



LA IMPORTANCIA DE LOS ENLACES TÁCTICOS EN LAS OPERACIONES ANFIBIAS ACTUALES

(Introducción)

El actual escenario geopolítico presenta un nuevo cambio de paradigma en cuanto al control y dominio de los mares se refiere. La guerra híbrida de principios de siglo en la cual se combatía frente a un enemigo poco convencional con tácticas, técnicas y procedimientos tipo guerrilla, ha dejado paso a fuertes sistemas de denegación de acceso en torno a los litorales por parte de enemigos «convencionales». Prueba de ello son el mar de la China meridional y los controlados accesos al mar Báltico o el mar Negro. En este contexto operativo caracterizado por entornos altamente exigentes y escenarios en constante evolución, las operaciones anfibias representan uno de los desafíos más complejos y relevantes para las fuerzas navales modernas.

Y es que, en realidad, las operaciones anfibias son posiblemente, el tipo de operación militar más compleja de realizar. Para poder estar más cerca del éxito, en las operaciones anfibias existen multitud de combinaciones

de diferentes elementos terrestres, aéreos y marítimos, que dependen críticamente de una capacidad de comunicaciones lo suficientemente robusta para lograr una coordinación efectiva entre las unidades desplegadas y el resto de la fuerza.

Como se ha mencionado, el escenario geopolítico actual obliga a las naciones a desplegar fuerzas móviles con suficiente potencia de combate para explotar debilidades enemigas (gaps) y abrir brechas en su despliegue. Existe entonces, la necesidad de llevar a cabo misiones con una gran dispersión de fuerzas¹, lo que nos hace pensar en la complejidad de la arquitectura de comunicaciones que dichas fuerzas deben de ser capaces de operar y mantener para garantizar un eficaz mando y control (C2).

Por lo tanto, podemos deducir algo que a veces no se analiza ni se planifica lo suficiente: para operar de manera efectiva, las fuerzas anfibias (Fuerza Naval y Fuerza de Desembarco) deben contar con medios de C2 que les permitan dirigir, coordinar y conducir las

1. Aunque el conflicto nuclear tiene muchas aristas y el empleo de armas nucleares (incluso las tácticas tienen importantes connotaciones políticas), la existencia de un enemigo *peer/near peer* con capacidad nuclear es otro de los motivos que debe hacer que nos planteemos una dispersión de fuerzas.



ENLACES TÁCTICOS BLOS



Imagen generada con I.A. (Juan Enrique)

operaciones, incluso a grandes distancias, es decir, más allá de la Línea de Visión (*Beyond Line Of Sight*, BLOS).

Esta es una cuestión importante y de ella puede depender el éxito o el fracaso de las operaciones anfibas. Se trata de disponer de sistemas que permitan a infantes de marina, que operan a kilómetros de distancia de sus buques, comunicarse con su unidad superior. Además, hay que tener en cuenta que, con total probabilidad, esa agrupación anfibia se

encontrará encuadrada en una JTF (Joint Task Force) con la cual deba mantener una comunicación estable.

1. Amenaza creciente:

La guerra de Ucrania ha resaltado la necesidad de contar con sistemas de comunicación resilientes, capaces de operar en entornos donde las amenazas electrónicas avanzadas son constantes.

Se trata de un escenario donde las operaciones del espectro electromagnético (EMO) han desempeñado un papel decisivo para ambos bandos.

La detección de cualquier emisión ha sido una realidad durante el conflicto, especialmente en lo referente a puestos de mando, RPAS, bases avanzadas y sistemas de detección de fuegos de artillería. Todo ello lleva a la conclusión de la necesidad de incrementar el entrenamiento en un entorno electromagnético (EME).

El análisis deriva en 2 condicionantes principalmente:

- Dispersión de fuerzas en operaciones anfibias cada vez mayor.
- Amenaza de Guerra Electrónica (EW) constante.

Con este análisis, puede decirse que los enlaces tácticos BLOS como los enlaces en HF (High Frequency), UHF SATCOM (Ultra High Frequency Satellite Communication) así como otros métodos que veremos a continuación, emergen como herramientas indispensables para enlazar al buque con unidades que se encuentran operando en profundidad, incluso en áreas donde las comunicaciones en línea de visión no son viables.

2. Análisis de las capacidades actuales.

2.1. Los enlaces en HF.

Sin profundizar demasiado en datos técnicos sobre propagación en HF, la onda emitida por

un transceptor de radio de HF se propaga mediante reflexión en la ionosfera, permitiendo alcanzar grandes distancias sin necesidad de línea de visión.

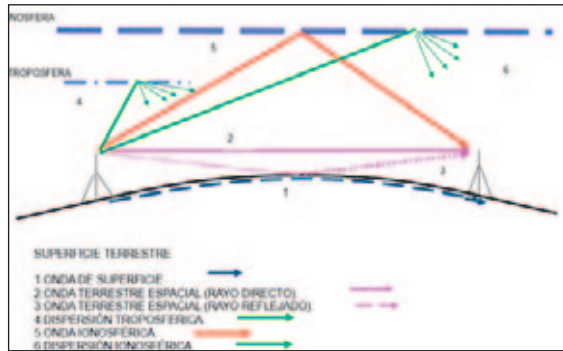


Figura 1: Propagación en HF. (Fuente: elaboración propia)

El uso de HF en el ámbito militar se basa en su capacidad para transmitir señales a largas distancias (bien mediante un único salto en la ionosfera como en el caso de antenas NVIS o bien empleando varios saltos de ondas ionosféricas). Estas frecuencias operan en un rango de 3 a 30 MHz y son particularmente útiles en escenarios donde las comunicaciones LOS o satélite están degradadas.

¿Qué ventajas ofrecen los enlaces HF?

El alcance de las ondas de HF es prácticamente todo el globo por lo que, si se calculan con precisión las distancias de saltos y se ajustan los diferentes parámetros (potencia de transmisión, cifra, etc.) es posible cubrir cientos de kilómetros, posibilitando las transmisiones buque-buque entre Task Forces alejadas o para, llegado el caso, operaciones anfibias en profundidad. Además, es más barato en comparación con otro tipo de enlaces como las redes satelitales.



Imagen generada con I.A. (Juan Enrique)

En el ámbito de la detección e interceptación en entornos electromagnéticos hostiles, puede decirse que, en general, para enlaces buque-tierra, no se precisa potencias de emisión muy altas (en comparación con propagación ionosférica clásica de largo alcance). Si bien es cierto que es «menos propenso» a *jamming*, los enlaces en HF pue-

den ser interceptados si no se dispone de un sistema de cifra o si no se usan protocolos de salto de frecuencia adecuados (ALE, ALE 3G, HQ, etc.).

Por último, la reflexión ionosférica imposibilita la localización mediante triangulación horizontal (radiogoniómetros).

Algunas limitaciones:

Posee un ancho de banda restringido, por lo que la transmisión de datos está limitada a tasas muy bajas. Es cierto que se pueden implementar esquemas de modulación modernos² que permiten transmitir más datos en el mismo ancho de banda, pero hay una limitación que no podemos dejar de lado.

Por último, todos aquellos que hayan intentado enlazar alguna vez en HF saben que existe una interferencia natural debido a la variabilidad ionosférica en función de la hora del día, humedad, lluvia, nieve, ruido térmico, tormentas solares, etc. Estos parámetros afectan directamente la calidad de la comunicación, por lo que se necesitan programas de predicción de frecuencias que permitan conocer las mejores frecuencias en función de todos los parámetros mencionados anteriormente.

Caso práctico:

Para que nos hagamos una idea de la dificultad que tiene el realizar un desembarco y el uso de comunicaciones LOS en algunas zonas, hemos realizado un estudio en España que permite comparar la altitud de la orografía de la costa española con la finalidad de conocer cómo el terreno puede afectar a un posible desembarco:

La altitud promedio de la costa española es de 120 metros.

Sin tener en cuenta el ángulo de despegue de las ondas de las antenas, parece lógico pensar que esta orografía afecta a los radioenlaces LOS (UHF o VHF) cuando la Fuerza de Desembarco se encuentra al otro lado de algún tipo de obstáculo natural o artificial (siempre y cuando no exista ningún tipo de repetidor o relé). Un ejemplo puede ser el caso de los desembarcos con una gran preponderancia de vectores aéreos (helitransportados).

Tabla 1: altura promedio de la costa española. (Elaboración propia)

REGIÓN	LONGITUD SEGMENTO DE COSTA (km)	ALTITUD MEDIA (m)	PESO ALTITUD
Playas Mediterráneas	3.000	5	15.000
Costa Brava	800	150	120.000
Playas Atlánticas	1.500	5	7.500
Galicia	600	300	180.000
Islas Baleares	500	50	25.000
Canarias	1.500	400	600.000
		ALTITUD MEDIA COSTA ESPAÑOLA	119,9367089 = 120 m de altitud

2. Ejemplo: técnicas de espectro expandido o subdivisión del canal, OFDM o modulaciones PSK/QAM.

Actualidad del HF en nuestras operaciones anfibias:

Una de las más importantes lecciones aprendidas en los despliegues Dédalo y en los ejercicios en los que la Flota lleva a cabo operaciones anfibias, es la necesidad de contar con una estructura de comunicaciones tanto a bordo como en tierra que garantice el C2 de las unidades de Infantería de Marina que desembarcan. Especialmente llamativo es el caso de aquellas unidades helitransportadas que son insertadas a gran profundidad (equipos de reconocimiento, S/GT helitransportados, etc.). En general puede decirse que, en nuestros buques de desembarco, el número de circuitos y antenas dedicadas a la Fuerza de Desembarco en exclusividad es algo reducido. Si bien hay márgenes de frecuencias como el de VHF táctico (30-300 MHz) en las que no existen problemas de equipos ni de antenas por parte de los propios buques, en el caso de las bandas de HF y UHF es completamente diferente.

Por un lado, hay que entender las necesidades operativas de los buques y las posibles situaciones en las que estos pueden encontrarse (zafarrancho de combate, operaciones de vuelo, etc.). Esto hace que las antenas tanto de HF como de UHF no estén a disposición de la Fuerza de Desembarco. Ejemplo claro de ello son: el abatimiento de las antenas de HF³ mientras se realizan operaciones de vuelo o el empleo de antenas de UHF únicamente para la comunicación LOS con aeronaves o con otros buques.

Podemos afirmar pues que se trata de un sistema de comunicaciones que puede servir de respaldo en momentos en los que los Infantes se encuentren en tierra y no haya otra forma de enlazar con ellos. Para ello, en la actualidad sería conveniente aumentar el número y tipo de circuitos dedicados a tal fin, sobre todo si el buque se aleja a una distancia de seguridad de la costa fuera del alcance de posibles ataques enemigos.

2.2. UHF SATCOM: Conectividad global por satélites. Una parte del TACSAT⁴.

Las comunicaciones por satélite (SATCOM) en el marco de la OTAN desempeñan un papel crucial para garantizar la interoperabilidad. En realidad, no se trata de satélites propios OTAN; sino que las capacidades satelitales son proporcionadas por países miembros como Estados Unidos, Reino Unido (SKYNET), Francia (SYRACUSE) o Italia (SICRAL). Sus sistemas suelen operar en las bandas UHF, SHF y EHF.

¿Qué ventajas ofrecen los enlaces UHF SATCOM?

Se trata de satélites geoestacionarios y ofrecen cobertura amplia a Europa, el Mediterráneo y regiones circundantes, por lo que la cobertura es casi global. Además, son un medio de comunicaciones más fiable que el HF y disponen de

3. Esto puede afectar al enlace si no se tiene en cuenta el tipo de polarización de la antena.

4. El término TACSAT (Tactical Satellite Communications) se refiere a los sistemas de SATCOM diseñados específicamente para operaciones tácticas.

mayor rapidez para establecer y mantener el enlace.

Las capacidades de transmisión de voz y datos de estos equipos van aumentando conforme se van desarrollando (antenas electrónicamente orientables multiórbita, payload reprogramable) y actualizando nuevas formas de onda (IW, DAMA, etc) que permiten mejorar los enlaces: mayor número de canales de subida y bajada, disminución de latencia, acoplamiento al satélite más rápido, mayor velocidad de transmisión, etc.

¿Qué desventajas tiene el UHF SATCOM?

Además del costo asociado, los enlaces UHF SATCOM dependen de satélites operados por países aliados, lo que significa que el acceso y las capacidades pueden estar sujetos a limitaciones políticas, económicas o estratégicas. Si los satélites son priorizados para otros usuarios o desactivados por decisiones externas, los accesos al satélite pueden quedar comprometidos.

Por último, sí que es cierto que las señales UHF pueden ser vulnerables a *jamming* y que el ancho de banda de la banda UHF es limitado en comparación con otras bandas como X o Ku.

El UHF SATCOM en operaciones anfibias:

Al igual que con el caso del HF, resulta necesario explotar al máximo las capacidades

UHF SATCOM para ser capaces de operar en ambiente de comunicaciones degradado.

Un ambiente degradado implica que el uso y la calidad del espectro electromagnético (frecuencias radio, microondas, radares, sistemas GNSS⁵ como fuente principal de datos PNT⁶, etc.) están siendo interferidas, bloqueadas o manipuladas y por tanto la capacidad para operar con normalidad es limitada o nula.

Pues bien, en este escenario hay que tener en cuenta las limitaciones de sistemas UHF SATCOM en los buques anfibios, en la actualidad. El Juan Carlos I dispone de instalación con remotaje.

El costo presupuestario asociado a la instalación, así como la variedad de diferentes sistemas C2IS que tienen ya incorporados los mástiles de los buques, pueden ser motivos para no dejar permanentemente fija una antena UHF SATCOM y su cableado hasta un AOC a bordo de todos los buques de desembarco.

3. Tendencias emergentes

3.1. Programas de modernización.

En HF: Existen ciertos programas para modernizar las transmisiones en HF. El ejemplo más famoso es el sistema BREITA de Thales. Está diseñado para modernizar y mejorar las capacidades de comunicación HF de las fuerzas navales de la OTAN. Este programa contempla la mejora de las infraestructuras

5. Global Navigation Satellite System (GNSS).

6. Position, Navigation y Timing (PNT).

de estaciones HF en tierra, así como la implantación de radios HF de nueva generación a bordo de los buques.

En UHF SATCOM: Por su parte, Estados Unidos es líder en el desarrollo de tecnologías TAC-SAT, incluyendo programas como MUOS (*Mobile User Objective System*), que combina capacidades de voz y datos mediante su propia red de satélites.

El sistema no es realmente nuevo, pero ahora está en proceso de desarrollo para incluir una capacidad avanzada de comunicación satelital que utiliza tecnología de banda estrecha para conectar unidades de Marines mediante enlaces SATCOM. Estamos hablando de un sistema que proporciona capacidad 3G a través de constelaciones satelitales, es decir, sería como conectarse a una red celular global en el cielo. El mayor ejemplo sería el proyecto NOMAD (siglas de Network On-the-Move – Airborne Digital). Como decimos, se trata de una iniciativa del USMC diseñada para proporcionar conectividad a través de plataformas aéreas. Su objetivo es mantener redes C2 activas incluso cuando las unidades están en movimiento, dispersas o en entornos sin infraestructura de comunicaciones fija, de tal forma que proporciona múltiples ventajas. Por ejemplo:

- Permite enlazar unidades terrestres separadas por el terreno o la distancia mediante la repetición de señales de radio (VHF, UHF, SATCOM) más allá de la línea de visión.
- Permite extender redes IP tácticas (C2, ISR, logística) en tiempo real desde el aire.
- Por último, permite apoyar operaciones

donde el entorno electromagnético esté degradado o negado.

Las últimas pruebas realizadas por los USMC (USMC, 2024) con el sistema MUOS ha sido integrándolo en helicópteros *CH-53E Super Stallion* para ampliar el alcance de sus comunicaciones al mismo tiempo que hacen de relé entre las unidades desplegadas en tierra y los buques.

Otro ejemplo de plataforma de relés son los UAV. Durante las primeras pruebas del proyecto NOMAD, los Marines emplearon el UAS RQ-21A Blackjack actuando como relé. Su módulo de comunicaciones es capaz de trabajar con protocolos IP y voz segura, alcanzando conexiones entre estaciones hasta 93 km de distancia durante los ensayos⁷.

Capacidad de interoperabilidad UHF-MUOS.

Un avance clave para mejorar las comunicaciones en operaciones anfibia actuales es la capacidad de los satélites MUOS de realizar *crossbanding* entre radios de generaciones distintas. Esta función permite que radios antiguas que operan en UHF *narrowband* (banda estrecha), como las PRC-117F o similares, se comuniquen con radios de nueva generación que usan el protocolo IP de MUOS (como las PRC-117G o PRC-158), sin necesidad de modificar el equipo o emplear pasarelas intermedias.

El sistema funciona como un «traductor» que recibe la señal en formato UHF clásico

7. <https://www.naval-technology.com/projects/rq-21a-blackjack-small-tactical-unmanned-air-system-stuas/>

y la reemite en formato MUOS-IP, o viceversa. Esto es especialmente útil en situaciones donde no todas las unidades disponen del mismo nivel tecnológico o durante operaciones conjuntas con fuerzas aliadas que aún usan equipos tradicionales (legacy). Además, esta funcionalidad se integra directamente en los satélites MUOS o en los gateways terrestres, por lo que no requiere intervención adicional del operador.

En operaciones anfibias, esto significa que una unidad desplegada con un equipamiento ligeramente obsoleto puede seguir en contacto con su unidad superior a bordo del buque, incluso si ésta emplea un sistema MUOS moderno. La interoperabilidad se convierte así en un pilar esencial para garantizar la continuidad del mando y control, incluso con medios limitados o entre distintas generaciones tecnológicas.

Satélites que se adaptan: payload reconfigurable en órbita

Por último, una innovación reciente en el campo de las comunicaciones militares por satélite es la incorporación de procesadores reconfigurables en órbita en los satélites MUOS. A través del programa *Service Life Extension* (SLE), Lockheed Martin está desarrollando un nuevo tipo de carga útil que puede ser reprogramada desde tierra, lo que permite ajustar su funcionamiento incluso cuando ya se encuentra en el espacio.

Esto representa un cambio de paradigma, ya que, hasta ahora, los satélites funcionaban de forma cerrada: si necesitaban una mejora o cambio, debía planificarse en un nuevo lanzamiento. Con esta nueva capacidad, se puede actualizar el software del satélite, corregir fallos, cambiar protocolos de comunicación o responder a interferencias sin necesidad de interrumpir su funcionamiento.

Para operaciones anfibias, esto permite que el sistema de comunicaciones se adapte en tiempo real: priorizar enlaces en zonas críticas, reforzar la seguridad frente a intentos de inhibición, o incluso cambiar el tipo de señal o cobertura según la evolución de la misión. Esta flexibilidad mejora enormemente la resiliencia operativa, especialmente en escenarios hostiles o en presencia de guerra electrónica enemiga.

3.2. Otras formas de comunicarnos en BLoS.

En el entorno de las comunicaciones BLoS, destacan avances significativos en tecnologías como:

Satélites en órbitas bajas y medias (LEO⁸ y MEO⁹):

El uso de constelaciones de satélites LEO y MEO ha supuesto una revolución para las comunicaciones militares. Estas plataformas, al estar situadas mucho más cerca de la Tierra que los satélites geoestacionarios, permiten transmitir información con mucha

8. Low Earth Orbit

9. Medium Earth Orbit

menor demora. Esto es especialmente importante cuando se necesita coordinar movimientos en tiempo real o recibir órdenes sin retrasos perceptibles.

Los satélites LEO, que operan a altitudes de entre 500 y 2.000 kilómetros, y los MEO, que se sitúan algo más altos, entre 2.000 y 20.000 kilómetros, ofrecen también otra ventaja crucial: se requiere menos potencia para conectarse con ellos. Esto permite la conexión a terminales más ligeros y móviles, como los que portan los infantes de marina.

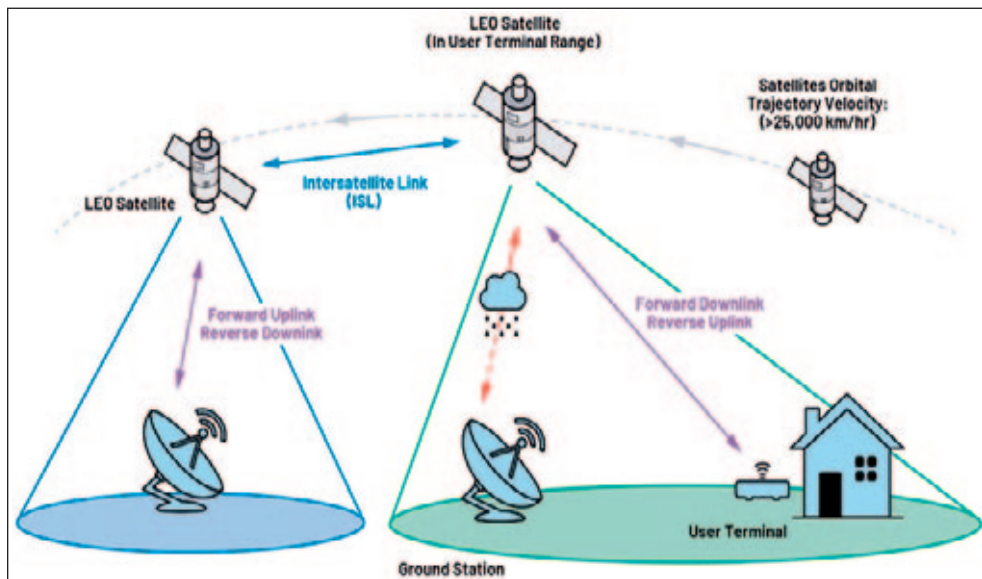
El mejor ejemplo del impacto de esta tecnología en los conflictos actuales lo encontramos en el conflicto de Ucrania-Rusia. El sistema Starlink ha permitido a las fuerzas desplegadas mantenerse conectadas, incluso en zonas sin cobertura telefónica ni infraestructuras terrestres. Esta capacidad ha demostrado que, en los

escenarios modernos, bajo un ambiente de comunicaciones degradado, las comunicaciones ya no dependen sólo de los medios militares tradicionales.

Nuestros aliados, por su parte, también buscan reducir su dependencia tecnológica con sistemas propios como OneWeb en el caso del Reino Unido, o BlackSky y Capella Space puramente americanas.

En nuestro país, el servicio satelital más conocido es el que ofrece la constelación IRIDIUM que permite comunicaciones globales cuando el resto de radioenlaces o enlaces satelitales (como el antiguo Spainsat o Xtar) no están operativos.

Sin embargo, el auge de estos sistemas no está exento de limitaciones. Su funcionamiento exige el despliegue de numerosos satélites para garantizar cobertura continua;



Ejemplo de enlace uplink/downlink con satélites LEO y enlace intersatélite)
(Fuente: www.electronicmedia.info/2022/11/09/low-latency-leo-satellite/)

es decir, orbitan tan bajo que, para ofrecer una cobertura global, las empresas o países necesitan de una gran cantidad de elementos para abarcar todo el globo. Por otro lado, sus terminales deben ser capaces de rastrear nodos en movimiento constante, lo que dificulta su empleo en algunas plataformas tácticas. Además, la congestión en estas órbitas incrementa el riesgo de colisiones, mientras que su proximidad a la Tierra los hace más susceptibles a interferencias o ataques físicos. Finalmente, al depender muchas veces de operadores privados o mixtos, su uso puede verse condicionado por factores ajenos a las necesidades estrictamente militares.

High Altitude Pseudo Satellites (HAPS):

Los HAPS son drones estratosféricos que funcionan como repetidores de comunicaciones, ofreciendo una solución económica y versátil frente a los satélites tradicionales. Estas plataformas, como el Zephyr desarrollado por Airbus, han demostrado que es posible cubrir áreas extensas desde alturas superiores a los 20 kilómetros. Operan con energía solar, lo que les permite una autonomía excepcional y un coste de operación muy reducido en comparación con otros medios.

Una de sus grandes ventajas es que pueden posicionarse con precisión sobre una zona concreta y mantenerse fijos. Esto resultaría ideal para apoyar operaciones anfibias en zonas de sombra garantizando la continuidad de las comunicaciones.

Frente a otros sistemas, los HAPS no requieren permisos espaciales y pueden desplegarse

rápidamente en situaciones de crisis, si bien es cierto que deben coordinarse con las autoridades aeronáuticas, ya que operan en altitudes compartidas con vuelos civiles o militares. También destacan por su adaptabilidad ya que pueden equiparse con sensores, cámaras o enlaces de radio que respondan a las necesidades del momento. Esto hace que sea particularmente interesante en entornos de denegación de servicio para, no sólo complementar los sistemas existentes, sino también, para ofrecer soluciones alternativas en zonas donde los satélites geoestacionarios no están disponibles.

No obstante, presentan limitaciones técnicas. Son vulnerables a tormentas o vientos fuertes, y su capacidad de carga útil es aún reducida.

4. Comparativa y adaptación a nuevas formas de entender la comunicación.

Para saber de qué forma podemos mejorar, es interesante fijarse en cómo lo hacen las potencias de nuestro entorno, nuestros aliados. Para nuestro Cuerpo, los Marines norteamericanos son, salvando las distancias, un ejemplo de vanguardia y tecnología. Para todo aquel que haya leído algún documento sobre el concepto Force Design 2030, los términos *Expeditionary Advanced Base Operations* (EABO) y *Stand-In Forces* (SIF) no le supondrá un descubrimiento. Sin entrar mucho en detalle, se trata de un rediseño integral del Cuerpo de Marines de Estados Unidos enfocado en:

— Prepararse para competir (*competing*) con potencias principalmente China y Rusia.



Figura 3: Diferentes tipos de HAPS. (Fuente: <https://interactive.satellitetoday.com/via/september-2020/haps-a-satellite-operators-big-investment-in-the-stratosphere>)

— Reducir capacidades con gran huella logística asociada (carros de combate, artillería pesada) y aumentar:

- Fuerzas distribuidas y móviles.
- Sensores avanzados, sistemas autónomos.
- Capacidad autónoma de largo alcance.
- C5ISR¹⁰ y guerra electrónica

— Crear nuevas unidades de combate: Marine Littoral Regiments (MLRs)

Dicho de otro modo, se están preparando para diseñar unidades que sean capaces de operar en zonas litorales altamente disputadas, donde el acceso al

espectro electromagnético está limitado o es activamente negado por el enemigo. En este contexto, la arquitectura de comunicaciones adquiere una importancia estratégica: debe ser resistente, móvil, flexible y con la menor firma posible, asumiendo que no siempre va a haber comunicaciones buque – tierra.

En estos entornos, los Marines buscan operar desde bases avanzadas temporales o móviles, dispersas por archipiélagos o franjas costeras, actuando en muchos casos de forma semi-autónoma. Esta dispersión

10. Command, Control, Communications, Computers, Cyber, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance and Targeting.

deliberada exige una red de mando y control que no dependa de nodos centralizados o de una sola tecnología de enlace. Por ello, el USMC emplea una combinación de sistemas de radio SATCOM (respaldado por el HF) para crear redes de malla (mesh) de tal forma que puedan compartir sus datos de manera autónoma. Es decir, cada unidad puede funcionar como nodo de red autónomo de tal forma que, si una unidad se desplaza o queda fuera de cobertura, el sistema busca automáticamente rutas alternativas para mantener el enlace.

Por motivos obvios, en nuestro país no tenemos esa necesidad de diseñar y modular nuestras Fuerzas Anfibia para operar de una manera tan «archipelágica». Sin embargo, los principios que subyacen en ese diseño son perfectamente aplicables a nuestro entorno operativo. Quizás, como nación con una fuerte vocación marítima, presencia en diversos escenarios internacionales, y con responsabilidad en regiones insulares como Canarias o Baleares, podamos considerar la adaptación de esas doctrinas al modo de comunicarse entre unidades y, sobre todo, en la comunicación buque-tierra. ¿En qué medida?

Comunicaciones resilientes:

Conlleva invertir en tecnologías como radios SDR (PRC-163 o 152A), nodos de red móviles (también con redes multibanda) o capacidades HF/SATCOM que no dependan de infraestructuras fijas. Pero por encima de todo, sin estar emitiendo constantemente. Nuestros subordinados conocen nuestro

propósito, actúan con iniciativa y libertad de acción (pilares del *mission command*).

Aunque nuestro teatro de operaciones habitual no sea el Indo-Pacífico, sí operamos en entornos «disputados» y tecnológicamente avanzados como el Mediterráneo Oriental, el Golfo de Guinea o incluso, si me lo permiten, llevando a cabo ejercicios en el mar Báltico (BALTOPS). Y en todos ellos, el denominador común es la necesidad de operar en red, con agilidad, discreción, robustez y más allá de la línea de visión. Para eso, por tanto, necesitamos equipos que permitan tener enlace en cualquier momento de la operación, aun estando fuera de la línea de visión.

En resumen, no se trata de copiar el modelo estadounidense, sino de asimilar sus principios esenciales y adaptarlos al tamaño, los medios y la realidad estratégica de nuestra Fuerza Anfibia.

Conclusiones

En el entorno actual, la capacidad de dividir fuerzas en pequeños grupos geográficamente dispersos es clave para reducir la concentración de blancos, responder a contingencias múltiples en un área extensa y proyectar una presencia militar creíble en espacios marítimos estratégicos.

Para garantizar esa división de fuerzas, no suelen tenerse muy en cuenta los sistemas de HF y UHF SATCOM, a la hora planear las operaciones anfibias, probablemente por la dificultad de establecer el enlace y mantenerlo; sin embargo, proporcionan un alcance muy significativo. Las lecciones

aprendidas de maniobras, ejercicios y despliegues como el Dédalo subrayan que la comunicación BLOS es un factor decisivo para mantener el C2, por lo menos, para las unidades que desembarcan en profundidad.

Al mismo tiempo, no podemos ignorar la evolución de las comunicaciones satelitales. Las

tecnologías emergentes, como los satélites LEO y MEO y los HAPS, no sólo complementan las capacidades actuales, sino que también abren nuevas posibilidades para superar limitaciones en distancia. Adaptarse y competir en un entorno sin comunicaciones estables, alejados de nuestros buques y separados unos de otros, nunca será fácil. Nadie dijo que lo fuera.

Bibliografía

USMC. (DIC de 2024). Enhancing Tactical Communications: Joint Digital Interoperability Showcased by USMC and USSF. Obtenido de <https://www.marines.mil/News/News-Display/Article/3605293/enhancing-tactical-communications-joint-digital-interoperability-showcased-by-u/>

Lockheed Martin. (2024, enero 9). Lockheed Martin Advances U.S. Space Force Satellite Communications Resiliency With MUOS Payload Upgrade. <https://news.lockheedmartin.com/2024-01-09-Lockheed-Martin-Advances-U-S-Space-Force-Satellite-Communications-Resiliency-With-MUOS-Payload-Upgrade>

Naval Technology. (2023). MUOS (Mobile User Objective System) – SATCOM Programme. <https://www.naval-technology.com/projects/muos/>

Defense Systems Information Analysis Center. (2023). Crossbanding Legacy UHF and MUOS Networks. <https://dsiac.org/articles/enabling-interoperability-in-tactical-satcom/>

ARA Antennas. (2025, mayo). Low-Profile Cross-Dipole Antennas for MUOS/UHF Tactical Applications. <https://ara.com/news/2025-sof-week-uhf-antenna-launch/>

Office of Naval Research. (2022). Beamforming in Next-Gen Satellite Communications. <https://www.navy.mil/Press-Office/News-Stories/Article/3079234/next-generation-satcom/>

NATO Communications and Information Agency. (2022). Interoperable Tactical Networks in Joint Amphibious Operations. <https://www.ncia.nato.int/newsroom>