APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA "STEALTH" a embarcaciones de alta velocidad

Contralmirante
Jorge Gómez Morante

Desde tiempos atrás, pequeñas embarcaciones de combate que operan cercanas a costa, enmascaradas en el perfil de la misma y que operan saliendo de puerto por sorpresa o en aguas restringidas han significado un importante obstáculo para unidades de combate de mayor porte que se acercan al litoral en busca de objetivos específicos.

La idea del presente artículo es ampliar los conocimientos sobre tecnología "stealth" (que en traducción libre al castellano puede ser *clandestino o furtivo)* a embarcaciones de alta velocidad y tamaño pequeño. Como se sabe, la finalidad de esta tecnología es reducir la "firma" (característica típica de cada unidad) observable de las embarcaciones para no ser detectadas y así lograr cumplir con sus objetivos. Es decir, se trata de reducir la posibilidad del adversario en el empleo de sus sensores y armas inteligentes.

Lo ideal es que la reducción de la "firma" sea parte de la filosofía de diseño. Este proceso se enmarca dentro de la Ingeniería de Sistemas y para ser efectivo debe de ser considerado desde el inicio del proyecto de la plataforma a construirse; sin embargo, es posible, pero menos exitoso, cuando se decide repotenciar una unidad en base a la aplicación de la tecnología "stealth".

Indudablemente la aplicación de esta tecnología no sólo es vital e importante para embarcaciones de poco tonelaje sino que es también aplicable a buques de mayor capacidad de desplazamiento, llámense destructores, fragatas, cruceros, etc. En resumen, cualquier embarcación que requiera efectuar misiones que implican el tratar de evitar su identificación hasta los momentos culminantes requiere de esta tecnología.

La capacidad de las embarcaciones rápidas de poco tonelaje para llevar a cabo operaciones con éxito en presencia de fuerzas hostiles se basa en su eficiencia en combate, su velocidad, sus armas, su entrenamiento y, por supuesto, en la aplicación de la tecnología "stealth".

El desarrollo de los sistemas de armas y sensores de alta tecnología hace que unidades de combate operando en proximidades de un área enemiga sean cada vez más vulnerables a la explotación de su propia "firma" por parte del adversario.

Para el que opera desde el mar, las fuerzas enemigas se encuentran ocultas o enmascaradas en costa. Para el que opera defendiendo la costa o cercano a ella, las fuerzas atacantes son en cierta forma identificables fácilmente contra el mar abierto. Siendo válido, tanto para el que defiende como para el que ataca, la presencia del tráfico marítimo y aéreo que producen una alta interferencia en el ambiente.

La principal consecuencia de lo anteriormente indicado es que, tanto para atacante como para el defensor, la detección e identificación de las fuerzas enemigas es difícil y complicada, dando como resultado un reducido tiempo de reacción para el enganche con el enemigo, incrementándose así el riesgo de causar bajas a propias fuerzaas o unidades no beligerantes.

El impacto de estos factores en la eficiencia en combate se presenta en la reducción de la capacidad de las Fuerzas Navales para realizar las misiones requeridas, producto de:

- Incremento en la probabilidad de detección.
- Disminución en la capacidad para detectar, traquear y adquirir blancos enemigos.
- Incremento de la propia vulnerabilidad debido a la capacidad de los sistemas de control tiro del enemigo.
- Negación de la capacidad de operar libremente en áreas operacionales críticas.
- Incapacidad de operar sin ser detectado para la conducción de operaciones encubiertas.

La amenaza táctica planteada a las Fuerzas Navales por sensores y armas guiadas por "homing" en un ambiente de guerra cercano a la línea de costa está en crecimiento, producto de sensores y sistemas de armas cada vez más capaces, de bajo costo y mayor disponibilidad.

Una solución potencial para contrarrestar la amenaza indicada es la aplicación de la tecnología "stealth" en el diseño de naves. La función primaria del "stealth" es reducir la "firma" propia; por lo tanto, reduce la detección por parte de sensores enemigos y la vulnerabilidad a las armas teledirigidas. Esta capacidad añadida puede mejorar la capacidad táctica y estratégica de las Fuerzas Navales para la conducción exitosa de las misiones encomendadas en un ambiente de alta amenaza y alta interferencia como es la línea cercana a costa.

Los métodos tradicionales de la tecnología "stealth" para reducir la detección o conducir operaciones encubiertas han incluido la utilización de las características geográficas de la costa; uso de la oscuridad; condiciones climatológicas adversas para cubrirse o enmascararse; operaciones deceptivas que permitan alejar al enemigo de objetivos específicos; operar en modo clandestino y limitar las operaciones en tiempos que el enemigo se encuentra con un alistamiento operacional alto.

Recientemente los avances de la tecnología "stealth" y su satisfactoria aplicación en las unidades navales han sido demostrados en varias Armadas como la de los Estados Unidos de América (*USS Arleigh Burke*), Israel (Corbetas

Misileras clase SAAR V) Francia (Fragata Misilera *La Fayette;* Portaviones Nuclear *Charles De Gaulle*) y Suecia *(Snyze).*

Las ventajas tácticas de la tecnología "stealth" incluyen:

- Reducida probabilidad de detección, identificación y adquisición por sensores enemigos.
- Disminución del rango de detección por sensores enemigos.
- Reducción de la vulnerabilidad al enganche por armas con sistemas "homing" disminuyendo la probabilidad del "lock on" por parte del arma buscadora.
- Capacidad de conducir operaciones encubiertas
- Disminución en la cantidad de armamento para defensa e incremento de armas ofensivas.
- Disminución del requerimientos de sensores para autodefensa, contramedidas y personal técnico necesario.
- Aumento de la posibilidad de éxito en operaciones encubiertas.

Las ventajas indicadas mejoran sustancialmente la capacidad táctica de una Fuerza Naval para el cumplimiento de su misión, incrementando la eficiencia en combate y, por tanto, su ventaja estratégica. Al describir las aplicaciones potenciales de la tecnología "stealth" en unidades navales, considerando la naturaleza de las posibles amenazas y el poco tiempo que se tiene de reacción, es necesario concentrarse en la posibilidad de detección radárica e infrarroja y aquellos métodos y tecnología para la reducción de "firmas".

Lo que trata la tecnología "stealth" es evitar la detección; por lo que es necesario considerar los siguiente:

- "Firma" del buque propio que es inherente al diseño del buque y relativo al medio ambiente físico que actúa como parte del escenario. Cuantificable vía predicción y medición.
- Capacidad de sensores enemigos para detectar al blanco, el medio ambiente existente y las carcterísticas inherentes al diseño del sensor, incluyendo la eficiencia operativa; es decir, la destreza del operador y el modo de operación del sensor. Cuantificable vía predicción y medición.
- Características operacionales de la embarcación para impedir ser detectada y cumplir la misión encomendada. Requiere conocimiento por parte del operador de la "firma" del buque propio versus el sensor enemigo. La posibilidad de detección puede ser reducida a través del correcto y acertado empleo táctico.

Consecuentemente, la tecnología "stealth" es una combinación de diseño, configuración, operación y táctica contra sensores y armas enemigas en un determinado escenario.

La principal amenaza existente para las unidades navales operando cercanas a costa es el radar. La características de la "firma" de radar de un blanco se expresa usualmente en términos de sección transversal de radar y es una cantidad expresada en unidades de área como metros cuadrados.

La posibilidad de detección de un blanco por un radar de diseño determinado está en función de la distancia existente entre el radar, el blanco y la sección transversal de radar. Para los radares navales más comunmente utilizados el máximo rango teórico de detección para embarcaciones de poca eslora y alta velocidad es aproximadamente

cinco (5) millas náuticas; consecuentemente, cuando el blanco se encuentra dentro del horizonte de detección de radar, la clave determinante para su detección es la sección transversal de radar. Para el receptor, el blanco debe ser discernible contra la irregularidad del mar, disminuyendo la posibilidad a mayor estado de mar, pudiéndose perder el blanco en la irregularidad del mismo. Por lo tanto, en determinadas condiciones ambientales un blanco puede evitar ser detectado ya sea manteniéndose alejado a la máxima distancia de detección de radar o, de lo contrario, disminuyendo su sección transversal de radar.

Los sensores infrarrojos (IR) constituyen otra de las amenazas a las unidades navales, siendo operacionalmente efectivos tanto de día y de noche, pudiendo detectar unidades a gran distacia e identificarlas a corta distancia. Son utilizados también por sistemas "homing" de misiles antibuque. Se encuentran disponibles como sistemas de imágenes (FLIR) y sistemas detectores con búsqueda y traqueo. En el mar, la detección por sensores IR es función del contraste radiométrico entre el blanco y el trasfondo aire-mar, dadas una serie de condiciones del medio ambiente presentes en el momento. El blanco es detectado por su emisión de energía y por la energía proveniente de otras fuentes, las cuales pueden ser absorbidas y/o reflejadas en el blanco. En el mar la energía IR es atenuada por la atmósfera, excepto en algunos picos de longitud de onda.

Debido a que la "firma" IR es una relación de contraste entre el blanco y el trasfondo, un blanco puede ser potencialmente detectado ya sea por un contraste positivo (blanco más caliente que el trasfondo) o por un contraste negativo. En comparación, la detección por radar es siempre una relación de contraste positivo, ya que un contraste negativo se perdería en el receptor de ruidos de radar.

El diseño de tecnología "stealth" requiere que los niveles de "firma" sean reducidos, en razón de la amenaza existente en las diferentes áreas de operaciones. Para una amenaza tal como el radar, el "stealth" es implementado en el diseño mismo de la embarcación considerando la misión que debe cumplir y la forma operacional de empleo.

EMBARCACIONES DE ALTA VELOCIDAD

Debido a su reducido tamaño este tipo de embarcaciones poseen limitada capacidad de carga y son también limitadas operacionalmente en su misionamiento por su reducida capacidad de resistencia y condiciones marineras. El mayor atributo operacional de estas naves es su alta velocidad, la cual es crítica para operaciones que requieren interceptación y evasión. Las embarcaciones de alta velocidad pueden operar para dos tipos esenciales de misión:

- Defensiva. Conduciendo operaciones en áreas cercanas a costa para la defensa de ésta contra la amenaza de buques y aeronaves provenientes del mar.
- Ofensivas. Conduciendo operaciones en aguas enemigas contra fuerzas navales, terrestres y aéreas.

El rol ofensivo implica que una embarcación pueda incursionar en aguas enemigas, ya sea desde un buque "madrina" que le provea trasnporte y apoyo operacional, o independientemente debido a la próximidad geográfica a las

costas enemigas.

En adición a la misión y la capacidad de carga, estas embarcaciones deben considerar en su diseño los siguientes puntos:

- Velocidad de crucero y máxima velocidad requerida.
- Autonomía de acuerdo a las misiones esperadas.
- Tripulación y Fuerzas Especiales a transportar.
- Ambiente operacional (estado de mar, condiciones meteorológicas).
- "Firma" del buque propio (condicionada a la amenaza esperada, medio ambiente y misión).
- Protección del casco y superestructura.

Las misiones que requieran una amplia magnitud de equipos no son apropiadas para estas embarcaciones, razón por la cual las misiones potenciales apropiadas son las siguientes:

- *Patrullaje de Interdicción.* Conducción de operaciones de patrullaje en aguas cercanas a costa para detectar, traquear, interceptar o atacar unidades enemigas. Las armas deben ser de pequeño calibre, misiles anti-buque, misiles superficie–aire y sistemas de defensa puntual.
- *Fast Attack* (Ataque Rápido). Ataque a unidades enemigas. Las armas a emplear son similares a las anteriormente indicadas pero incrementando la capacidad anti-buque.
- *Guerra Naval Especial.* Insertar, apoyar y extraer operadores especiales, conduciendo operaciones encubiertas en aguas enemigas. Los requerimientos en armas es que éstas sean de pequeño calibre, y embarcaciones tipo zodiac.
- *Vigilancia e Inteligencia.* Conducir operaciones para localizar, identificar, traquear y reportar fuerzas enemigas. Las armas necesarias serían de pequeño calibre y en especial sensores de búsqueda y sistemas SIGINT y ELINT.
- *Contra-minado.* Localizar, identificar, mapear y/o neutralizar minas enemigas. Las armas son de corto alcance, botes tipo zodiac y sonares anti-minas.
- *Sembrado de minas.* Colocación de minas anti-buque. Necesarias armas de corto alcance y minas.
- *Búsqueda y rescate.* Localizar y recuperar fuerzas amigas en áreas controladas por el enemigo o en áreas neutrales. Requerimiento de armas de corto alcance y botes de jebe.

En todos los casos indicados es necesario contar con alta velocidad para el tránsito hacia y desde el área de operaciones y para un rápido desenganche de las fuerzas enemigas. Asimismo es necesario contar con excelentes comunicaciones a corta y larga distancia incluyendo data-link.

Las unidades de alta velocidad también son empleadas en misiones como:

- Control de embarcaciones pesqueras.
- Interdicción anti–drogas.
- Interdicción de contrabando.
- Monitoreo de contaminación ambiental.
- Control del tráfico marítimo.
- Búsqueda y rescate.
- Operaciones contrasubversivas.

Los requerimientos "stealth" son necesarios, pues en todas y cada una de las misiones es necesario y vital reducir la vulnerabilidad a la detección, identificación y traqueo enemigo.

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA "STEALTH" EN EL DISEÑO DE EMBARCACIONES

Los avances en la teoría de la física de la sección transversal de radar (STR) y el correspondiente desarrollo asociado de modelos analíticos han permitido entender y caracterizar las firmas de la STR y demás componentes en aplicaciones de la ingeniería de diseño.

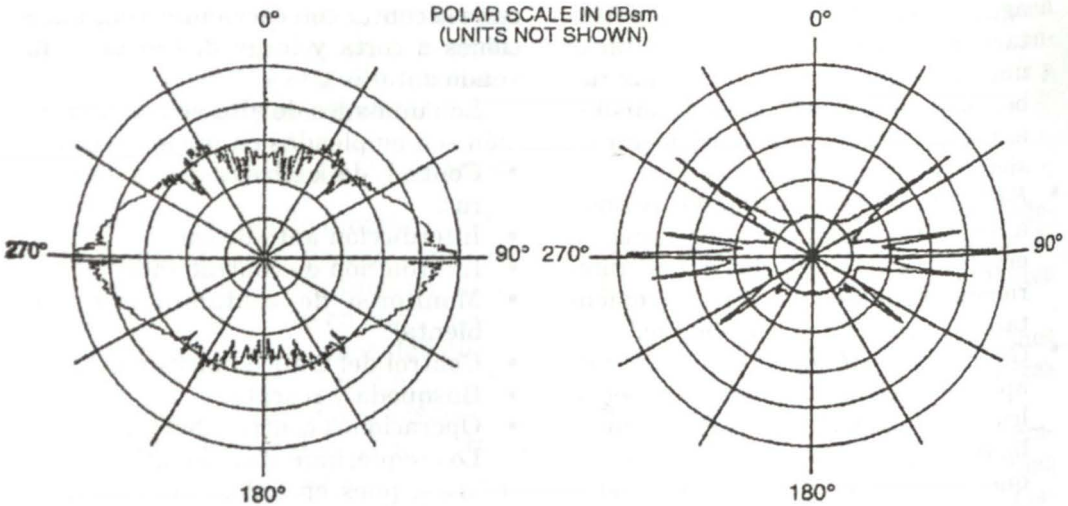
La teoría de la STR y el modelo analítico están basados en el régimen de frecuencia electromagnética del blanco, es decir, el tamaño del blanco en relación a la longitud de onda del campo electromagnético que en él incide.

Un ejemplo de la reducción de la "firma" de una embarcación es el que se muestra en la figura inferior.

La imagen de la izquierda es un típico ploteo polar que muestra la sección transversal de radar para un objeto no tratado como función del ángulo azimutal a determinada frecuencia y polarización del radar y a un ángulo de elevación específico con niveles STR (dbsm) incrementándose desde el centro en una escala logarítmica. El objeto se encuentra en forma relativa uniformemente distribuido en marcación con grandes lóbulos por ambas bandas laterales.

El ploteo de la derecha muestra el mismo blanco, el cual ha sido tratado y moldeado para reducir su firma STR. Como se puede ver, la firma se ha reducido significativamente, con lo cual se disminuye la probabilidad de detección del blanco en la mayoría de marcaciones y ángulos de elevación.

La reducción de "firma" para una



RCS PATTERN OF AN UNTREATED (NON-SHAPED) OBJECT

RCS PATTERN OF A TREATED (SHAPED) OBJECT



Lancha incursora de alta velocidad Tipo MARK V

Una solución para contrarestar la amenaza táctica planteada por los sensores y las alarmas guiadas por "homing" a las fuerzas navales es la aplicación de la tecnología "stealth" en el diseño de las naves; lo que permite, en favor de éstas, reducir la detección por los radares enemigos, así como la vulnerabilidad ante las armas teledirigidas.

La capacidad de las embarcaciones rápidas de poco tonelaje para conducir operaciones con éxito en presencia de fuerzas hostiles se basa en su eficiencia en combates, su velocidad, sus armas de enfrentamiento y, por supuesto, la aplicación de la tecnología " stealth".



Lancha incursora de alta velocidad Tipo AVENGUR

embarcación es un proceso complejo en el cual es importante definir performances de alto nivel, diseño y especificaciones, basándose en los requerimientos de empleo operacional de la unidad y la amenaza.

Como ejemplo, es posible analizar a la embarcación "Pegasus", una lancha de alta velocidad, la cual se diseñó para reducir sus firmas STR, IR, visual y de ruidos. El éxito en esta embarcación permitió introducir la tecnología de diseño para reducción de firma a embarcaciones que operan en un ambiente naval costero de alto riesgo, especialmente para efectuar operaciones encubiertas.

Esta embarcación presenta las siguientes características:

- Eslora 82'
- Manga 17' 8"
- Motores Detroit Diesel.
- Hidrojet Arneson.
- Máxima velocidad 50 (+) nudos.
- Velocidad Crucero 40 nudos.
- Autonomía 700 mn.

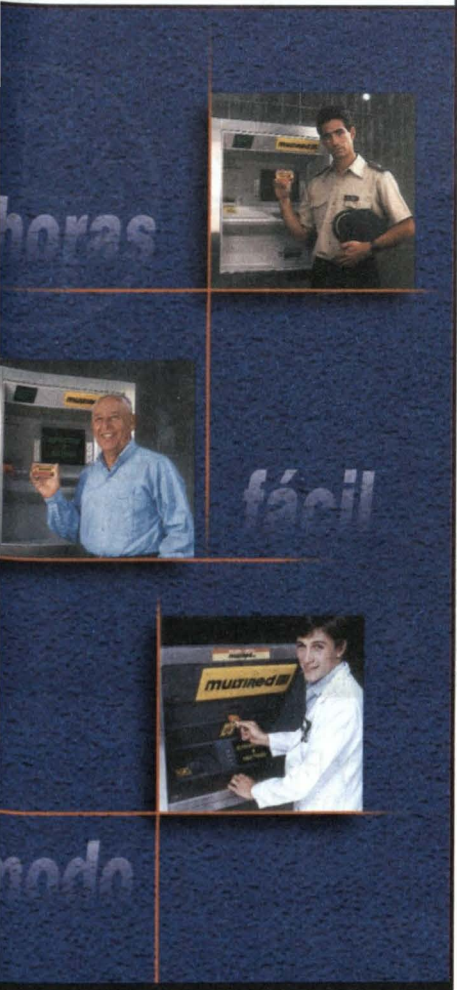
Los requerimientos diseño considerados fueron:

- Estabilidad de la plataforma para lanzamiento de misiles superficie - superficie y superficie - aire.
- Estabilidad de la plataforma para minimizar la fatiga del personal.
- Operación en aguas poco profundas.
- Capacidad para apoyo de armas de corto alcance.
- Capacidad de incorporar armamento de acuerdo a la misión.
- Alta performance a costos razonables.

Para reducir la "firma" IR en el "Pegasus" se utilizaron técnicas especiales para identificar los principales parámetros que aumentan la IR, identificándose el calentamiento de la superficie exterior del casco del compartimento de máquinas; cavidad del compartimento de tripulación, personal en el compartimento de tripulación, casco, superestructura, superficie de la cubierta que reflejan o emiten energía radiante, ventanas de la cabina que son reflectoras; puntos terminales conspícuos en los tubos de escape y áreas circundantes.

s Cajeros
ultired m.
tán más
rca de usted.





Un servicio amigable las 24 horas del día.

► Los Cajeros Multired atienden las 24 horas del día inclusive sábados, domingos y feriados o cuando más los necesite, en todo el país.

Un servicio amigable más simple de lo que piensa.

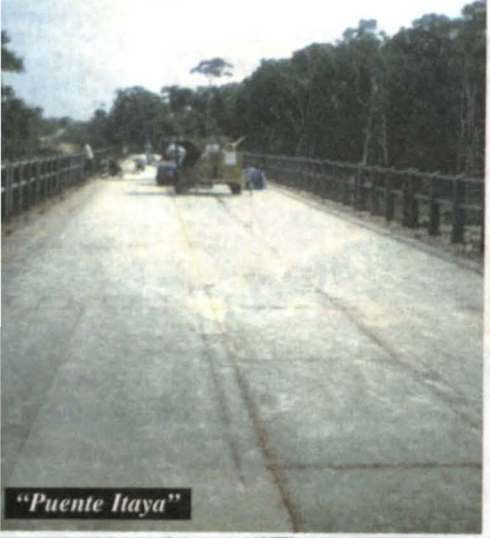
► No le tema a la tecnología. Retire su dinero siguiendo las instrucciones que aparecen en la pantalla...***es facilísimo!***

Con total comodidad.

► No más colas ni demoras para sacar su dinero. Con su Tarjeta Multired lo podrá hacer cómodamente en el cajero más cercano.

pertenece al Sector Público y cobra su ción o pensión en el Banco de la Nación, Tarjeta Multired en cualquiera de nuestras

BANCO DE LA NACION


"Puente Itaya"

SIMA_PERU SA

GERENCIA DE COMERCIALIZACION

Avda. Contralmirante Mora 1102
Base Naval, Callao, Perú.
Teléfono: (51-1) 465-7357 / 429-1081
Fax: (51-1) 465-0664

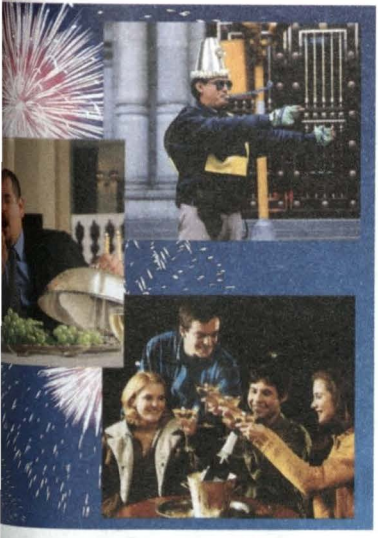
"Sima Construye.. el Perú Crece"



49 AÑOS SIMA-PERÚ S.A



- Construcciones y Reparaciones Navales.
- Fabricación de Bienes Metal Mecánicos.
- Reparación y Mantenimiento Industrial.
- Sistema de Armas, Electrónica, Control y Diseño
- Desarrollo de Estudios Técnicos, Proyectos y Supervisión de Obras.



Super Depósito

GANE **hasta el 2000:**

5 premios de US$200,000
CADA MES 1 premio de US$200,000

21 premios de US$20,000
CADA SEMANA 1 premio de US$20,000

154 premios de US$2,000
TODOS LOS DÍAS 1 premio de US$2,000

• Deposite desde sólo US$ 500 ó S/. 1,000

Para mayor información llame a la Línea Continental: 421-7111 o visítenos.

ar el 2000 es cosa de todos los días.

$ 1'728,000 en premios **hasta el 2000.**

BBV Banco Continental

esencia de Notario Público y Representante del Ministerio del Interior.

Promoción válida del 02 de agosto de 1999 al 02 de enero del Año 2000

OFICINA
NAVIERA COMERCIAL

"41 años sirviendo a la Marina y al País"

"Hemos obtenido la Certificación del Código de Seguridad ISM "

"Estamos en camino a la más alta Certificación ISO-9002"

Jr. Huiracocha 2249 – 2257 Lima 11 – Perú
Teléfonos: (00511) 4638000
4638001
4634739
Facsímil: (00511) 4635279
E-Mail: navacom@telematic.com.pe



Consorcio Naviero Peruano S.A.

Av. Central 643 Piso 7 San Isidro - Lima 27
Teléfono: 421-5800 Fax: 421-6852, 442-5136
Telex: 21063, 20074
FONONAVE:
421-5700 (Itinerario Vía Fax)