Navajo*. En servicio en el CBA y en el BSR *Neptuno*. Tiene una profundidad máxima operativa de 300 metros, con guiado por fibra

óptica y alimentación eléctrica desde superficie. Cuenta con una capacidad de carga de 10 kg y la posibilidad de montaje de un brazo manipulador.

- ROV *Chasing M2*. En servicio en las unidades de Buceo, UBMC M y CBA. Este ROV se utiliza principalmente como medio de observación. Sin embargo, tiene la posibilidad de montaje de un brazo manipulador para recuperación de objetos y apoyo a buzos sumergidos. También se ha utilizado como ROV de apoyo a buceadores, permitiendo al supervisor en superficie tener una imagen general del trabajo submarino.
- ROV *SeaBotix*. En servicio en el CBA. Tiene un peso de 18 kg y presenta una capacidad excepcional de montar accesorios y demás sensores. Su arquitectura de bastidor abierto permite una amplia gama de opciones de sensores *plug and play*. Su uso principal operativo es en reconocimientos subacuáticos donde se precisa un robot más capaz y estable que los dos ROV anteriores.
- ROV *VideoRay Pro 5*. En servicio en la UBMC M.



De izquierda a derecha: ROV *Chasing M2* (Fuente: Chasing); ROV *VideoRay Pro 5* (Fuente: VideoRay) y ROV *Navajo* (Fuente: Sub-Atlantic)

ROV de trabajo

Éstos solamente pueden ser operados desde buques. Los únicos de este tipo con que ha contado la Armada han sido el ROV *Scorpio*, dado de baja el año 2021, y el ROV *Leopard*. Este último fue adquirido por la Armada a través de la agencia de la OTAN y se encuentra en la vanguardia de la IS nacional. Está instalado a bordo del BSR *Neptuno*, pero su configuración modular le permite desplegarse a cualquier unidad con espacio suficiente. Tiene como principal objetivo el apoyo a las operaciones de salvamento y rescate de submarinos, por lo que el buque y los operadores han centrado sus



Operadores ROV comenzando una intervención a bordo del BSR *Neptuno*.
(Fuente: *La Verdad* de Murcia)

adiestramientos en estos cometidos, consiguiendo un alto nivel previo a las pruebas de mar en inmersión del submarino *Isaac Peral* (S-81).

El *Leopard* cuenta con dos brazos manipuladores, uno de siete funciones y otro de cuatro, y está capacitado para operar hasta profundidades de 1.000 metros. El personal a cargo de su operación debe realizar un curso inicial genérico de operador-técnico de ROV, para después certificarse en el tipo de ROV. La complejidad de operación y mantenimiento de este ROV hace que la permanencia del personal asignado a este sistema IS sea un desafío al que la Armada va a tener que poner solución en los próximos años. En caso contrario, existe la posibilidad de repetir errores anteriores y perder la operatividad de un sistema tan capaz.

Hasta la fecha se han realizado tres cursos ROV en el centro de formación de pilotos QSTAR, único certificador IMCA de ROV en España. Sin embargo, después de atender al curso QSTAR, la sección departamental de MCM de la Escuela de Especialidades «Antonio de Escaño» ha creado un curso de piloto-técnico de ROV.

Para llegar a un producto educativo y de adiestramiento sólido, el personal experto en IS y en el empleo de ROV de diferentes clases valora la conveniencia de que el curso evolucione y sea impartido de manera genérica

para operadores en la Escuela Militar de Buceo (EMB), y para mantenedores en una empresa especializada. Una de las razones que apoya esta idea es que tal y como se observa en este apartado, el uso de ROV en la Armada se ve copado casi en su totalidad por personal de las diferentes unidades de Buceo.

Otro factor en favor de que el centro de referencia en la formación y empleo de ROV migre hacia el tándem EMB/CBA es el profundo conocimiento del medio en el que operan. Las misiones a las que se enfrentan (y se enfrentarán) los ROV están íntimamente ligadas a operaciones que el personal especialista en Buceo lleva décadas realizando, por lo que realmente tiene sentido que ese conocimiento se traslade a los ROV, y no que se «cree» conocimiento en otra rama de la Armada.

Fuerza de Medidas Contra Minas

Las operaciones MCM se basan en la búsqueda sistemática, reconocimiento, identificación y, en su caso, neutralización de todo tipo de artefactos explosivos en el medio acuático. La naturaleza de dichos explosivos puede ser muy diversa, desde WBIED (*Water-borne Improvised Explosive Devices*) con pocos kilos de explosivo hasta minas con cientos de kilos.

El medio acuático, ya de por sí extremo para las operaciones de buceo, eleva en varios órdenes de magnitud su peligrosidad en el caso de explosiones submarinas, por una simple razón: un medio líquido transmite mejor una onda de choque que un medio gaseoso. Por ello, la exposición de un buceador para reconocer un explosivo es una tarea difícil y reservada para nuestros EODS (desactivadores de explosivos submarinos). Además, el número de inmersiones que puede realizar un buceador en un período operativo de 24 horas depende de varios factores —como la mezcla, el equipo, la profundidad, el tiempo de fondo...— que no afectan a un ROV. Por lo tanto, la naturaleza de las operaciones MCM hace que el uso de vehículos tripulados remotamente sea especialmente interesante, ya que se disminuye enormemente la exposición de personal, y el número de intervenciones con ROV es mucho mayor que mediante buceadores.

ROV Pluto Plus (Clase II-A)

El cazaminas *Segura* (M-31), entregado a la Armada el 27 de marzo de 1999, fue el primer barco en montar este tipo de ROV. El *Pluto Plus*, construido en Italia por la empresa Gaymarine, pesa aproximadamente 320 kg y tiene una capacidad de 100 kg. Su uso principal es el de identificación de objetos de interés detectados por el sonar del cazaminas. También tiene la capacidad de contraminado mediante la carga CM-104.

Cuenta con baterías internas y un guiado a través de fibra óptica. No tiene capacidad de manipulación de objetos ni de conexión de sensores auxiliares.

ROV Minesniper (Clase V)

Este ROV tiene como misión principal la neutralización de una mina. El *Minesniper* es un producto de la empresa noruega Kongsberg. Cuenta con una carga explosiva proyectada en su proa que es capaz de inutilizar un explosivo en el agua, además de baterías internas y guiado por fibra óptica.



ROV Pluto Plus. (Facilitada por el autor)



ROV Minesniper. (Facilitada por el autor)

Operaciones históricas

Palomares

El lunes 17 de enero de 1966, a las 10:22 horas, dos aviones militares norteamericanos estallaron en el aire durante un reabastecimiento aéreo sobre la costa de Palomares, Almería; uno de ellos era un bombardero *B-52*, cargado con cuatro bombas atómicas. Tres de los cuatro artefactos cayeron en diferentes lugares de este término municipal, siendo recuperados en 24 horas. El cuarto cayó al mar con el paracaídas abierto.

En este momento comenzó una fase de búsqueda del objeto que duró ni más ni menos que 80 días. Los buques de la Marina norteamericana *Hoist*, *Petrel* y *Tringa* aportaron 150 buzos que buscaron sin suerte hasta profundidades de 37 metros con aire, 64 con mezcla de gases y a 110 metros con escafandras. La bomba yacía en un área inexplorada del cañón del río Almanzora, en una pendiente de 70 grados y a una profundidad de 780 metros. La búsqueda continuó hasta que el DSV *Alvin* (un minisubmarino) localizó el artefacto el 17 de marzo.

Después de varios intentos infructuosos por parte del minisubmarino, el ROV *CURV* (*Cable-controlled Undersea Recovery Vehicle*) de la US Navy



Bomba termonuclear caída en Palomares; al fondo, el ROV CURV. (Fuente US Navy)

logró recuperar la bomba y elevarla hasta una profundidad de 30 metros. En esta sonda y mediante una operación conjunta de ROV-buceadores (denominada SIMOPS en la doctrina de buceo), los buceadores americanos tomaron el relevo y engrillaron la bomba a una grúa para su izado.

Pisces III

El sumergible comercial canadiense *Pisces III* se perdió durante el transcurso de unas operaciones en agosto de 1973 al suroeste de Cork, Irlanda. De 12 toneladas y con dos personas a bordo, se hundió en 480 metros de sonda cuando su línea de remolque se enredó y abrió la escotilla de su compartimiento posterior, que se inundó por completo. El submarino perdió flotabilidad positiva instantáneamente y terminó en el fondo con dos tripulantes atrapados y sólo 72 horas de soporte vital.

Diseñado principalmente para trabajos comerciales, el *Pisces* permitía una variedad de operaciones en aguas profundas a 1.100 metros. En el momento del accidente, se encontraba en el fondo marino trabajando en un cable transatlántico. A petición de las autoridades británicas, el *CURV III* se desplegó desde su base en San Diego (California) a Irlanda, donde fue operado desde el barco de la Guardia Costera canadiense *John Cabot*. En coordinación con dos sumergibles más, *Pisces I* y *Pisces V*, el ROV *CURV* logró insertar una barra de palanca en la escotilla abierta del *Pisces III*, con la cual el sumergible

atrapado y la tripulación fueron transportados de manera segura a la superficie 76 horas después del percance inicial. Para llevar a cabo la operación de salvamento, fue izado hasta una profundidad de 30 metros, donde, al igual que con la bomba de Palomares, los buceadores en zona prepararon la maniobra de izado a superficie.

De no haber sido por la rápida capacidad de despliegue del ROV y de contar con un adiestramiento perfecto, los dos tripulantes del sumergible no hubieran tenido ninguna posibilidad de sobrevivir al incidente.

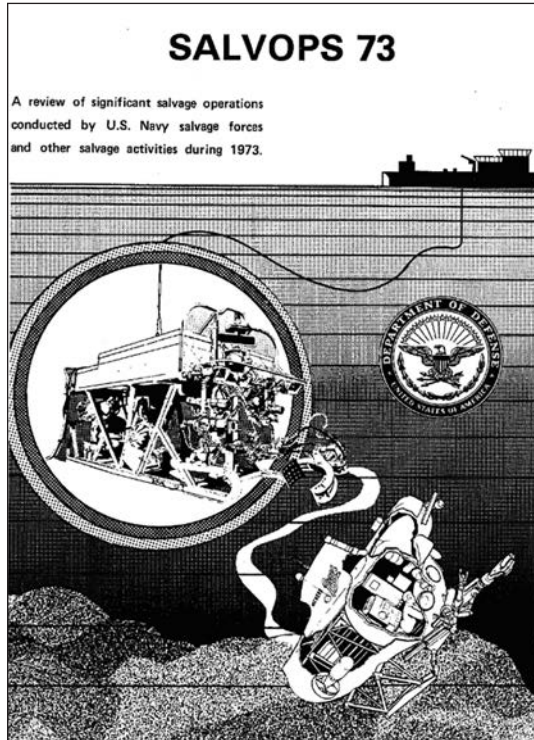
Avioneta Reus

El 3 de noviembre de 2020 una avioneta que había partido del aeropuerto de Ibiza en dirección al aeródromo de Reus se estrelló en el mar en algún lugar cercano al delta del Ebro. Inmediatamente se destacó un helicóptero SAR del Ejército del Aire y diversos medios de Salvamento Marítimo, sin suerte en la búsqueda.

La Armada envió al BSR *Neptuno* y al cazaminas *Sella* en misión de búsqueda e identificación de los restos de la avioneta en el área previsible. El *Neptuno* localizó mediante su sonar de barrido lateral un contacto probable a las pocas horas de llegar a la zona.

La operación de identificación final se realizó desde el *Sella*, donde embarcó un equipo de pilotos del BSR *Neptuno* con el ROV *Navajo*, que localizó y filmó los restos de la avioneta a 115 metros de profundidad, además de recoger evidencias sobre los pilotos, que fueron comunicadas a la Guardia Civil.

Con la posición GPS facilitada por la Armada, Salvamento Marítimo destacó un buque con un ROV de trabajo a efectos de reflotar el avión siniestrado. La Armada recuperó la capacidad de trabajos a gran profundidad mediante ROV —anteriormente aportada por el ROV *Scorpio*— dos años



Portada SALVOPS 73. (Fuente: Naval Sea Systems Command. US Navy)



Buque *Clara Campoamor* recuperando los restos localizados por el BSR *Neptuno*.
(Fuente: Salvamento Marítimo)

después de este incidente con la incorporación del *Leopard*. Éstos son sólo unos pocos ejemplos de operaciones en las que los ROV han resultado ser un elemento central en una operación de salvamento subacuático; a efectos de extensión del artículo se ha tenido que restringir el número de ellas, pero la recuperación de unos portones de LCM mediante el ROV *Scorpio*, las numerosas operaciones PAS (Protección del Patrimonio Arqueológico Sumergido) y un largo etcétera merecerían unas líneas.

Futuro

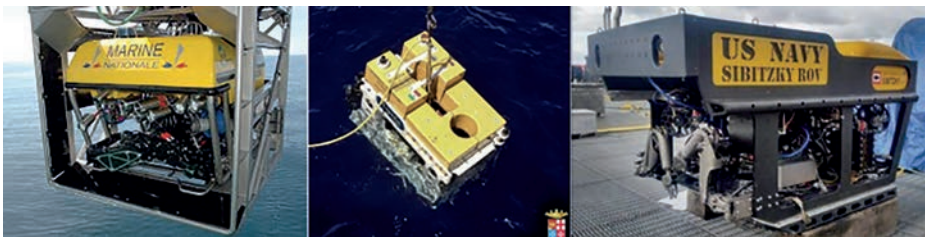
El futuro a corto plazo de la intervención subacuática (IS) en la Armada tiene un nombre propio: BAM-IS. Este buque, que tiene previsto el comienzo de su construcción en un futuro próximo, reunirá las capacidades de IS más punteras del mundo y permitirá ampliar y asentar las existentes en todas las ramas IS; especialmente, constituirá un salto de calidad en el área de salvamento y rescate de submarinos, permitiendo abarcar todas las fases de una operación de salvamento y rescate subacuático, desde la búsqueda, localización, identificación, apoyo mediante ventilación y, finalmente, extracción de la dotación con un vehículo de rescate de la OTAN (NSRS).

El BAM-IS tiene previsto embarcar dos ROV orgánicos, uno de trabajo y otro de observación con capacidad de trabajo. El alcance, características y constructor de los ROV aún están por definir; sin embargo, deberán asegurar una capacidad de intervención muy superior a la de los medios con que cuentan actualmente, permitiendo realizar operaciones de salvamento e identificación en toda la plataforma continental española.

La otra pata de la evolución en la intervención subacuática de la Armada es la «embarcación de apoyo a buceadores», que heredará el atraque del BSR *Neptuno* en la Estación Naval de La Algameca y se utilizará para un amplio rango de operaciones subacuáticas. Esta embarcación cubrirá el hueco operativo entre una RHIB con buceadores y un buque de 5.000 toneladas, como será el BAM-IS. Para ello, será capaz de embarcar diferentes configuraciones modulares que le permitan enfrentarse a múltiples escenarios IS. Entre otras, el embarque de un sistema de buceo a gran profundidad con campana húmeda o un ROV de trabajo, con un LARS y cabina de control de 20 pies. Esta plataforma contará con un sistema de posicionamiento dinámico Clase 2, eliminando la necesidad actual de fondear.

Conclusiones

Las Fuerzas Armadas y la Intervención Subacuática tienen una característica común: el valor que aportan a su organización es difícil de cuantificar hasta que la necesidad de su uso es totalmente imperiosa e ineludible. El personal y el material asignados a las diferentes unidades de Buceo ha ido menguando desde hace años, y en la Armada en general, aunque quizás de forma un poco más acusada debido a esa falta de sensación de necesidad.



De izquierda a derecha, ROV *Ulises* de la Marina francesa (fuente: Marine Nationale); ROV *Perseo* de la Marina italiana (fuente: Marina Militare), y ROV *Sibitzky* de la Marina norteamericana. (Fuente: US Navy)

Sin embargo, lecciones aprendidas de diferentes situaciones en territorio nacional y extranjero indican que la posibilidad de que la Armada se vea involucrada en un incidente serio y precise echar mano de los medios de IS puede

ser más probable que un enfrentamiento antiaéreo con misiles SM-2, por poner un ejemplo. Entre muchas otras, el salvamento del cazaminas *Turia* (M-34), la recuperación de dos *C-101* del Ejército del Aire o la de los pontones del Ejército de Tierra en Castro Urdiales son ejemplos de que la inversión en medios de IS se rentabiliza con relativa prontitud.

La ampliación de capacidades que ofrecen los ROV en todos los rangos de la IS es un aspecto que la Armada no ha desestimado, como demuestra la adquisición del nuevo ROV *Leopard*. Sin embargo, es preciso mantener la inversión y la estandarización en el uso de estos vehículos, dados los previsibles avances que se producirán en los próximos años. A tal efecto, es preciso definir un centro de referencia en ROV dotado de personal especialista en IS, en su operación y mantenimiento, así como en el medio donde operan.

La construcción del BAM-IS y de la embarcación de apoyo a buceadores en un futuro próximo va a ser uno de los exámenes importantes a los que la comunidad del buceo se va a enfrentar. El BAM-IS se presenta como una excelente oportunidad de mirar al futuro e incorporar medios y técnicas nuevos, partiendo de la experiencia acumulada con el BSR *Neptuno* y el BS *Poseidón*.

Los ROV constituyen para el buzo el elemento accesorio más importante de la intervención subacuática en la Armada y en la industria, siendo la respuesta a ese avance constante que nos obliga siempre a *duc in altum* (2).



BIBLIOGRAFÍA

Doctrina Nacional de Buceo, D-BC-01 y D-BC-02.

Almirante general jefe de Estado Mayor de la Armada: *Concepto de Intervención Subacuática*, 2015.

International Maritime Contractors Association (IMCA) R004 Rev. 4.

Sánchez García, J.: «Los cazaminas de la clase *Segura*». *Revista Naval*. <https://www.revistanaval.com/noticia/cazaminas-clase-segura-series-mcm-minesniiper-pluto-plus/>

US NAVY: *SALVOPS 73, NAVSEA 0994-LP-012-6050.*

(2) *Duc in altum*; bucead en lo profundo o remad mar adentro.