

# ¿PODEMOS DEJAR LA GUERRA DE MINAS EN MANOS DE LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS SUBMARINOS?

Javier NÚÑEZ DE PRADO APARICIO



## Introducción



VIVIMOS en la era de los grandes avances tecnológicos. Numerosas convenciones mundiales sobre robótica dejan entrever el rápido desarrollo que se está produciendo y cómo la máquina sustituirá al ser humano en muchas facetas de la vida. Se dice que en no mucho tiempo haremos la compra sin movernos de casa, pero no nos la servirá a domicilio una persona, sino que será entregada mediante un robot-dron por la ventana.

En robótica submarina los avances están siendo también espectaculares. La exploración del fondo marino es un hecho y se está llevando a cabo en muy diferentes ámbitos, como en oceanografía, la arqueología submarina o la industria energética.

Como no puede ser de otra forma, también tiene su aplicación militar. La investigación en inteligencia artificial y el desarrollo de vehículos submarinos está permitiendo innovar en algunos aspectos de la guerra naval, como son las operaciones de Medidas Contra Minas (MCM), para realizarlas de manera más discreta, eficaz, pero sobre todo más segura.

## Técnicas de MCM. Pasado, presente y futuro

Desde que la mina naval supuso una amenaza al tráfico marítimo y a los intereses nacionales, la Armada no dudó en apostar por una Fuerza de Medi-



Cazaminas *Guadalmedina* (M-42) de la clase *Guadalete*.  
(Foto: [www.flickr.com/photos/armadamde](http://www.flickr.com/photos/armadamde)).

das Contra Minas que garantizase la libertad de acción y de navegación. Inicialmente se adquirieron medios de rastreo, que era la forma más eficiente de eliminar la amenaza de minas.

Tras la dura experiencia que la US Navy sufrió durante los conflictos de Corea y Vietnam a mediados del siglo pasado y que le supuso la pérdida de un número considerable de dragaminas, así como la imparable evolución de la mina resistente a los sistemas de rastreo tradicionales, la Armada decidió orientarse hacia la caza de minas, considerada más segura. Primero con los cazaminas clase *Guadalete* y luego con los *Segura*, hemos ido perfeccionando esta técnica durante más de 50 años, alcanzándose buenos resultados en la detección de amenazas.

La caza de minas trajo consigo la necesidad de una Unidad de Buceadores de MCM capaz de realizar tareas de limpieza en aguas muy poco profundas donde los buques no pueden navegar.

En la era actual, la robótica con los vehículos autónomos submarinos (AUV- *Autonomous Underwater Vehicles*) es una nueva incógnita en la complicada ecuación de las operaciones MCM. Indudablemente aportan innovación y seguridad, pero ¿nos atrevemos a pronosticar cuál será su papel en el futuro de las operaciones de MCM?, ¿podremos dejar la guerra de minas en manos de los AUV?

## Empleo de AUV en misiones MCM

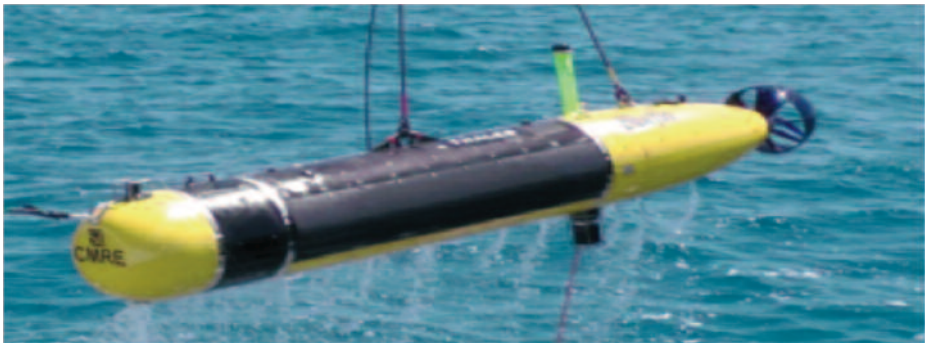
Para responder estas preguntas, empezaremos destacando las principales ventajas que aportan estos vehículos. En primer lugar, contribuyen a la seguridad, en tanto que evitan que el hombre entre en aguas minadas y, además, elimina el peligro de operar con el buque cerca de costa, donde es muy vulnerable. Un terrorista armado con MANPAD desde tierra puede dejar a un cazaminas fuera de combate con cierta facilidad si este opera de manera indiscreta y sin otros medios que lo protejan.

Por otro lado, los AUV disponen de avanzada tecnología, con sonares de barrido lateral de alta definición o sistemas de navegación tan sofisticados como los que pueda montar un buque. Y no solo realizan operaciones MCM, sino que también son capaces de obtener datos de los fondos marinos y medioambientales esenciales para el éxito de las operaciones. No nos equivocamos si afirmamos que los AUV serán fundamentales en el futuro.

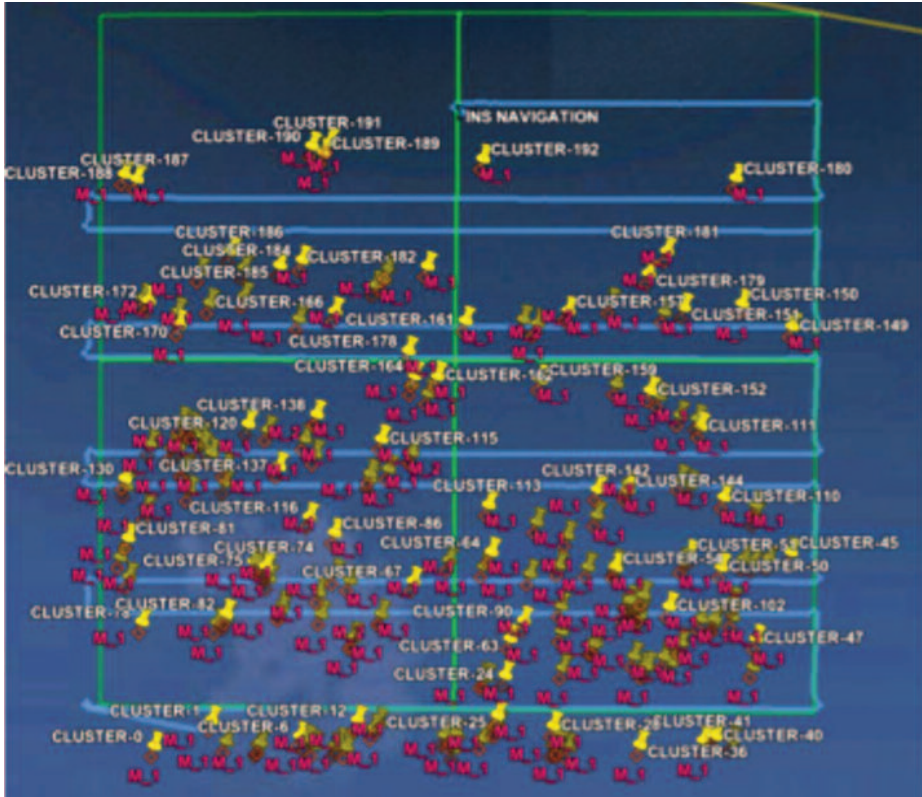
## Tecnología adaptada a la misión

Diversas marinas ya han trabajado con estos vehículos en determinadas operaciones reales, como algunas llevadas a cabo en el golfo Pérsico. Al tener un coste elevado, existe cierta preocupación por una posible pérdida, con lo que sus usuarios mantienen una vigilancia cercana mientras operan. Esta servidumbre supone indudablemente una cortapisa en su empleo operacional, si bien es de esperar que se supere a corto plazo, una vez aumente la confianza en el vehículo.

Sistemas de navegación inercial y otros sensores le proporcionan la necesaria exactitud en la navegación, asunto fundamental en la Guerra de Minas.



AUV *MUSCLE* del CMRE izándose a bordo del ITS *Alliance* durante DYNAMIC MARINER/FLOTEX-19.



Clúster de contactos del AUV *MUSCLE* en una milla cuadrada. Será clave la bondad del ATR.

Los AUV cuentan con sonares de barrido lateral de alto rendimiento diseñados específicamente para detectar objetos en el fondo marino. Estos «sonorizan» franjas del fondo marino grabando esa información en el propio vehículo para su análisis, bien en tiempo real o una vez finalizada la misión. También pueden montar sonares de apertura sintética que incrementan el alcance de detección y la calidad de la imagen respecto a aquellos de barrido lateral, aunque el alto consumo de energía y el gran volumen de datos obtenidos durante la tarea condicionan a que estas sean de corta duración, el análisis se realice a la recuperación del AUV y el buque madre no se aleje demasiado de la zona de trabajo del vehículo.

Actualmente, se progresa con bastante celeridad en el desarrollo de sistemas de reconocimiento automático de señal (*Automatic Target Recognition-ATR*). El análisis del operador ya no será crítico, pues entrará a trabajar la inteligencia artificial, capaz incluso de suministrar la información procesada a

otros operando en las cercanías. Así, mediante un enjambre de vehículos operando simultáneamente, con una adecuada comunicación y transferencia de datos y órdenes entre ellos, y cada uno optimizado para las distintas tareas de detección, clasificación e identificación de blancos, se podrán realizar tareas MCM de manera eficiente y segura.

Sin duda el futuro está en el empleo cooperativo de vehículos y en el manejo de grandes volúmenes de información mediante sistemas robustos que permitan la transferencia de datos y órdenes desde el medio acústico hasta los centros de control para la adecuada toma de decisiones.

### **Posibles escenarios de la Fuerza MCM y el empleo de AUV**

Si especulamos en qué posibles escenarios la Armada pudiera requerir sus capacidades MCM en el futuro, podríamos distinguir tres situaciones tipo diferentes:

- Operaciones MCM en territorio nacional, como por ejemplo *Route Surveys*.
- Operaciones MCM expedicionarias en costa amiga.
- Operaciones MCM expedicionarias en costa no amiga u hostil.

La primera de ellas requiere poco análisis por cuanto la logística no supondrá mayor problema, la seguridad en tierra está garantizada y el conocimiento del entorno y de las condiciones medioambientales deberá garantizar el éxito de la misión, independientemente de los medios a utilizar.

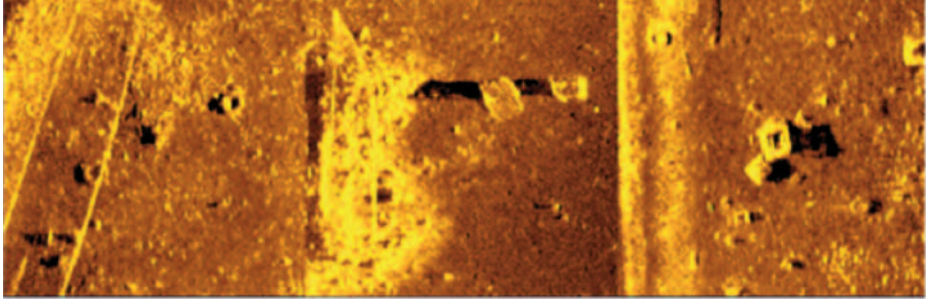
El problema surgirá cuando las operaciones MCM sean expedicionarias, bien cerca de costa amiga o, peor aún, en las proximidades de una costa con elementos hostiles que pongan en riesgo la misión.

Las capacidades que poseen los AUV citadas anteriormente pueden inducirnos a pensar como solución definitiva de futuro en escenarios expedicionarios. Gracias a su modularidad, la logística es un problema menor. Se embarcan en un buque capaz de desplegar y llegar rápido a zona de operaciones, tipo fragata. Se planea la misión, y al agua, a ejecutar las tareas MCM.

Hay que tener en cuenta que no se contempla exponer a un buque valioso, como es una fragata, a navegar por aguas minadas, asunto que trataremos más adelante.

### **¿Será así de fácil?**

Es de esperar que con los avances tecnológicos, la autonomía de los vehículos deje de ser un inconveniente, las comunicaciones sean más fiables



Imágenes del sonar de barrido lateral del AUV *REMUS* en la Base Naval de Porto Pi.

asegurando la supervivencia del vehículo y el rendimiento de estos mejore, alcanzando mayores porcentajes de limpieza. Así, los AUV pueden ser la solución a la complejidad de las operaciones de MCM y a un coste menor en comparación con los buques de MCM que requieren de una alta sofisticación. Sin embargo, se nos plantean algunas dificultades de tipo operacional que habrá que solventar.

### ¿Desde dónde van a operar?



AUV *IVER* y *REMUS* en el hangar del cazaminas *Turia*. ESP MINEX-18.

Como dijimos anteriormente, las unidades de alto valor no deben entrar en aguas minadas. Además, la consabida amenaza en tierra nos debe hacer plantear el despliegue de vehículos desde más allá del horizonte como solución ideal, jugando además así con el factor sorpresa. Sin embargo, a pesar de que la tecnología pueda conseguirlo a largo plazo, será necesario disponer de información esencial del

«campo de batalla». El adversario que tenga capacidad de minado, probablemente será capaz de fondear obstáculos físicos que dificulten o impidan el empleo de nuestros AUV.

Será necesario, por tanto, entrar en la zona de operaciones de manera discreta. Por un lado con buceadores que obtengan la necesaria inteligencia de la zona. Por otro, con AUV que proporcionen información medioambiental

esencial para el planeamiento: tipos de fondo, gradientes, *clutter*, etc., determinándose las áreas más propicias para la caza de minas.

Veremos más adelante si una vez realizadas estas operaciones preparatorias del «campo de batalla» se podrá operar más allá del horizonte en todo tiempo o si por el contrario será aconsejable tener algún buque MCM dedicado con posibilidad de acceder a las aguas minadas.

### ¿Serán capaces los AUV de realizar todos los cometidos relacionados con la caza de minas?

Optimizados sus sensores para la detección y clasificación de objetos en el medio submarino, superarán los actuales medios de identificación, bien con cámaras ópticas especiales o, en caso de mala visibilidad, con cámaras acústicas capaces de «fotografiar» el objeto submarino. Ello permitirá prescindir de buceadores, lo que aportará una mayor seguridad a las labores de identificación.

Sin embargo, la duda nos asalta al llegar a la fase de contraminado, crítica cuando nos aproximamos a la hora H de una operación anfibia, que requiere eliminar la amenaza de manera simultánea para no condicionar el factor sorpresa. Los desarrollos actuales se dirigen hacia embarcaciones de superficie autónomas (*USV-Unmanned Surface Vehicles*), que realizan estos cometidos

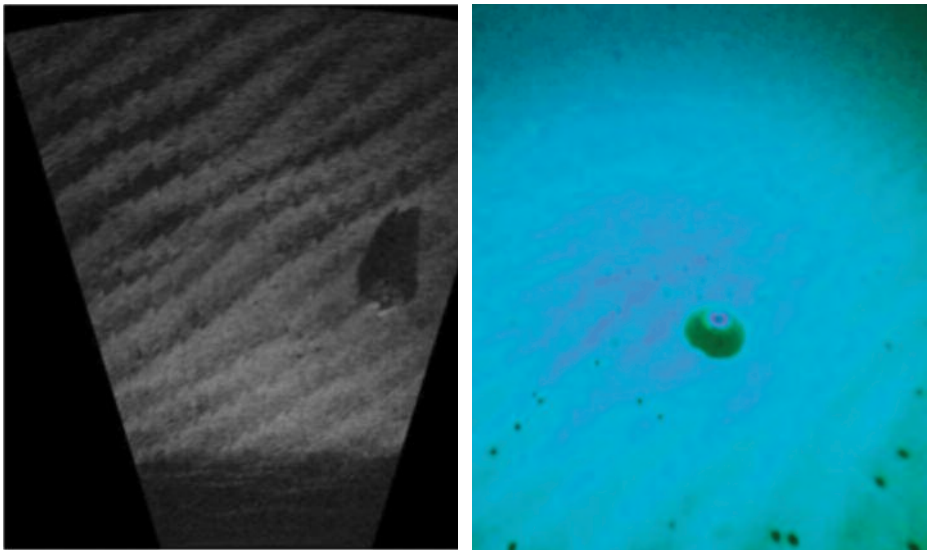
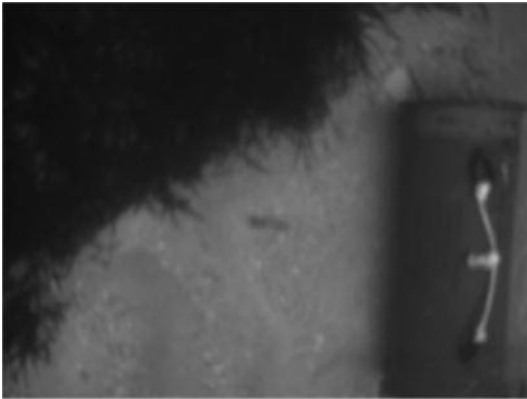


Imagen acústica y visual de una mina Manta tomada por el AUV *BLACK CAT* del CMRE durante el ejercicio ESP MINEX-18.

dos mediante sistemas umbilicales o autónomos, manteniendo al hombre fuera del campo minado.

En cuanto a las tareas MCM en la zona de rompiente de la ola (*surf zone*), crucial en una operación anfibia, falta mucho desarrollo todavía. Se está comenzando a estudiar una posible solución mediante enjambres de AUV tipo pez, capaces de maniobrar en condiciones muy desfavorables, si bien la investigación se encuentra en una fase muy preliminar.

### ¿Serán efectivos contra todas las minas y en todos los tipos de fondo?



Mina de tubo fondeada en posidonia.

En primer lugar, conviene destacar que no existe técnica de MCM efectiva contra todos los tipos de amenaza y en todas las condiciones medioambientales, ya que normalmente unas son complementarias de otras.

En el caso de los AUV, las minas de orinque pueden representar un problema, ya que el vehículo normalmente navega a una cota inferior a la que se encuentran estas minas. Por ello, serán capaces de detectar el muerto e incluso el

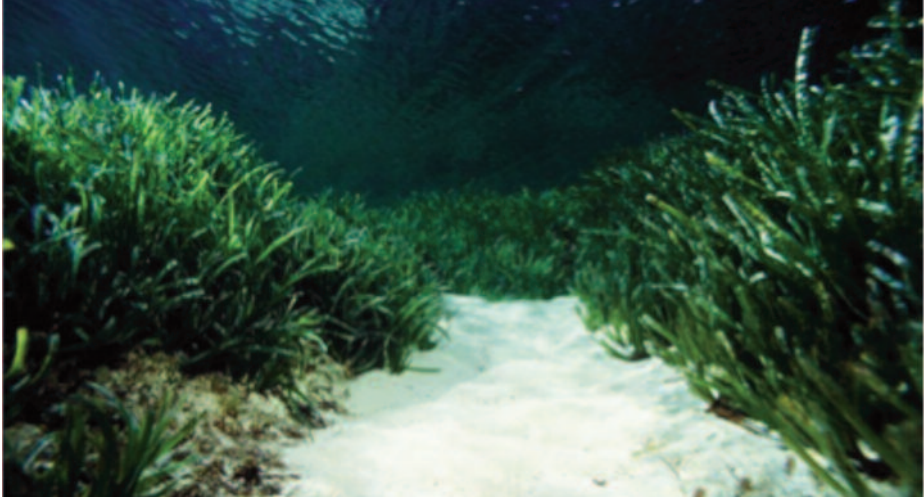
orinque, pero este puede entorpecer su misión. La solución en este caso pasaría por realizar una tarea precursora contra minas de orinque mediante AUV diseñados para navegar en superficie y detectar minas entre dos aguas.

Contra minas enterradas o en fondos difíciles de cazar, de posidonia o roca, por ejemplo, la mejor técnica obviamente es el rastreo. Embarcaciones de superficie por control remoto pueden soslayar los problemas de seguridad que acarrea el rastreo tradicional. No obstante, la reflexión sobre la eficacia de estos sistemas merecería otro artículo.

Por otro lado, no hay que olvidar que la tecnología también avanza del lado del «enemigo». La lógica de las minas podría aplicarse directamente contra los AUV, poniendo en entredicho todas sus capacidades.

A pesar de sus excepcionales capacidades, diversos inconvenientes se han advertido como para pensar que podemos dejar solos los AUV en la zona de operaciones. La presencia de buques MCM dedicados, aun cuando puedan estar operando fuera de las aguas minadas durante la mayor parte del tiempo, es una opción que debe contemplarse. La US Navy, que había planificado la





Nuestro enemigo real: la posidonia.

baja de todos sus cazaminas durante la década recientemente finalizada, ha dado marcha atrás en tanto no encuentre el modelo más eficaz para la resolución de este complejo problema.

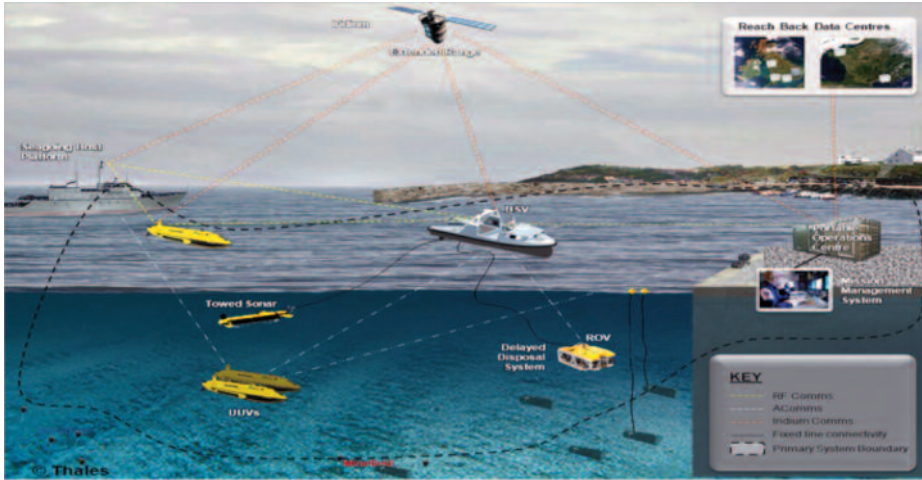
### **El factor realismo**

Aunque Marinas muy avanzadas como la norteamericana podrán realizar todas las tareas MCM con medios autónomos en el momento en que la tecnología lo permita, la realidad debe prevalecer y, tanto desde el punto de vista económico como de la oportunidad en el uso en combate de estos medios, este grado de autonomía difícilmente será alcanzable por la mayoría de los países.

### **Conclusiones**

La robótica submarina está en continuo avance y desarrollo. Los AUV serán esenciales para las operaciones de MCM, obteniendo primero la información necesaria para el planeamiento de las tareas y luego ejecutándolas de manera eficaz, lo que permitirá reducir el riesgo para el personal.

Su fácil transporte a bordo de buques rápidos como fragatas permitirá comenzar operaciones MCM expedicionarias con celeridad. No obstante, estas unidades deben permanecer fuera de la zona de amenaza de minas.



Modelo británico-francés del futuro a base de AUV/ROV y USV.

A pesar de la tecnología, la Guerra de Minas es suficientemente compleja como para pensar que los vehículos serán capaces de operar solos en todo tiempo. Numerosos factores operacionales inducen a considerar la necesidad de contar con buques de MCM dedicados.

En escenarios expedicionarios, el futuro se vislumbra con un determinado número de AUV trabajando de modo colaborativo en «enjambre» dirigidos desde un centro de mando y control, cuya ubicación no necesariamente tendrá que estar en el teatro de operaciones y que probablemente esté apoyado por otros centros para la toma de decisiones. Coordinará un buque de MCM dedicado, con capacidad de operar dentro de aguas minadas, aunque la mayor parte del tiempo estará fuera de ellas. Los buceadores de MCM continuarán siendo necesarios, especialmente en las primeras fases como elemento de inteligencia sobre el campo de batalla y finalmente en la fase de neutralización, siendo su discreción un factor fundamental.

El futuro se prevé esperanzador con el extraordinario desarrollo de la tecnología. ¿Perdurará entonces el dicho «hombres de hierro en barcos de madera»?

