

Emmanuele PANERO - Daniele FERRAGUTI - Andrea RUSSO

Marine 2050

Le flotte dell'avvenire
nel futuro delle operazioni militari marittime



Marine 2050

Le flotte dell'avvenire
nel futuro delle operazioni militari marittime



SMM 3° REPARTO

Contrammiraglio ENRICO VIGNOLA, Capo Reparto

RIVISTA MARITTIMA

Contrammiraglio DANIELE SAPIENZA, Direttore responsabile

Guardiamarina GIORGIO CAROSELLA, Redazione, Art Director

Sottocapo scelto LUIGI DI RUSSO, Redazione

Il presente Supplemento include immagini generate mediante l'impiego dell'Intelligenza Artificiale Generativa allo scopo di rappresentare verosimilmente alcuni concetti elaborati nel testo. Le stesse, di volta in volta indicate, per quanto realizzate attraverso un accurato processo di selezione, raffinazione grafica e rifinitura post-produzione, hanno tuttavia solamente scopo illustrativo.

INDICE

PREFAZIONE	5
INTRODUZIONE	6
PARTE I - Lo strumento militare marittimo alla sfida degli scenari operativi del futuro	9
PARTE II - L'evoluzione dei requisiti operativi	21
PARTE III - La trasformazione dei requisiti tecnici	35
PARTE IV - Dalle flotte contemporanee a quelle dell'avvenire	49
CONCLUSIONI	71

Il presente Supplemento a Rivista Marittima, a cura del Desk Difesa e Sicurezza del CeSI – Centro Studi Internazionali, non sarebbe stato possibile senza il pregiato e continuo confronto con gli Ufficiali, Sottufficiali e Marinai della Marina Militare italiana, la cui competenza ed esperienza ha ispirato molte delle riflessioni in questa pubblicazione. L’ormai consolidata sinergia tra l’Istituto e la Forza Armata, incluso nel periodico contributo alle Esercitazioni “Mare Aperto”, rappresenta infatti una fonte permanente di mutuo arricchimento intellettuale e professionale, in grado di generare una prospettiva unica e privilegiata sull’evoluzione dello strumento militare marittimo. Un particolare apprezzamento, infine, va al III Reparto dello Stato Maggiore della Marina ed al Comando in Capo della Squadra Navale, nonché a tutti i Comandanti ed agli Equipaggi imbarcati delle unità della Marina Militare che hanno supportato, con la loro disponibilità ed il loro tempo, questo lavoro.

I mari e gli oceani che coprono il 70% del globo terracqueo, dalla superficie alle profondità abissali, sono da sempre e continueranno ad essere nel prevedibile futuro un dominio decisivo nella definizione degli equilibri geopolitici, geoeconomici e geostrategici internazionali. Il trasporto marittimo di beni e *commodities* è e resterà il pilastro portante del commercio mondiale, mentre la sempre più articolata rete di cavi per telecomunicazioni, elettrodotti, gasdotti ed oleodotti che attraversano i fondali in ogni dove proseguiranno ad alimentare economie e società interconnesse ed interdipendenti. La combinazione di un crescente ampliamento e di un'incrementale diversificazione delle infrastrutture sottomarine ed *offshore* espanderà tuttavia la superficie d'attacco vulnerabile a potenziali azioni malevole, mentre i *chokepoints* che costituiscono colli di bottiglia del commercio e della logistica globali, dove insistono linee di comunicazione marittime sempre più congestionate, costituiranno sempre più i punti nevralgici per il controllo di risorse e catene del valore. La capacità di proiettare potenza sul mare e dal mare continuerà a costituire, infine, il cardine delle posture di deterrenza e difesa di Paesi ed Alleanze.

Il consolidarsi di dinamiche di competizione strategica multi-dominio, multispettrale e multi-livello, fino agli estremi della conflittualità convenzionale ad alta intensità e della retorica non convenzionale, enfatizza ancora di più l'importanza pivotale di un credibile, efficace ed efficiente strumento militare marittimo, volto a sorvegliare, proteggere ed all'occorrenza contrastare minacce multiformi ed evolutive ovunque si dispieghi l'interesse dei Sistemi Paese ed a garantire la libertà di navigazione a tutela della stabilità internazionale. Il significativo rafforzarsi di questa esigenza nei decenni a venire si interseca poi con una profonda trasformazione tecnologica, coinvolgente diffusamente tutti i settori della scienza e della tecnica, in grado di generare una vera e propria metamorfosi nella manovra aeronavale lungo l'intero *continuum-of-competition*. Intelligenza artificiale, robotica, *quantum computing* ed integrazione multi-dominio, dallo spazio al *cyber*, hanno infatti il potenziale per dischiudere un'epoca di trasparenza, rapidità decisionale e letalità inedite. Se la proliferazione di sensori ed effettori da un lato sempre più accessibili, anche ad attori asimmetrici, e dall'altro sempre più performanti modificherà profondamente lo spettro di minaccia in qualsiasi teatro, il potenziale di generare massa ed opporre massa rimarrà determinante nel confronto con *peer* e *near-peer competitors*.

Analizzare, prevedere ed anticipare le dinamiche e le traiettorie che definiranno il contesto strategico e gli scenari operativi del 2050, deducendo i conseguenti requisiti per competere e primeggiare negli stessi è dunque il fondamentale presupposto per delineare uno strumento militare marittimo all'altezza del futuro. Il presente lavoro mira proprio a questo ambizioso obiettivo, fornire spunti di riflessioni che possano informare e supportare le scelte istituzionali ed industriali che detteranno le flotte dell'avvenire.

Il Presidente del CeSI
Professor Andrea Margelletti

Il dominio marittimo (1) è destinato a permanere centrale ben oltre l'orizzonte del 2050, tanto quale fonte di sviluppo, prosperità e benessere, quanto come connettore globale tra i Sistemi Paese. Le proiezioni al di là dei prossimi venticinque anni sottolineano infatti come su una popolazione globale di circa 9,8 miliardi di persone, più del 68% abiterà, lavorerà e vivrà in aree urbane poste a meno di 100 chilometri dalle coste (2), nel pieno della cosiddetta zona litoranea, subendo ineludibilmente gli effetti di equilibri e squilibri, stabilità ed instabilità, sicurezza ed insicurezza che come spinti da una brezza spirano dal mare sull'entroterra. Una prospettiva che porterà, in parallelo, ad una sensibile concentrazione del potenziale industriale e delle infrastrutture critiche dei singoli Stati nelle medesime fasce rivierasche di territorio, esponendole agli effetti della competizione sui mari prospicienti. Un'infrastrutturazione che coinvolgerà inoltre una sensibile espansione nelle installazioni *offshore*, dai parchi eolici ai *terminal* per gas naturale liquefatto (LNG – *Liquefied Natural Gas*), dalle piattaforme di trivellazione fino alle *fish farm*.

La persistente ed a tratti crescente dipendenza da mari ed oceani continuerà poi a manifestarsi nell'importanza della biosfera marina per gli ecosistemi, incluso con riferimento ad un settore come quello della pesca che vale oltre 600 miliardi di euro. Lo stabile aumento delle capacità di trasporto via nave registrato negli ultimi anni delinea poi una prospettiva quantomeno di consolidamento nel lungo periodo dei traffici marittimi ad una quota superiore al 90% del commercio internazionale. Un flusso costante di merci e *commodities* che proseguirà a congestionare le rotte lungo le consolidate linee di comunicazione marittima (SLOC – *Sea Lines of Communication*) che attraversano il pianeta e ad incolonnarsi nei *chokepoints* che puntellano le catene globali del valore. L'incremento nelle interdipendenze, combinato con gli effetti del cambiamento climatico potrebbe poi disvelare nuove SLOC, come quella artica, ovvero ampliare e ramificare ulteriormente alcune di quelle attualmente esistenti. Analogamente, sui fondali subacquei, nuove e diversificate infrastrutture affiancheranno una rete globale contemporanea che conta più di 1,4 milioni di chilometri di cavi per telecomunicazioni, articolati in circa 600 distinti tracciati (3), e funzionali ad oltre il 95% dei collegamenti internet mondiali, per un controvalore stimato, in sole transazioni finanziarie, superiore ai 9.500 miliardi di euro al giorno (4). A questi si sommano 32.000 chilometri di gasdotti ed oleodotti attivi, distribuiti in 2.400 diverse installazioni (5), nonché 1,2 milioni di chilometri di elettrodotti suddivisi in 350 linee (6). Una progressiva antropizzazione del (quasi) dominio sottomarino ragionevolmente promossa dalla competizione per l'accesso a risorse abissali che ormai non riguardano più solamente l'estrazione di idrocarburi, ma anche quella di materie prime critiche (CRM – *Critical Raw Materials*), prospettata dall'avvento del *deep-sea mining*. I fondali potrebbero infatti ospitare fino a 21 miliardi di tonnellate di noduli di manganese, 1 miliardo di crosta ad alta densità di cobalto e 100 milioni di tonnellate di solfidi polimetallici, nonché risorse che, se valorizzate, ammonterebbero a circa il 10% delle riserve di cobalto, rame e zinco, per un controvalore prossimo ai 10.000 miliardi di euro (7).

Uno scenario dunque segnato da un'assoluta centralità plurisetoriale del dominio marittimo, delineantesi in un contesto strategico, tuttavia, caratterizzato dal probabile persistere di profonde dinamiche competitive a livello locale, regionale e globale. Una prospettiva in cui la capacità di operare, manovrare ed all'occorrenza combattere e prevalere, sopra, sulla e sotto la superficie, dall'alto mare al litorale, risulteranno ancora più decisive rispetto al passato per dissuadere eventuali avversari e contrastare potenziali minacce. Dalla conflittualità asimmetrica, attraverso l'intero spettro ibrido, fino alla guerra convenzionale ad alta intensità ed alla deterrenza strategica, le operazioni militari marittime dovranno tuttavia affrontare teatri contraddistinti da una significativa proliferazione di capacità di rilevazione, attacco e saturazione da ogni direzione, contro nemici adattivi ed altamente innovativi, in grado di sfruttare la diffusione ed accessibilità delle tecnologie e combinandole con tattiche evolutive per minare la libertà di navigazione e gli interessi dei Sistemi Paese. Un futuro in cui le applicazioni convergenti di intelligenza artificiale (AI – *Artificial Intelligence*) e robotica disveleranno uno spazio di battaglia rapidamente evolutivo ed in cui l'integrazione sinergica dei dispositivi aeronavali nella più ampia, e distribuita, manovra multi-dominio risulterà decisiva per dipanare la nebbia del combattimento, ovvero la capacità di discriminare tra amici, nemici e neutrali, generare costanti dilemmi all'avversario ed imporre allo stesso l'iniziativa alleata.

L'interazione dinamica delle multidirezionali tendenze evolutive, dottrinali, organizzative, capacitive e tecnologiche, di alleati, *partner*, *peer* e *near-peer competitors* nella prospettiva delle singole Marine Militari delinea così un orizzonte altamente sfidante e trasformativo per lo strumento militare marittimo. Un orizzonte che, solo se anticipatamente ed approfonditamente analizzato ed esplorato, permetterà di predisporre dispositivi aeronavali idonei a proteggere i diversificati interessi nazionali ed alleati, proiettare sicurezza, nonché, al dipanarsi eventuale degli estremi del *continuum-of-competition*, sopravvivere, manovrare e vincere contro avversari multiformi. In quest'ottica, la sequenziale individuazione, analisi e definizione dei potenziali scenari di impiego, dell'evolutivo spettro di minacce e dei conseguenti requisiti operativi e tecnici costituisce la base per delineare la composizione ed articolazione delle flotte dell'avvenire. Valorizzando un rigoroso ed accurato approccio analitico comparativo, supportato da un costante percorso di confronto diretto e pragmatico con il Sistema Difesa, istituzionale ed industriale, afferente al dominio marittimo, insieme al ricorso a tecniche avanzate di *foresight* e *forecasting*, la presente pubblicazione intende dunque fornire una prospettiva composita e dettagliata sulle tendenze trasformative per le Marine Militari del 2050.

NOTE

(1) Attualmente la NATO riconosce cinque distinti Domini operativi attraverso i quali coordina le sue attività di difesa e sicurezza: Terrestre (*Land*); Marittimo (*Maritime*); Aereo (*Air*); Spazio cibernetico (*Cyberspace*); e Spazio (*Space*).

(2) Pictet, *Popolazione vicina ai 10 miliardi: come sarà il mondo nel 2050*, Giugno 2024, <https://am.pictet.com/pictetperte/sviluppo-sostenibile/2019/popolazione-vicina-ai-10-miliardi-come-sara-il-mondo-nel-2050>.

(3) A. Gross, A. Heal, C. Campbell, D. Clark, I. Bott ed I. de la Torre Arenas, *How the US is pushing China out of the internet's plumbing*, in Financial Times, 13 Giugno 2023, <https://ig.ft.com/subsea-cables/>.

(4) C. Wall e P. Morcos, *Invisible and Vital: Undersea Cables and Transatlantic Security*, in Center for Strategic and International Studies, 11 Giugno 2021, <https://www.csis.org/analysis/invisible-and-vital-undersea-cables-and-transatlantic-security>.

(5) Captain D. Walsh, *Seafloor Cables and Pipelines: Are They Secure?*, in Proceedings, US Naval Institute, Marzo 2023, <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2023/march/seafloor-cables-and-pipelines-are-they-secure#:~:text=Seafloor%20Pipelines,and%20natural%20gas%20to%20shore>.

(6) VisionGain, *Submarine Power Cables Market Forecast 2020-2030*, 31 Ottobre 2019, <https://www.visiongain.com/report/global-submarine-power-cable-market-report-2019-2029/#:~:text=Visiongain%20assesses%20that,of%20planned%20projects>.

(7) I. Ukanah, *Deep Sea Mining Statistics: Key Facts and Trends for 2025*, in GreenMatch, 15 Luglio 2024, <https://www.greenmatch.co.uk/blog/deep-sea-mining>.

PARTE 1

LO STRUMENTO MILITARE MARITTIMO ALLA SFIDA DEGLI SCENARI OPERATIVI DEL FUTURO



La "Maritime Combat and Advanced Training 2026" (MCAT26), evento addestrativo di livello avanzato della Marina Militare che vede impegnati assetti della Squadra Navale in una serie di attività distribuite tra Mar Ionio, Golfo Ligure e Mar di Sardegna. Il principale fulcro del MCAT26 sono le attività di Air Defence che si svolgono nel Mar Ionio, dove la portaerei Cavour e le principali unità d'altura delle Divisioni Navali (tra cui il cacciatorpediniere Andrea Doria, le fregate di tipo FREMM e le moderne unità combattenti multi-missione) operano congiuntamente a sommergibili e assetti aerei in contesti ad alta intensità.

La strategia militare marittima contemporanea si colloca in una fase di transizione, volta a rispondere alle sfide di potenziali scenari operativi caratterizzati da minacce multi-dominio in continua evoluzione per effetto del progresso accelerato e convergente delle tecnologie e della loro crescente diffusione ed accessibilità, nonché dalla necessità di proiettare potenza in contesti sempre più contestati e specificatamente contesi. In tale quadro, le dottrine d'impiego dello strumento militare marittimo affrontano una profonda riconfigurazione, in particolare rispetto ai concetti applicativi di *Sea Control* e *Sea Denial*. Esercitare il *Sea Control* significa la capacità, da parte di una Forza Navale, di esercitare il controllo del mare, sopra, sulla e sotto la superficie, allo scopo di conseguire gli obiettivi tattici e strategici prefissati. Tutto ciò comporta saper espletare una serie di compiti multi-dominio e multispettrali, spazianti dalle operazioni di *shaping* alle *maritime combat operations*. Parimenti, l'esercizio del *Command of the Sea* è divenuta una condizione strategica ormai limitata nel tempo e nello spazio e non più globale come nel passato. Rispetto ai decenni passati la sfida non consiste nell'ottenere decisamente e rapidamente il *Sea Control* in un dato teatro marittimo, bensì nel mantenerlo contro avversari sfuggenti, che utilizzano tattiche ibride e non convenzionali. Contestualmente, gli sviluppi tecnologici di settore hanno diversificato ed ampliato l'applicazione del concetto di *Sea Denial*. Nello scenario contemporaneo, è infatti in corso una massiva proliferazione di capacità per la negazione all'accesso d'area (A2/AD – *Anti Access/Area Denial*), sia da parte di *peer* e *near-peer competitors*, sia di attori non statuali, incluse organizzazioni terroristiche e gruppi armati. La catalizzazione di tecniche di *hybrid*, *electronic* e *cyber warfare* ha inoltre permesso di interdire spazi marittimi più vasti rispetto al passato, con una notevole riduzione dei costi e dell'esposizione diretta al rischio da parte di *competitors* statuali e non. L'intensificarsi di modalità di guerriglia ibride ed asimmetriche ha poi comportato l'espansione dimensionale e spettrale dei conflitti, ampliando il quantitativo di minacce provenienti da sotto e sopra la superficie marittima. La maggiore facilità di interdizione marittima ha riguardato anche le capacità costiere, con la proliferazione pervasiva e diffusa di sensori ed effettori che hanno permesso ad un numero crescente di attori di potenzialmente influire sulla libertà di manovra e di navigazione in zone litoranee ed in prossimità di *chokepoints* strategici. Questi fattori hanno prodotto un rilevante innalzamento del tasso di attrito per gli schieramenti navali difensivi, come dimostrato dal recente ingaggio statunitense nello Stretto di Hormuz.

Cambiamenti si evidenziano anche sotto il profilo operativo. Nell'ultimo ventennio, infatti, le Marine Militari euro-atlantiche hanno effettuato prettamente missioni di *maritime security* nei mari cosiddetti mediterranei (8), spesso a ridosso di *chokepoints*, nonché in ambienti litoranei. Ne sono esempio, tra le varie, l'Operazione *Atalanta* iniziata nel 2008, l'Operazione NATO *Ocean Shield* tra il 2009 ed il 2016, l'Operazione italiana *Mare Sicuro* nel 2015 e l'Operazione *Sentinel* a guida statunitense nel 2019 (9). Seppur la spina dorsale delle missioni marittime europee sia rimasta la medesima, si assiste ad una riduzione di operazioni strettamente legate alla *counter piracy*, in favore di operazioni *combat* o potenzialmente tali, le quali richiedono un ingaggio ad intensità maggiore. Anche sotto un profilo più ampio e strutturale, rispetto al passato, emerge la tendenza delle Marine Militari continentali di riferimento al dispiegamento di dispositivi aeronavali in scenari *overseas*, come nel caso dell'impiego dei *Carrier Strike Group* (CSG) e operazioni congiunte. In particolare, nell'ultimo biennio Italia e Francia hanno incrementato le esercitazioni militari nella regione dell'Indo-Pacifico, con i rispettivi CSG delle portaerei ITS *Cavour* e FS *Charles De Gaulle*. Anche il Regno Unito, con il CSG25 guidato dalla HMS *Prince of Wales*, ha condotto un'importante missione indo-pacifica nel 2025 (Operazione *Highmast*) (10). Un ulteriore esempio significativo di questo cambiamento è la crescente frequenza di esercitazioni su larga scala, come *Rim of the Pacific* (RIMPAC) che hanno simulato scenari di conflitto ad alta intensità, caratterizzati da bersagliamenti aerei, lotta antisommergibile (ASW – *Anti-Submarine Warfare*) e l'impiego di assetti anfibi. Parallelamente, le Marine Militari dell'Alleanza Atlantica, attraverso l'esercitazione *BALTOPS 2024*, hanno intensificato le manovre addestrative nel Mar Baltico e nel Mar Nero per monitorare e contrastare l'attivismo militare russo nell'area (11). Questa transizione è stata visibile nelle operazioni nel Mar Rosso, dove la minaccia di attacchi da parte degli Houthis ha portato all'uso di sistemi avanzati di difesa antimissile ed all'impiego di droni ed assetti aerei per la protezione del traffico marittimo internazionale. La significativa rilevanza ricoperta dal dominio marittimo nel contesto dell'Operazione *Epic Fury* condotta dagli Stati Uniti contro la Repubblica Islamica dell'Iran e la centralità dello Stretto di Hormuz nelle dinamiche strategiche regionali, anche successive alla conclusione delle *major combat operations* costituiscono un ulteriore conferma di tale tendenza.

Il concetto di *warfighting* navale è dunque tornato centrale, richiedendo alle Marine Militari contemporanee una combinazione di superiorità tecnologica, prontezza operativa e capacità di proiezione della forza su scala globale. Ciò implica anche un possibile ripensamento strategico per quanto concerne la strutturazione delle flotte, con un potenziale bilanciamento tra capacità tipiche delle *Blue Waters Navies* e quelle delle *Brown Waters Navies*, tenendo presente la riflessione della dottrina navale, da parte di alcune Marine come quella degli Stati Uniti, in merito (12), alla definizione delle *Green Waters Navies*, ovvero flotte in grado di operare efficacemente soprattutto nelle aree costiere. Queste ultime, presumibilmente, costituiranno i principali spazi di conflitto marittimo anche del futuro. Gli interessi strategici, le infrastrutture critiche e lo sviluppo delle SLOC, è infatti sempre più compresso in zone nevralgiche, quali i mari mediterranei, specie in prossimità di stretti ed a ridosso della costa. A veder bene, dalla fine della Seconda Guerra Mondiale ad oggi, la quasi totalità dei confronti militari che hanno implicato l'utilizzo del mare, per generare effetti sullo stesso o sulla terraferma, nella predominanza dei casi si sono inoltre sviluppati proprio all'interno dei mari mediterranei o in acque prospicienti le coste. Oltre alla continuità storica di tale tendenza, si evidenzia attualmente non solo un innalzamento della minaccia precisamente negli scenari menzionati, ma uno stato di aperto conflitto con ripercussioni a livello



globale, come nello Stretto di Hormuz. Al contempo, il riorientamento verso un tipo di confronto *fleet to fleet* è stato promosso dal dinamismo soprattutto del segmento marittimo del comparto militare-industriale della Repubblica Popolare Cinese, la quale, nell'ultimo quindicennio, ha incrementato significativamente la presenza navale nelle proprie acque territoriali e negli spazi marittimi insulari e peninsulari della regione dell'Indo-Pacifico. La crescita repentina della Marina Militare cinese (PLAN – *People's Liberation Army Navy*), a sua volta, ha avviato una spirale adattiva da parte dei Paesi limitrofi, su tutti Giappone, Corea del Sud ed Australia. Le capacità di generare potenzialmente elevati tassi di attrito ad una forza opposta operante nell'area sono state ulteriormente incrementate dai rilevanti sviluppi nel settore della missilistica da parte della Corea del Nord, aventi ripercussioni sull'aumento di effettori cinetici in grado di colpire aree divenute centrali nell'ambito della competizione strategica globale. Oltre al Golfo Persico e al relativo



Un'unità navale rilascia uno *swarm* di USVs per accrescere la propria consapevolezza situazionale e capacità di modellare l'area di operazioni attraverso un *network* di sensori ed effettori fuoribordo. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

Stretto di Hormuz, continuano a rappresentare esempi di operazioni ad intensità crescente la guerra asimmetrica (e per alcuni segmenti anche ibrida) nel Mar Nero tra la Federazione Russa e l'Ucraina, le azioni degli Houthi nei pressi dello Stretto di Bab el-Mandeb, nonché le (non più) nuove tensioni nel Mar Cinese Meridionale. Anche l'intraeuropeo Mar Baltico ed il Mar Mediterraneo sono poi al centro di rinnovate tensioni, con il verificarsi di sabotaggi alle infrastrutture critiche e pertanto al centro di missioni di intelligence, sorveglianza e ricognizione (ISR – *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) incentrate sul dominio marittimo.

L'integrazione sempre più pervasiva di sistemi *unmanned* sopra, sulla e sotto la superficie ha parallelamente il potenziale di trasformare radicalmente il concetto di minaccia asimmetrica, con implicazioni strategiche, operative e tattiche che pongono delle sfide sistemiche alle Marine Militari internazionali. L'evoluzione tecnologica ha infatti portato allo sviluppo di *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), *Unmanned Surface Vessels* (USV) ed *Unmanned Underwater Vehicles* (UUV), in grado di operare in modalità autonoma o semi-autonoma e di svolgere missioni con compiti offensivi, difensivi e di ISR. Gli UAVs sono sempre più impiegati nella ricognizione e nella trasmissione di informazioni decisive all'interno dello spazio di battaglia, un fattore che potrebbe risultare influente nel contesto delle operazioni militari marittime in cui l'avversario risulti imperniato sulla difesa costiera. Gli USVs sono principalmente dispiegati per missioni di sorveglianza e pattugliamento, contemplando la possibilità di monitorare infrastrutture portuali e hub strategici, nonché di rilevare traffici navali ostili in missioni marittime di tipo *constabulary*. Gli UUVs possono infine essere schierati nella manovra sotto la superficie, come propagazione fisica dei sensori delle unità sottomarine e nella mappatura dei fondali per la protezione di *assets* stra-



tegici. Seppur di recente introduzione per quanto riguarda l'utilizzo in scenari marittimi di *asymmetric warfare*, questi assetti hanno già avuto un rilevante impatto prima sulla propaggine navale del conflitto russo-ucraino e poi nel quadro dei dispiegamenti militari nelle acque del Mar Rosso, con particolare riferimento alla *Combined Task Force 153 Prosperity Guardian* ed all'Operazione EUNAVFOR *Aspides*. Si prenda ad esempio, l'utilizzo massivo che ne hanno fatto le Forze Armate ucraine per attaccare assetti pregiati, navali ed aerei, della controparte russa. Ciò ha permesso a Kiev, mediante l'impiego di USVs come i *Magura* ed i *Sea Baby*, e di UUVs come i *Marichka* ed i *Toloka* (13), di generare significativi effetti cinetici anche in assenza totale di *Sea Control*, deficitando di una flotta capacitiva in grado di operare in acque compartimentate. Congiuntamente, la condotta di attacchi *swarm* con USVs e motoscafi d'attacco (FAC – *Fast Attack Craft*) ha segnato una complementarità operativa già manifestata in passato da parte di attori asimmetrici. Nello specifico, la flotta della Marina del Corpo delle Guardie della Rivoluzione Islamica (IRGCN – *Islamic Revolutionary Guard Corps Navy*) ha sviluppato e poi sotto certi aspetti implementato nelle ostilità nel Golfo Persico e nello Stretto di Hormuz, una dottrina operativa basata sull'uso di motoscafi d'attacco, armati con mitragliatrici pesanti, lanciarazzi multipli e missili antinave leggeri. In modo similare, la Corea del Nord ha sperimentato l'impiego di FAC modificati per operazioni suicide, dotati di sistemi di guida autonoma e *payload* esplosivi, con l'obiettivo di degradare le unità navali sudcoreane nel Mar Giallo nell'eventualità di un conflitto tra i due Paesi. Battelli sottomarini autonomi (AUV – *Autonomous Underwater Vehicle*) e droni subacquei pilotati mediante cavi ombelicali (ROV – *Remotely Operated Vehicle*), ambedue sottocategorie degli UUVs rappresentano al contempo minacce immanenti e significative, nonché sempre più



Un'arma ad energia diretta ingaggia e distrugge un UAV avversario in avvicinamento. L'inclusione di tali sistemi nelle difese aeree delle unità navale sarà sempre più comune al fine di fronteggiare tentativi di attacco saturante. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

evolute e diffuse, per l'integrità, sicurezza ed affidabilità delle infrastrutture critiche sottomarine, bersaglio persistente di azioni malevole lungo l'intero *continuum-of-competition*.

Anche le mine navali, seppur non rappresentino una novità dal punto di vista concettuale, pongono delle sfide competitive di incrementale importanza. Per quanto concerne il confronto con attori asimmetrici e non statuali, tale strumento permette di essere impiegato anche attraverso tecniche rudimentali. La possibile configurazione basica delle mine navali implica una maggiore possibilità di reperimento, oltre ad un'importante facilità nella produzione locale delle stesse. L'alta sostenibilità del rapporto costi/effetti generati per l'attaccante e la persistenza operativa anche in assenza di controllo umano, pongono inoltre le Marine Militari in una perenne condizione di monitoraggio dei fondali, soprattutto in prossimità degli stretti strategici. Se fino ad oggi tale minaccia è stata approssimativamente inquadrata in specifici spazi marittimi come Suez, Bab el-Mandeb, Hormuz e le coste della penisola arabica, la traslazione di questo rischio nelle acque dell'Asia Meridionale e del Pacifico Orientale potrebbe comportare considerazioni sulla natura della minaccia più ampie e significative. Un elemento fondamentale è rappresentato dal miglioramento qualitativo delle mine navali, dalla loro versatilità e dalla loro efficienza. Lo scenario attuale presenta infatti sviluppi sotto il profilo della capacità selettiva, resilienza e resistenza operativa, della rilevazione acustica e sensoristica, oltre ad una minore osservabilità. Gli sviluppi tecnologici, inoltre, consentono di impiegare mine cosiddette intelligenti, in grado di intercettare la tracciabilità elettromagnetica delle navi ed espletare una selezione qualitativa del bersaglio attraverso sistemi di identificazione del tipo *Underwater Acoustic Identification Friend or Foe* (IFF) (14). Gli sviluppi



L'aumento delle capacità missilistiche (superficie-aria e superficie-superficie) a bordo delle unità navali risulta un requisito fondamentale per fronteggiare teatri di operazione sempre più contestati e contesi. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

tecnologici in termini di UAVs, USVs ed UUVs prefigurano poi nuove tecniche di minamento in ambiente litoraneo ed in acque più profonde, le quali potrebbero trasformare le relative contromisure e gli impieghi operativi delle flotte. Tali assetti *unmanned*, operanti da sopra e sotto la superficie del mare, permettono di evitare l'avvicinamento degli assetti navali pregiati a ridosso di possibili bolle A2/AD, con una conseguente riduzione del rischio per questi ultimi di essere individuati e bersagliati dal nemico.

In modalità complementare, l'attività di minamento può essere condotta anche da sottomarini, sfruttando i tubi lanciasiluri, oppure mediante le cosiddette *mine belt*, trasportabili esternamente al battello. Gli attori maggiormente performanti in termini di *know-how* tecnologico hanno in aggiunta sperimentato l'integrazione di queste capacità di missione, utilizzando il *Dry Deck Shelter* (DDS) per il rilascio ed il recupero di UUVs, articolando ulteriormente il braccio operativo e la relativa flessibilità per la condotta di attività di minamento occulto nella profondità delle acque avversarie. Le capacità trasformatrici considerate sono prospetticamente alla base di una potenziale metamorfosi dello spazio di battaglia del futuro, implicando scenari di *Sea Denial* caratterizzati da alta densità di minamento litoraneo (15). Questo implicherebbe infine anche una rimodulazione delle operazioni anfibia e renderebbe necessario lo sviluppo e l'implementazione di più sofisticate tecniche di contromisure mine (MCM – *Mine Counter Measures*), dispiegabili anche in contesti altamente ostili e contestati.

All'interno del quadro valutativo dello spettro delle minacce per il futuro del dominio marittimo, i recenti teatri di conflitto hanno inoltre evidenziato la proliferazione nell'impiego di missili antinave (AShM – *Anti Ship Missile*), inclusi vettori balistici (ASBM – *Anti-Ship Ballistic Missile*) e da crociera (ASCM – *Anti-Ship Cruise Missile*). Gli ASCM sono largamente diffusi ed attualmente impiegati da più di 70 Paesi (16) e sono progettati per volare a bassa quota seguendo profili di volo complessi, riducendo la possibilità di intercetto da parte delle difese avversarie. La Federazione Russa presenta significative capacità in questo segmento, con i vettori 3M54 *Kalibr* ed i PJ-10 *Brahmos* (prodotti in *joint venture* con l'India), dei quali i primi hanno un raggio d'azione

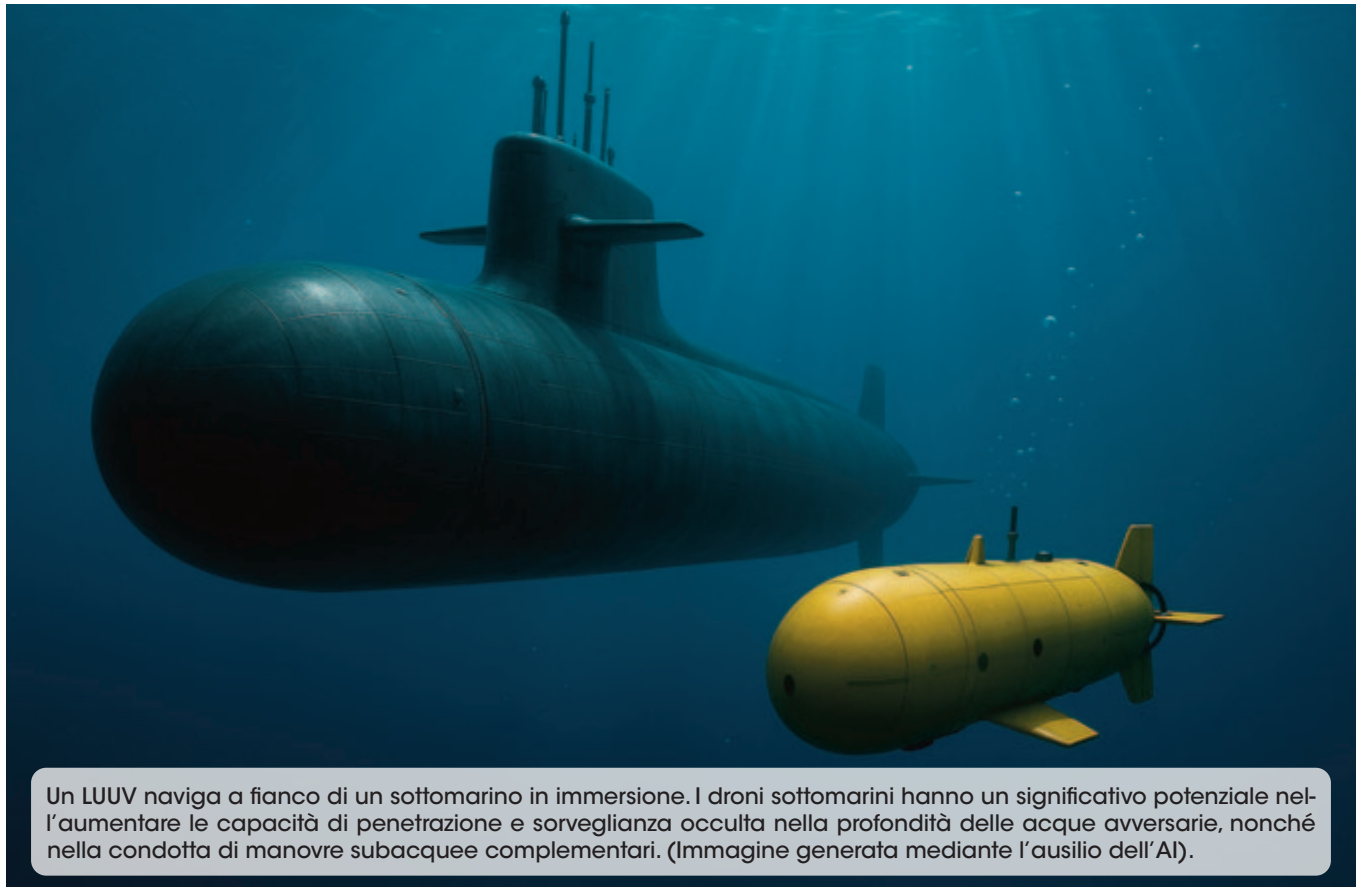


Un sottomarino configurato per il trasporto di *mine belts*, il minamento marittimo continuerà a rappresentare una minaccia concreta in tutti in ogni scenario operativo. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

fino a 300 chilometri, mentre i secondi fino a 500 chilometri. Parimenti, anche la Repubblica Popolare Cinese ha sviluppato negli ultimi anni il missile supersonico YJ-12 a lunga gittata, integrato da altri vettori da crociera come il missile YJ-18 (17). La letalità dei vettori ASCM, aventi anche capacità di attacco terrestre (LACM – *Land Attack Cruise Missile*), è stata dimostrata nel recente passato dall'uso dei 3M14 *Kalibr* da parte delle Forze Armate della Federazione Russa nel teatro siriano, dove sono stati lanciati da unità

di superficie e da sottomarini in navigazione nel Mar Caspio e nel Mar Mediterraneo, per colpire obiettivi *jihadisti* in Siria (18). In ottica aggregata, si riporta una rilevante crescita di capacità missilistica per diversi Paesi asiatici, sorretta principalmente dall'*export* industriale e dal trasferimento tecnologico da Russia e Cina (19). Permanendo nella macro-minaccia derivante dagli ASHM, anche gli ASBM costituiscono una rilevante criticità per le navi all'interno di teatri di tipo *opposed*. Gli ASBM, rispetto ai vettori da crociera, si caratterizzano infatti per una profonda differenza in termini di traiettoria, manovrabilità, velocità, portata e carico pagante (*payload*). In linea generale, gli ASCM ingaggiano il bersaglio mantenendo quote di volo prossime alla superficie dell'acqua (*sea skimmer*), con la finalità di confondere la propria traccia radar con le interferenze causate dall'ambiente circostante (*cluttering*), seguendo un percorso di avvicinamento dinamico e viaggiando a velocità nella maggior parte dei casi intorno a Mach 1. Gli ASBM seguono invece traiettorie con moto parabolico con picchi extraatmosferici, prima di discendere verso il bersaglio a velocità superiori a Mach 5 (20).

Le azioni ostative degli Houthis nel Mar Rosso hanno dato una dimostrazione tangibile delle criticità generabili da ripetuti bersagliamenti missilistici. Il tasso di successo della milizia yemenita, seppur esiguo a causa di rudimentali assetti abilitanti ed un inefficiente ciclo di *targeting*, ha indotto le unità di superficie della *US Navy* schierate nell'area ad un utilizzo comunque depauperante di intercettori missilistici. Il dispositivo navale statunitense ha infatti impiegato quasi 400 munizioni durante il persistente ingaggio contro la milizia yemenita nei primi 15 mesi delle operazioni in Mar Rosso. Il calcolo ha incluso l'utilizzo di 120 missili *RIM 61* (SM-2 – *Standard*



Missile-2), 80 missili *RIM 174* (SM-6 – *Standard Missile-6*) e 160 colpi di artiglieria navale da cinque pollici, oltre che di 20 *RIM 162* (ESSM – *Evolved SeaSparrow Missile*) e *RIM 161* (SM-3 – *Standard Missile-3*) (21). Le operazioni militari di contrasto hanno avuto un costo, solo per il munizionamento, di circa 500 milioni di dollari (22). Un dato che evidenzia la necessità di adattamenti per i sistemi di difesa aerea, non solo a livello tattico, ma anche per quanto concerne il comparto industriale. Uno degli aspetti più critici della minaccia presentata è tuttavia la capacità degli attaccanti di saturare i sistemi di difesa aerea ed antimissile, grazie ad un'elevata ridondanza numerica dei vettori d'attacco. I correnti sistemi di difesa più avanzati delle unità navali sono infatti basati su radar del tipo *Active Electronically Scanned Array* (AESA), come l'*AN/SPY-6* di RTX od il *Kronos Grand Naval* di Leonardo, e su un'architettura di intercetto distribuita tra missili superficie-aria a guida attiva, come l'ESSM e l'*Aster 15/30* europeo, sistemi missilistici di autodifesa a lancio verticale *Rolling Airframe Missile* (RAM) e *Close-In Weapon System* (CIWS). Gli attacchi a sciame basati sulla combinazione di droni aerei d'attacco (OWA UAV – *One-Way Attack Unmanned Aerial Vehicle*), ASCM ed ASBM possono però sovraccaricare i sistemi di scoperta, tracciamento ed intercetto, nonché esaurire il munizionamento da opporre, saturando sia nel loro complesso le difese di punto, sia concentrando l'azione di sovraccarico su singoli segmenti, come quello antibalistico. Anche le attuali capacità di carico dei lanciatori verticali (VLS – *Vertical Launching System*) potrebbero infine necessitare di una revisione capacitiva, al fine di rispondere alle minacce saturanti del futuro delle operazioni militari marittime. La sfida evolutiva alle capacità di difesa integrata delle unità navali è ulteriormente amplificata dall'uso coordinato di USVs

stealth o semi-sommergibili, come quelli già osservati in scenari operativi nel Golfo Persico e nel Mar Nero, che minimizzano la loro traccia radar e termica per eludere i sensori delle unità avversarie. Emerge dunque una cornice di minacce che implicano alle flotte del futuro un elevato grado di flessibilità e di integrazione degli assetti. In quest'ottica saranno pertanto cruciali la capacità di coordinamento, l'interoperabilità tattica e l'impiego di sistemi di difesa multilivello a reazione automatizzata e ad elevata cadenza di tiro.

Nel complesso, l'intersezione tra accessibilità e diffusione di capacità militari avanzate da un lato e, dall'altro, il progresso tecnico-tecnologico ad ampio spettro da parte di specifici *peer* e *near-peer competitors*, delinea trasversalmente scenari operativi contraddistinti da un profilo di rischio sensibilmente incrementato. La gamma delle minacce appare infatti proiettata ad espandersi nel tempo e nello spazio, con vettori d'attacco sempre più numerosi, *unmanned* e a guida autonoma, e spesso anche più performanti. Se la condotta di operazioni di *maritime security* dovrà di conseguenza confrontarsi con avversari asimmetrici ibridizzati, propensi all'emulazione reciproca ed altamente innovativi, la manovra nello spazio di battaglia della guerra navale contro un avversario simmetrico dovrà confrontarsi con una compressione di tempi e distanze, nonché con un incremento della letalità senza precedenti.

NOTE

- (8) Vds G. Schivardi, F. Zampieri, D. Ghermandi (a cura di), *Mediterranei Globali. Politiche e strategie per i "mari ristretti"*, Roma 2025, Ed. Nuova Cultura.
- (9) D. Morengi, *Le sfide per la sicurezza del Golfo Persico e la strategia navale iraniana*, in CeSI, 23 Giugno 2020, <https://www.cesi-italia.org/it/articoli/le-sfide-per-la-sicurezza-del-golfo-persico-e-la-strategia-navale-iraniana>.
- (10) UK Government, <https://www.gov.uk/government/news/uk-shows-commitment-to-indo-pacific-following-major-exercises#:~:text=The%20UK%20remains%20committed%20to,help%20promote%20a%20free%20and>.
- (11) U.S. Naval Forces Europe and Africa / U.S. Sixth Fleet, *BALTOPS 24 concludes in Kiel, Germany*, 22 Giugno 2024, <https://www.c6f.navy.mil/Press-Room/News/News-Display/Article/3814280/baltops-24-concludes-in-kiel-germany/>.
- (12) *Naval Operations Concept*, 2010, www.marines.mil/portals/1/Publications/Naval%20Operations%20Concept%202010.pdf.
- (13) M. Samus, *Russia's War in Ukraine: Drone-Centric Warfare*, in International Centre for Defence and Security, 15 Gennaio 2025, <https://icds.ee/en/russias-war-in-ukraine-drone-centric-warfare/>.
- (14) T. Ozberk, *DSA 2024: Camouflaged Smart Sea Mine from Türkiye*, in Naval News, 6 Maggio 2024, <https://www.navalnews.com/naval-news/2024/05/dsa-2024-camouflaged-smart-sea-mine-from-turkiye/>.
- (15) RAND Corporation, *Naval Mine Warfare: Back to the Future*, 11 Gennaio 2024, <https://www.rand.org/pubs/commentary/2024/01/naval-mine-warfare-back-to-the-future.html>.
- (16) Federation of American Scientists, *Proliferation of Land-Attack Cruise Missiles: Prospects and Policy Implication*, aggiornato, <https://irp.fas.org/threat/fp/b19ch6.htm>.
- (17) European Leadership Network, *Types of Cruise Missiles and Cruise Missile Proliferation. Cruise Missile Proliferation: Trends, Strategic Implications, and Counterproliferation*, Marzo 2021, https://www.europeanleadershipnetwork.org/wp-content/uploads/2021/03/Fabian_Final-2.pdf.
- (18) Center for Strategic Studies, *3M-14 Kalibr*, in Missile Threat, 23 Aprile 2024, <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-n-30a/>.
- (19) The International Institute for Strategic Studies, *Missile Proliferation and Control in the Asia-Pacific Region*, 30 Aprile 2024, <https://www.iiss.org/research-paper/2024/04/missile-proliferation—and-control-in-the-asia-pacific-region/>.
- (20) E. Panero, *La Minaccia dei Missili Balistici Antinave nel presente delle Operazioni Militari Marittime*, in CeSI, 13 Febbraio 2024, <https://www.cesi-italia.org/it/articoli/la-minaccia-dei-missili-balistici-antinave-nel-presente-delle-operazioni-militari-marittime>.
- (21) G. Ziezulewicz, *Navy Just Revealed Tally Of Surface-To-Air Missiles Fired In Ongoing Red Sea Fight*, in The War Zone 14 Gennaio 2025, www.twz.com/news-features/navy-just-disclosed-how-many-of-each-of-its-surface-to-air-missiles-it-fired-during-red-sea-fight.
- (22) G. Cavanna, *L'US Navy e la battaglia nel Mar Rosso: 220 missili lanciati per oltre 500 milioni di dollari*, in Ares Osservatorio Difesa, 16 Gennaio 2025, <https://aresdifesa.it/lus-navy-e-la-battaglia-nel-mar-rosso-220-missili-lanciati-per-oltre-500-milioni-di-dollari/>.

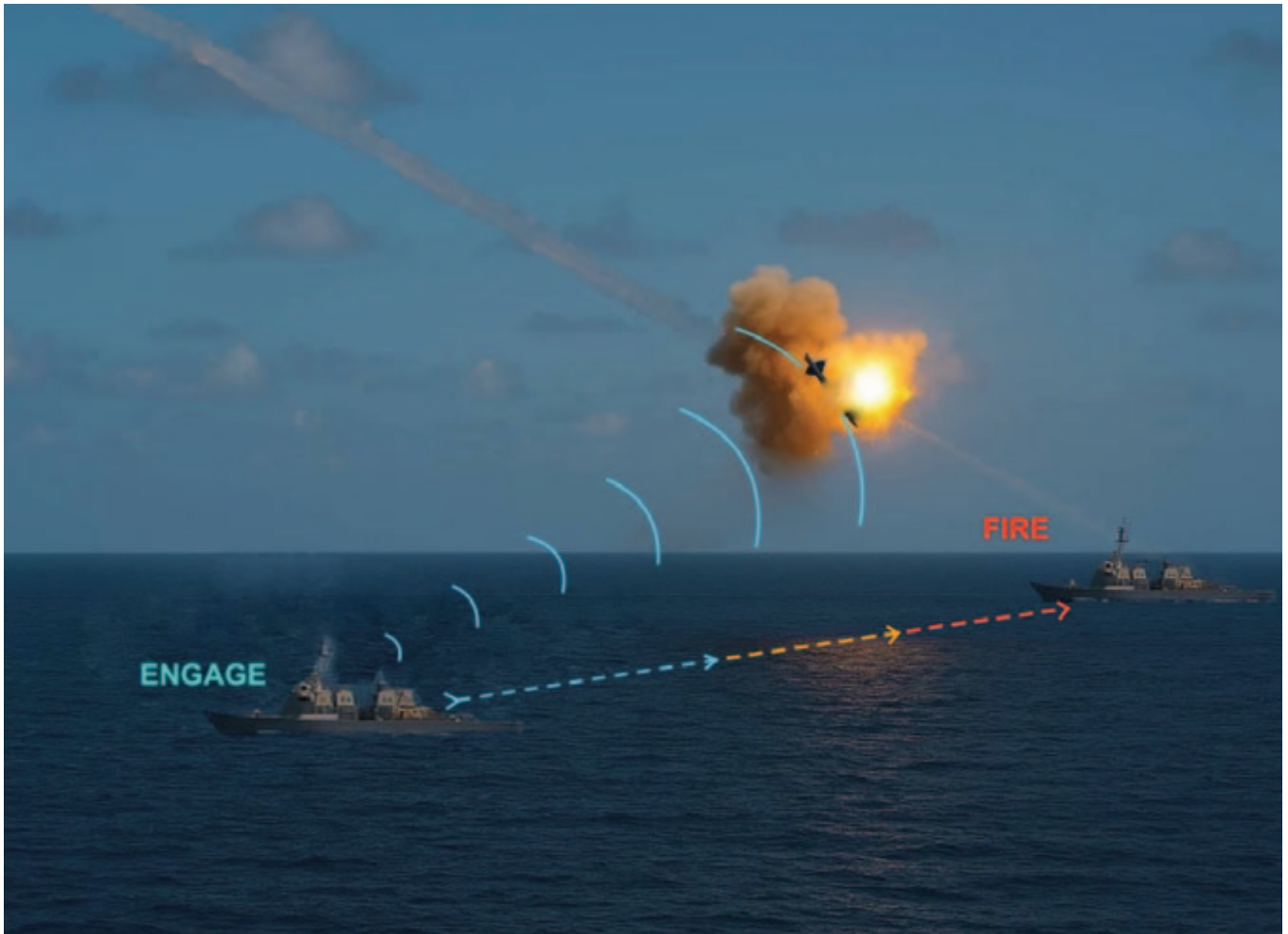
PARTE II

**L'EVOLUZIONE
DEI REQUISITI OPERATIVI**



Un'unità navale rilascia mediante una gru prodiera uno USV. La capacità di dispiegare droni di superficie costituirà sempre più un requisito fondamentale per quasi tutte le unità di superficie. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

La ramificazione e trasformazione delle minacce è alla base di una profonda revisione nella direzione strategica seguita in prospettiva dalle Marine Militari. Al fine di mantenere un alto livello di *combat power* e di prontezza operativa, le flotte saranno infatti chiamate a svolgere un ventaglio ampio e diversificato di missioni ed a sviluppare dei modelli di riferimento adattabili e flessibili da applicare all'interno dei teatri operativi che si presenteranno. Queste nuove esigenze sono state delineate da principio nel documento della *US Navy* dal titolo “*Surface Force Strategy – Return to Sea Control*”, pubblicato nel Giugno del 2015, che ha introdotto due concetti fondamentali: la *Distributed Lethality* (DL) e le *Distributed Maritime Operations* (DMO). Il principio fondante della DL è l'incremento delle capacità offensive e difensive di ogni unità navale, congiunto alla loro possibilità di impiego in formazioni diverse in vasti quadranti geografici. In pratica, a livello tattico, tale approccio aumenta le sorgenti di fuoco e riduce la suscettibilità delle navi da guerra all'individuazione ed al puntamento, mentre a livello operativo, impiega le singole unità navali come elementi di pacchetti di forze adattive offensive, orientate al compito prestabilito e capaci di condurre operazioni anche quando isolate. La flessibilità dei pacchetti di forze consente così ai Comandanti Operativi (*Combatant Commanders*) di scalare le capacità del dispositivo in funzione del livello di minaccia. Questa modalità è concepita proprio per ampliare lo spazio di battaglia e consentire l'occultamento e l'inganno, generando incertezza ed inficiando sulle operazioni di *targeting* avversarie (23). La strutturazione di una letalità distribuita consentirà dunque di dispiegare un numero consistente di *Surface Action Group* (SAG), i quali espleteranno, tra le varie, missioni *hunter-killer*, allo scopo di proteggere i *Carrier Vessel Battle Group* (CVBG). Sebbene la *Distributed Lethality* abbia introdotto un cambiamento significativo, la crescente complessità degli scenari operativi ha richiesto un approccio più olistico. Da questa esigenza nasce il concetto di DMO, volto come sempre all'ottenimento del *Sea Control* in un ambiente ostile. A livello tattico, la distribuzione dello schieramento ha sia una connotazione difensiva che un'evoluzione offensiva. Difensivamente, le unità di superficie possono moltiplicare la loro capacità di guerra elettronica (EW – *Electronic Warfare*), sfruttando anche sensoristica avanzata e *decoys*. Offensivamente, la distribuzione delle forze permette di implementare le emergenti capacità antinave a lungo raggio. Anche sotto questo aspetto, i SAG dovranno aumentare le proprie sorgenti di fuoco a medio e lungo raggio, agendo sincronicamente con gli altri domini operativi, nonché con la componente *unmanned* operante sopra e sotto la superficie. Altro aspetto focale sarà la distribuzione e la simultaneità capacitiva delle strutture di comando e controllo (C2



La raffigurazione applicativa e schematica della CEC, con la condivisione dei dati raccolti dalla prima unità navale che abilitano direttamente l'ingaggio da parte della seconda contro un vettore d'attacco. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

– *Command and Control*), al fine di catalizzare la persistenza operativa, la letalità e la sopravvivenza in combattimento (24).

Allo scopo di perseguire questi requisiti operativi, sarà dunque focale per le Marine Militari sviluppare una capacità di ingaggio cooperativa (CEC – *Cooperative Engagement Capability*), in grado di supportare la multimodalità operativa dei singoli assetti navali. L'affinamento della CEC nelle operazioni militari marittime implica specifici *upgrades* qualitativi e capacitivi su ogni unità impiegata, come l'articolazione di un'architettura di sistema aperto ed interoperabile, che consenta la condivisione in tempo reale dei dati provenienti dalla componente sensoristica delle diverse piattaforme, in grado di fungere al contempo anche da centri C2. A presupposto di una flotta sempre più modulare e scalabile, diviene dunque imprescindibile omologare gli standard tecnologici e costituire un'infrastruttura comunicativa protetta e multilivello. Nell'ipotetico campo di battaglia prefigurato, la protezione dalle minacce cibernetiche e l'invulnerabilità ai *jammers* nemici ed all'oscurazione dello spettro elettromagnetico, verosimilmente determineranno uno spartiacque capacitivo. L'acquisizione di una strutturata ed integrata CEC permette inoltre di effettuare rapide ed affidabili identificazioni del bersaglio in maniera simultanea, fondendo i dati

inviati dalle piattaforme dispiegate, in modo tale da poter assegnare l'intercettore più adatto a neutralizzare la minaccia individuata. La *US Navy* ha specificatamente focalizzato molti dei suoi futuri progetti verso il consolidamento di questa capacità, come testimoniato inizialmente dall'assegnazione a Fincantieri dello sviluppo delle nuove fregate classe *Constellation*, di cui verranno tuttavia completate unicamente le prime due unità a seguito della cancellazione del programma nel Novembre 2025. Queste nuove due unità saranno comunque dotate di un sistema di combattimento *Aegis* migliorato in *Baseline 10* e supportato dal performante radar *AN/SPY-6 AESA 3D* (25). Allo stato attuale, primi esperimenti di CEC sono stati già compiuti negli scorsi anni dalla *US Navy* e dalla *Royal Australian Navy*, nel contesto delle esercitazioni avvenute al largo delle Isole Hawaii nel 2018 (26). Nell'occasione, il cacciatorpediniere *HMAS Hobart* ha condiviso in tempo reale i dati raccolti dalla sensoristica di bordo e le informazioni elaborate dal sistema di combattimento dell'unità con il cacciatorpediniere classe *Arleigh Burke*, *USS John Finn*, sulla base dei quali lo stesso ha ingaggiato il bersaglio. L'interoperabilità tra flotte di Paesi diversi è proseguita e prosegue, sempre nello spazio marittimo del Pacifico, anche con l'intensificazione di esercitazioni tra la *US Navy* e la Forza Marittima di Autodifesa giapponese (*JMSDF – Japan Maritime Self-Defense Force/Kaijō Jieitai*). Quest'ultima, ad esempio, ha già integrato la CEC su almeno sei cacciatorpediniere muniti di sistema *Aegis*, quattro della classe *Kongō*, due della classe *Atago* e due della classe *Maya* (27). Tra le Marine Militari europee, quella che per prima ha guidato i test operativi è stata la *Marine Nationale* francese, nel contesto dell'esercitazione *Gabian*, avvenuta nel Settembre 2019. Nello scenario addestrativo, il cacciatorpediniere classe *Horizon*, *FS Forbin*, ha attaccato un bersaglio a distanza impiegando un missile *Aster 30*, sfruttando la tracciatura radar effettuata e condivisa dalla Fregata Europea Multi-Missione (*FREMM*), classe *Aquitaine*, *FS Languedoc* (28). È verosimile che la direzione intrapresa si consoliderà, in particolare nell'ottica di operare in contesti *warfighting* ed in missioni di *power projection*, promuovendo lo sviluppo, l'integrazione e la progressiva standardizzazione di questa capacità.

Strettamente correlate ai requisiti operativi necessari ai fini di espletare le DMO, in ottica integrata con la CEC, saranno le capacità VLS delle unità navali di superficie e dei battelli sottomarini. La missione *Aspides*, il dispiegamento della *US Navy* nel contrasto agli Houthi nel Mar Rosso e, recentemente, le operazioni navali in Mar Arabico, hanno infatti evidenziato le significative necessità di difesa aerea ed antimissile dettate dagli scenari operativi contemporanei. I dati della *US Navy* sottolineano come questa ha impiegato, in Mar Rosso, circa 220 missili intercettori, i quali corrispondono a circa il 2% del totale dell'arsenale missilistico in dotazione alla Forza Armata, stimato approssimativamente in una cifra di poco inferiore ai 15.000 vettori (29). In questo calcolo estimativo è tuttavia inclusa anche una quota composta dai *Tomahawk Land Attack Missiles* (TLAM), assetti pregiati destinati a colpire bersagli a lungo raggio. Se la percentuale estrapolata può rappresentare, in valore assoluto, uno sforzo ampiamente sostenibile, le contestualizzazioni operative future dello specifico caso forniscono un *output* diverso. Il contesto fortemente asimmetrico e la totale assenza di una forza di opposizione navale da parte degli Houthi hanno infatti generato un tasso di attrito molto elevato se parametrato a tali assunti. L'impegno del dispiegamento, durato più del previsto, non è paragonabile alla persistenza operativa che, con ogni probabilità, richiederebbe un conflitto contro un *peer competitor*. Questi elementi lasciano immaginare che, in uno scenario di guerra ad alta intensità, contro un avversario avente una strutturata difesa multi-livello ed un rateo di fuoco sensibilmente moltiplicato, il depauperamento missilistico difensivo avverrebbe ad una velocità tale da essere in grado (potenzialmente) di ridurre le scorte strategiche

in un lasso di tempo estremamente compresso. Tutto ciò, rapportato alle di per sé significative dotazioni missilistiche della *US Navy*, appare ancora più rilevante per le altre Marine Militari. Appare appunto opportuno riflettere sui requisiti operativi richiedibili ad un attore meno strutturato, impegnato in un confronto ad intensità moderata, come avvenuto per alcuni aspetti con la missione *Aspides*, in cui diverse unità navali europee hanno presto affrontato un *deficit* missilistico. Ad esempio, come riportato dall'equipaggio di bordo, la FREMM francese classe *Aquitaine*, FS *Alsace*, dopo 71 giorni di dispiegamento aveva terminato la totalità del munizionamento da difesa aerea presente a bordo, inclusi i missili superficie-aria *Aster*, i proiettili per il cannone *Super Rapido* da 76 mm ed i proiettili per le mitragliatrici pesanti da 12,7 mm (30). Le richieste operative del futuro, si orientano pertanto verso un aumento quantitativo delle sorgenti di fuoco sotto due profili: il primo, legato al numero di celle adibite ai missili implementate su ogni nave ed il secondo, parallelo e paritario, legato alle scorte missilistiche necessarie per sfruttare appieno la capacità di carico dei VLS. L'obiettivo strategico dell'incremento di capacità di lancio e di intercetto missilistico si coniuga con la concezione delle DMO, in cui ogni assetto navale sarà adibito alla gestione di una minaccia simultanea e diversificata, oltre che alla neutralizzazione delle capacità avversarie. Ciò comporta un'ibridazione operativa delle piattaforme rispetto all'impostazione avuta fino ad ora, richiedendo sufficienti capacità di attacco *stand-in* e *stand-off*, unite ad un elevato grado di autoprotezione dell'imbarcazione. Nell'ambito di una efficiente distribuzione di armi a corto, medio e lungo raggio, pertanto, è opportuno riflettere sulla composizione missilistica necessaria che dovranno implementare le flotte nelle sortite navali. In termini complessivi, ogni unità dovrà avere una sufficiente riserva di missili intercettori ed una simil equivalente capacità di vettori offensivi ASHm come gli *Exocet*, gli *Harpoon* o i *Teseo*. Un'altra parte della composizione dovrà prevedere l'impiego di ASBM, ASCM e di vettori LACM, come i *Kalibr* russi o i *Tomahawk* statunitensi. Per quanto concerne l'implementazione di vettori missilistici avanzati imbarcati, la Marina dei Paesi Bassi (KM – *Koninklijke Marine*) ha compiuto dei parziali, ma significativi, progressi capacitivi. Nel Marzo 2025, infatti, la fregata classe *De Zeven Provinciën*, HNLMS *De Ruyter*, ha sperimentato con successo il lancio del missile da crociera *Tomahawk*, rientrando in una limitata componente di piattaforme navali in grado di dispiegare questi specifici assetti (31). Sarà inoltre dirimente l'utilizzo di sistemi di lancio per missili ipersonici. La proliferazione produttiva di questi vettori, con particolare riferimento alla Federazione Russa ed alla Repubblica Popolare Cinese, delinea infatti uno dei possibili *game changers* nelle operazioni militari marittime in contesti ad alta intensità. La massiva capacità di carico richiesta ad una flotta impone poi una bi-modalità della stessa, affiancata da un tonnellaggio generalmente redistribuito. Ovvero, rispetto ai decenni scorsi in cui i singoli assetti navali erano progettati, configurati ed armati per specifici compiti, oggi ci si dirige verso una versatilità trasversale.

In tale quadro diventa imperante comprendere come coordinare la linea strategica con la necessità operativa, tenendo in considerazione anche i limiti tecnici di uno schieramento navale massimizzato in termini di quantitativo e di carico. Il primo scoglio è rappresentato dall'implementazione di una scorta missilistica eterogenea per dimensioni, massa e funzionalità, non sempre coniugabile con le specifiche capacità di ogni unità dispiegata. Da ciò ne deriverebbe anche l'utilizzo di vettori particolarmente versatili e tecnologici, come i *RIM 174 SM-6* (32), aventi dei notevoli costi di accesso e di produzione. In aggiunta, una composizione missilistica come quella sopra elencata si tradurrebbe in un'obbligatoria redistribuzione dei VLS tra fregate e cacciatorpediniere. Questo passaggio potrebbe rappresentare il punto critico per diverse Marine Mi-



Alcuni UCAVs decollano da un portadroni. Lo sviluppo di droni aerei sempre più performanti e modulari impatterà plausibilmente la composizione delle Aviazioni Navali dell'avvenire. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

litari europee, scarsamente dotate di questi assetti e quindi impossibilitate a dispiegare la panoplia missilistica prefigurata. Il secondo ostacolo è indicato dal mero numero di vettori intercettori necessari per difendersi dalla proliferazione delle minacce, con la ridondante problematica legata alle scorte possedute. Ciò consolida la criticità emersa recentemente, rappresentata dall'enorme differenza, in termini economici e qualitativi, tra la minaccia e l'intercettore utilizzato per abbatterla. Stimando approssimativamente il costo unitario di un missile europeo *Aster 15* ad un milione di euro (33) e nell'ordine delle poche decine di migliaia di dollari i droni di provenienza iraniana utilizzati dagli Houthi, risulta facile valutare il potenziale dispendio economico su numeri in scala maggiorata. Le problematiche evidenziate conducono ad alcune riflessioni su come rimodulare ed aggiornare la difesa aerea di punto, al fine di raggiungere un equo bilanciamento tra gli assetti dell'attaccante e gli strumenti del difendente. Al fine di ovviare alle diverse criticità, negli ultimi anni si è assistito ad un'importante riflessione sulla possibilità di integrare sistemi d'arma ad energia diretta ai tradizionali intercettori vettoriali. Questa tecnologia risulterebbe particolarmente efficace in scenari operativi a media intensità, in cui l'attaccante impiega effettori non particolarmente sofisticati come UAVs o razzi, generando comunque una saturazione dello spazio aereo difeso. Le armi laser permetterebbero di ingaggiare bersagli multipli derivanti da *swarm attacks*, sovente condotti da forze con capacità belliche limitate come milizie paramilitari e gruppi terroristici. I requisiti operativi per questi sistemi d'arma risultano tuttavia complessi, dovendo soddisfare una moltitudine di adattamenti ambientali e operativi per affrontare le possibili criticità tecniche reversibili nello spazio di battaglia. Nello sviluppo capacitivo di armi ad energia diretta sarà cruciale la calibrazione della potenza del fascio laser e della sua stabilità per il tracciamento,

il puntamento e l'abbattimento di minacce dinamiche e puntiformi. La generazione di potenza termo-energetica necessita, in particolare, di una modulazione al fine di evitare possibili deficit di alimentazione dell'arma e surriscaldamenti, i quali potrebbero comportare limitazioni o compromissioni del rateo di fuoco. Tali sistemi implicano anche spiccate capacità di resilienza ambientale ed atmosferiche per assicurare un'operatività persistente anche in caso di situazioni meteorologiche complesse, elevate percentuali di umidità, precipitazioni e vibrazioni dello scafo o turbolenza dovute alle condizioni del mare, nonché di possibili saturazioni di salinità dell'aria o di tempeste sabbiose. Le componenti sensoristiche ed i sistemi di puntamento, inoltre, dovranno essere in grado di operare anche in contesti interdittivi sottoposti ad eventuali disturbi elettromagnetici, ed essere integrati in sistemi di difesa di punto sincronizzati, per impedire la disarticolazione di un fondamentale segmento dei sistemi protettivi delle unità navali. Nonostante già diversi Paesi abbiano una comprovata esperienza in materia, Israele e Stati Uniti su tutti, la valutazione sulla completa adozione di questi sistemi ad oggi necessita ancora di alcuni doverosi accertamenti operativi. Tra i principali vi è sicuramente l'adattabilità all'impiego in eventuali confronti ad alta intensità e spazialmente distribuiti, caratterizzati tendenzialmente da vettori offensivi di notevoli dimensioni. Complessivamente, emerge una capacità incrementale del settore delle armi ad energia diretta di ricercare soluzioni innovative, efficienti ed a basso costo che potrebbero indurre molti Paesi a perseguire questa strada. Tornando ai requisiti operativi che richiederà la difesa aerea di punto del futuro, la capacità di impiego di queste armi consentirebbe alle Marine Militari di ristrutturare il munizionamento da destinare alle unità navali, con la conseguente rimodulazione degli specifici compiti attribuiti. In particolare, si potrebbe avviare al massivo dispiegamento di missili intercettori riducendo i costi ed alleggerendo il carico per i VLS. La liberazione di questo spazio potrebbe essere funzionale ad aumentare la composizione missilistica di vettori pesanti versatili, dedicati agli *strike* navali ed operanti anche come intercettori per minacce più significative ed ostili. L'ibridazione di questa componente, inoltre, svincolerebbe parzialmente le industrie della difesa dalla compulsiva necessità di rigenerazione dell'armamentario in caso di conflitti. Queste ultime, infatti, potrebbero essere in grado di liberare alcune risorse fondamentali, per sostenere più efficacemente le priorità strategiche dettate dagli sviluppi tecnologici. In conclusione, la difesa aerea di punto del futuro si direziona verso una sensoristica avanzata ed integrata, capace di ingaggiare simultaneamente bersagli di entità diversa e destinare un mirato munizionamento difensivo, commisurato alla portata della minaccia. In questo scenario, il grado di automazione sarà determinante per la configurazione delle gerarchie navali dei prossimi decenni.

Un altro grande tema di riflessione strategica riguarda la capacità di rifornire in mare le celle VLS delle navi senza tornare in porto. In un quadro sostanzialmente assente di concreti sviluppi capacitivi, la *US Navy* è riuscita a muovere i primi passi in questa direzione, ritenuta di vitale importanza per operare nei contesti ad alta intensità contro *peer competitors*, e non solo. Nell'Ottobre 2024, l'incrociatore classe *Ticonderoga* USS *Chosin*, si è infatti affiancato alla nave da carico USNS *Washington Chambers* e ha ricevuto un contenitore VLS vuoto, mentre navigava al largo della costa meridionale della California (34). Ciò è stato reso possibile dal sistema *Transferable Re-Arming Mechanism* (TRAM) utilizzando una gru articolata in grado di sollevare e ruotare verticalmente un contenitore di missili e di abbassarlo in una cella (35). Al momento, questa capacità sembra risultare particolarmente complessa per via di difficoltà tecniche dovute alla trasportabilità dei missili e dei mezzi adatti per ruotarli e posizionarli adeguatamente. Tuttavia, anche l'acquisizione di una gru adibita alla ricarica VLS, implicherebbe l'impiego di navi di supporto logistico che



possano acquisire questa capacità. Nel merito, è stata proposta l'opzione di una conversione operativa delle navi commerciali esistenti per espletare questa funzione. Le navi *feeder*, ad esempio, potrebbero rappresentare un'opzione più economica e sostenibile rispetto alla progettazione di nuovi scafi concepiti per implementare il TRAM (36). La centralità di questa capacità riguarda i dispiegamenti in scenari *overseas* ed in contesti di combattimento ad alta intensità, i quali richiederebbero un consumo missilistico quotidiano, quantificabile nell'ordine delle migliaia. D'altra parte, il mancato raggiungimento di questo requisito operativo, particolarmente sensibile ad esempio per la flotta statunitense, imporrebbe un reiterato rientro nei porti sicuri per le navi. Questo a sua volta implica che vi siano delle infrastrutture nel perimetro prospiciente lo spazio di battaglia idonee ed attrezzate per il rifornimento missilistico. In uno scenario fortemente contestato e sottoposto a *Sea Denial* è inoltre tutt'altro che scontato avere una sufficiente libertà di navigazione lungo le SLOC. Ragionando in ottica potenziale, ciò significa, nella migliore delle ipotesi, avere una flotta in costante rotazione operativa costretta ad abbandonare il teatro. Nella peggiore delle ipotesi, vi è la possibilità che il raggiungimento dei porti risulti particolarmente ostativo e, pertanto, potenzialmente foriero di paralizzare il rateo di fuoco da opporre al nemico. Peraltro, è opportuno considerare che le infrastrutture portuali potrebbero essere degradate o distrutte, eliminando completamente la possibilità di soluzioni alternative. La persistenza e la sopravvivenza operativa saranno tematiche sempre più centrali in un periodo storico in cui l'elemento della massa critica, in termini militari, dovrà essere necessariamente coniugato alla proiettabilità.

Tra i progetti futuri più perseguiti dalle Marine Militari risulta crescente l'attenzione verso sistemi ibridi di *Manned-Unmanned Teaming* (MUM-T), che permettano di sincronizzare le piat-

taforme con e senza equipaggio per supportare le operazioni aeronavali. L'obiettivo è quello di strutturare delle flotte che abbiano dei moltiplicatori di potenza e che possano svolgere delle missioni oggi assegnate alla componente con personale imbarcato o ad assetti non *expendable*. Un primo esempio di trasferimento capacitivo è dettato dall'*Unmanned Influence Sweep System* (UISS), pensato dalla *US Navy* per sostituire gli attuali dragamine. Il sistema è dotato di un MCM USV, il quale include il sonar AN/AQS-20C di RTX, per il supporto alle operazioni di ricerca delle mine attraverso le sue avanzate capacità di rilevamento acustico ed elettro-ottico. La piattaforma garantisce l'interoperabilità con la suite C2 del pacchetto di missione della nave madre (*mother ship*) tramite un sistema di comunicazioni multi-veicolo, oppure può essere controllato direttamente da postazioni litoranee (37). Un primo impiego operativo di simili assetti è stato già sperimentato efficacemente dal Corpo Navale israeliano (*Heil HaYam HaYisraeli*) con l'USV *Protector*, utilizzato per proteggere basi portuali ed infrastrutture energetiche *offshore* da potenziali bersagliamenti e sabotaggi. Un sistema MUM-T integrato incrementerebbe la scalabilità delle piattaforme, soprattutto se gestite da un centro C2 con capacità di *big data analytics* idoneo a valorizzare la corposa mole di informazioni eterogenee generate da UAVs, USVs ed UUVs. Lo scopo di una simile configurazione è quello di ottimizzare e velocizzare un processo decisionale sempre più complesso, imprescindibile per una consapevolezza situazionale costante. La portata dell'integrazione tra nuove tecnologie e la sincronizzazione delle stesse con la gestione di uno *swarm* di droni è osservabile poi nel progetto *Netted Emulation of Multi-Element Signature against Integrated Sensors* (NEMESIS), sempre della *US Navy*. Quest'ultima lo ha definito un sistema di sistemi in grado di coordinare risorse di EW distribuite, da opporre alla moltitudine di sensori di sorveglianza e di puntamento avversari, allo scopo di ottenere un vantaggio per i propri mezzi combattenti che forniscono protezione alle piattaforme in tutto il campo di battaglia. Sotto un profilo concettuale, il fattore trasformativo è dettato dall'abbandono delle tradizionali tattiche di guerra elettronica, in cui più sistemi ad essa dedicati eseguono attacchi elettronici individuali su più sensori nemici per ottenere effetti singoli o localizzati (38). NEMESIS ambisce infatti a creare una rete di sistemi adibiti all'EW che eseguono attacchi coordinati su estese porzioni della rete di sensori del nemico, avendo un ampio raggio penetrativo ed intersecando i diversi domini operativi. L'adozione di un MUM-T si focalizza anche sulle capacità di guerra elettronica del futuro, con particolare riferimento alle attività di spionaggio di segnali elettromagnetici (SIGINT – *Signals Intelligence*) ed all'intercettazione di segnali elettronici (ELINT – *Electronic Signals Intelligence*). L'impiego di UAVs, USVs ed UUVs, nonché dell'AI, espande poi il raggio di monitoraggio delle emissioni del nemico, con l'aggiunta di poter operare in uno spazio fortemente contestato senza dover esporre il capitale umano ad operazioni particolarmente rischiose. In uno scenario figurato, le piattaforme autonome agirebbero in uno spazio inaccessibile alle *flagships*, ma trasmettendo le informazioni raccolte a queste ultime, che le andrebbero ad elaborare mediante un sistema di sistemi, come concepito anche dal *Future Combat Naval System* della Marina Militare italiana (39). Gli assetti navali del futuro dovranno prevedere la possibilità di rilasciare e recuperare mezzi a pilotaggio remoto da utilizzare come *jammers* ed ingannatori per disturbare i sistemi di *targeting* dell'attaccante ed eludere le traiettorie missilistiche, fungendo da esche. Un ulteriore esempio applicato di un assetto *unmanned* integrato è l'*MQ-8B Fire Scout*, un velivolo ad ala rotante schierato su diverse *Littoral Combat Ships* (LCS) della flotta statunitense. A dimostrazione dello stato di avanzamento capacitivo, questo sistema ha già completato più di 16.600 ore di volo in 6.200 sortite, dimostrando di poter operare contemporaneamente ad



Una nave d'assalto anfibio rilascia uno swarm composto di UAVs e USVs. Il MUM-T nel dominio marittimo compenetra integralmente la manovra sotto, sulla e sopra la superficie. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI)

altri velivoli con equipaggio nel dominio marittimo (40). Il significativo apporto di questa tecnologia è stato evidenziato anche dalle prove in mare dell'USV *Sea Hunter* avvenute nel 2019, quando il trimarano ha percorso un tratto di 5.200 miglia di andata e ritorno in modalità interamente autonoma (41). Concepito principalmente come piattaforma da ASW, è plausibile che venga impiegato in futuro anche come strumento di EW, controllato dalle navi assegnate ai SAGs (42). Anche in questo caso, si denota una crescita della rilevanza strategica dei mezzi di superficie nella guerra navale del futuro, sui quali sarà incentrata la scalabilità della flotta e la modularità della missione. Volendo prefigurare uno scenario evolutivo nell'impiego delle flotte, la direzione percorsa sembra delineare un accentramento di compiti come la difesa aerea di punto, la lotta anti-sommergibile e la guerra elettronica, su assetti che, verosimilmente, corrisponderanno sempre più alle fregate ed ai cacciatorpediniere in fase di sviluppo, integrati a sistemi MUM-T.

La componente autonoma e gestita dall'AI permeerà anche lo sviluppo dei battelli sottomarini del futuro, i quali necessiteranno di un'interrelazione sempre maggiore con la consapevolezza situazionale di superficie. L'elaborazione, la fusione e la condivisione dei dati raccolti dovrà essere protetta da una complessa rete di comunicazioni subacquee, al fine di minimizzare la possibilità di essere osservati ed intercettati. Parimenti, l'utilizzo massivo di UUVs sarà funzionale a ridisegnare le missioni dei sottomarini come le funzioni di rilevamento e monitoraggio. Verso questi requisiti, ad esempio, si sta orientando il nuovo sistema di combattimento *Athena MK2/U* (43), sviluppato da Leonardo per i battelli *U212 Near Future Submarine* (NFS) della Marina Militare italiana. Un altro possibile dilemma strategico della guerra sottomarina riguarda l'impiego di battelli a propulsione nucleare e convenzionale. I primi, per natura e capacità, risultano maggior-

mente performanti per missioni a lungo raggio in acque oceaniche, avendo un'autonomia sostanzialmente illimitata. Caratterizzati da dimensioni e portata missilistica maggiori, una parte significativa della loro continua proliferazione è ancora circoscritta nella deterrenza strategica che sono in grado di esercitare, ovvero in quella che nella dottrina militare viene definita la capacità di *second strike* nucleare. I secondi, invece, che negli ultimi anni hanno incrementato la loro versatilità d'impiego con i sistemi propulsivi *Air Independent Propulsion* (AIP), sono più silenziosi ed adatti ad operare in acque compartimentate e contestate come quelle dei mari mediterranei. In questa valutazione, l'evoluzione delle possibili aree di combattimento del futuro ha indotto ad un ripensamento adattivo dell'impiego dei sottomarini. La centralità degli ambienti litoranei e costieri, lascia presupporre che le *major fleets* dei prossimi decenni dovranno effettuare delle oculute valutazioni sulla possibilità di ibridizzare la propria componente di battelli a propulsione nucleare, in favore di un'incrementale quota di battelli a propulsione convenzionale. L'impiego di battelli convenzionali con capacità lanciamissili balistici (SSB) e di sottomarini *hunter-killer* (SSK) potrebbe caratterizzare la militarizzazione subacquea di mari come il Mediterraneo e, con le opportune specificità climatiche, il Baltico. Questi assetti consentono di operare più in prossimità della costa rispetto ai battelli a propulsione nucleare come gli SSN e secondariamente gli SSBN, e, pertanto, sono impiegabili anche nella neutralizzazione di mine e nelle missioni di ISR. I battelli più piccoli e meno individuabili da sonar e idrofoni, potrebbero inoltre fornire un supporto indiretto alla condotta di operazioni anfibie che prevedano l'impiego di operatori delle Forze Speciali. La bassa osservabilità consentirebbe anche una maggiore proiettabilità dietro le linee nemiche per condurre operazioni di disturbo o sabotaggio all'interno dell'area individuata per lo sbarco. Coerentemente con l'analisi effettuata, è importante sottolineare la permassa imprescindibilità delle varie tipologie di battelli nucleari in rapporto ad alcuni obiettivi strategici, nello specifico di sottomarini d'attacco a propulsione nucleare (SSN), sottomarini nucleari lanciamissili da crociera (SSGN) e sottomarini nucleari lanciamissili balistici (SSBN). Questi assetti, in ragione della tipologia di propulsione garantiscono infatti prestazioni incomparabili sotto il profilo del raggio d'azione e dell'autonomia in immersione, risultando poi fondamentali per garantire capacità di *deep strike* in uno scenario ad alta intensità, soprattutto in ragione della quantità di vettori d'attacco trasportabili grazie ad un superiore tonnellaggio. È dunque intuibile, ad esempio, l'importanza che avrebbero in uno scenario di proiezione navale nelle acque del Mar Glaciale Artico o della parte settentrionale del Mar del Giappone. In un'ottica di lungo periodo, concependo un aumento del dispiegamento di *expeditionary forces* in scenari *Over The Horizon* (OTH), l'autonomia e la persistenza operativa saranno temi cruciali per tutti quei Paesi che ambiranno a spingersi oltre il proprio arco strategico delimitato dalla contiguità geografica. In particolare, se la tendenza crescente del dispiegamento dei dispositivi aeronavali delle Marine europee nel quadrante Indo-Pacifico dovesse consolidarsi, sarà opportuno per queste valutare l'integrazione di battelli a propulsione nucleare, parallelamente ai fruttuosi sviluppi di nuovi sottomarini attualmente in corso.

In ultimo, un elemento che verosimilmente contribuirà a determinare la riuscita delle operazioni militari multi-dominio degli anni a venire sarà la capacità di massimizzare la riduzione della tracciabilità radar e del segnale elettromagnetico (EMCON – *Emissions Control*). Questo si articola su tre tipologie di emissioni principali: la tracciabilità radar, la mappatura termica e la rilevazione acustica. La riduzione della tracciabilità radar, oltre ai noti rivestimenti con materiali assorbenti (RAM – *Radar Absorbing Materials*) per le unità di superficie, è incrementabile me-



Un sottomarino in emersione lancia un LACM. Le capacità di attacco a lungo raggio rappresentano un requisito sempre più importante per battelli convenzionali ed a propulsione nucleare. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

dante il massivo utilizzo di *jammers* e *decoys* da parte delle stesse. La mappatura termica da parte dell'avversario potrebbe invece essere ostacolata attraverso il dispiegamento di unità del tipo LCS a tonnellaggio ridotto e con una parallela riduzione dei gas di scarico, ipotizzando anche tecnologie propulsive ibride come avvenuto con i sottomarini. In un ambiente a ridosso della costa e situato in uno spazio posto sotto il *Sea Denial* nemico, inoltre, le unità navali avrebbero la possibilità di dispiegare le flotte di UAVs ed USVs in grado di ridurre sensibilmente l'osservabilità. Un concetto simile può riguardare anche la rilevazione acustica, in cui la componente *unmanned*, tra cui gli UUVs, andrà a svolgere i compiti in prossimità di aree esposte al rischio che nel passato competevano ad assetti pesanti ed alla componente umana.

L'evoluzione degli scenari operativi e dello spettro di minacce nel prossimo venticinquennio, proiettata sulla base dell'intersezione tra *lessons identified* e *learned* dei conflitti contemporanei del presente e del recente passato, con le traiettorie di sviluppo tecnologico attenzionate e perseguite dalle diverse Marine Militari dettano requisiti profondamente trasformativi per le flotte dell'avvenire. Se trasparenza dello spazio di battaglia, reciproco inganno multispettrale, accelerazione esponenziale dei cicli decisionali, dispersione e distribuzione delle forze, nonché letalità sensibilmente incrementata domineranno la manovra aeronavale in ogni teatro e contesto, sistemi

autonomi, MUM-T ed una potenza di fuoco, difensiva ed offensiva, resiliente e sostenibile detterranno sopravvivenza e superiorità delle flotte. I nuovi requisiti operativi necessitano tuttavia di declinarsi in soluzioni tecniche, ingegneristiche e tecnologiche al fine di tracciare concrete traiettorie di adattamento per lo strumento militare marittimo.

NOTE

- (23) Commander Naval Surface Forces, *Surface Force Strategy – Return to Sea Control*, 2015, <https://media.defense.gov/2020/May/18/2002302052/-1/-1/1/SURFACEFORCESTRATEGY-RETURNTOSEACONTROL.PDF>.
- (24) Atlantic Council, Scowcroft Center for Strategy and Security, *Distributed Maritime Operations*, 2024, <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2024/06/Distributed-Maritime-Operations-Solving-what-problems-and-seizing-which-opportunities.pdf>.
- (25) Navy Lookout, *Constellation-class: the US Navy's struggle to forge a new generation of frigates*, 2024, <https://www.navylookout.com/constellation-class-the-us-navys-struggle-to-forge-a-new-generation-of-frigates/>.
- (26) ADM, *US Navy and RAN demonstrate cooperative engagement capability*, 2018, <https://www.australiandefence.com.au/defence/sea/us-navy-and-ran-demonstrate-cooperative-engagement-capability>.
- (27) Shepard News Team, *Raytheon to support Cooperative Engagement Capability design and engineering for three FMS customers plus USN*, in *Naval Warfare*, 27 Settembre 2022, <https://www.shephardmedia.com/news/naval-warfare/raytheon-to-support-cooperative-engagement-capability-design-and-engineering-for-three-fms-customers/>.
- (28) X. Vavasseur, *French Navy Demonstrates its 1st Cooperative Engagement with Frigate & Destroyer*, in *Naval News*, 28 Settembre 2019, <https://www.navalnews.com/naval-news/2019/09/french-navy-demonstrates-its-1st-cooperative-engagement-with-frigate-destroyer/>.
- (29) P. Ong, *U.S. Navy Comments on Future VLS Cell Count*, in *Naval News*, 26 Gennaio 2025, <https://www.navalnews.com/naval-news/2025/01/u-s-navy-comments-on-future-vls-cell-count/>.
- (30) T. Newdick, *French Frigate Captain Describes Frenetic Red Sea Combat*, in *The War Zone*, 12 Aprile 2024, <https://www.twz.com/sea/french-frigate-captain-describes-frenetic-red-sea-combat>.
- (31) Redazione, *Royal Netherlands Navy fires Tomahawk cruise missile for the first time*, in *Defence Industry Europe*, 12 Marzo 2025, <https://defence-industry.eu/royal-netherlands-navy-fires-tomahawk-cruise-missile-for-the-first-time/>.
- (32) Il RIM-174 Standard Extended Range Active Missile (ERAM), o Standard Missile 6 (SM-6), è un missile attualmente in produzione per la US Navy da parte di RTX. È stato progettato per la guerra antiaerea a lungo raggio (ER-AAW), offrendo capacità contro velivoli ad ala fissa e rotante, veicoli aerei senza pilota, missili da crociera antinave in volo, sia in mare che sulla terraferma, e difesa contro i missili balistici terminali.
- (33) R. Ruitenbergh, *French Navy defends use of million-euro missiles to down Houthis drones*, in *Defense News*, 11 Gennaio 2024, www.defensenews.com/global/europe/2024/01/11/french-navy-defends-use-of-million-euro-missiles-to-down-houthidrones/#:~:text=The%20Language%20frigate%20patrolling%20in,drone%20attacks%20in%20the%20area.
- (34) T. Rogoway, *Navy Just Reloaded A Vertical Launch System For The First Time While Underway At Sea*, in *The War Zone*, 12 Ottobre 2024, <https://www.twz.com/news/features/navy-just-demonstrated-reloading-vertical-launch-system-at-sea-for-the-first-time>.
- (35) A. Hoang, *Improving At-Sea Missile Rearming*, in U.S. Naval Institute per Capstone Essay Contest Winners, Giugno 2024, <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2024/june/improving-sea-missile-rearming>.
- (36) T. Koteskey, *Rearming at Sea: Yesterday's Necessity*, in *Georgetown Security Studies Review*, 21 Marzo 2024, <https://georgetownsecuritystudiesreview.org/2024/03/21/rearming-at-sea-yesterdays-necessity/>.
- (37) Projects, *Unmanned Influence Sweep System*, in *Naval Technology*, 17 Febbraio 2022, <https://www.naval-technology.com/projects/unmanned-influence-sweep-system-uiss-usal/?cf-view>.
- (38) B. Tingley, *The Navy's Secretive And Revolutionary Program To Project False Fleets From Drone Swarms*, in *The War Zone*, 1 Dicembre 2019, <https://www.twz.com/29505/the-navys-secretive-nemesis-electronic-warfare-capability-will-change-naval-combat-forever>.
- (39) Marina Militare, *Il Future Combat Naval System 2035 nelle operazioni multi-dominio come affrontare la sfida tecnologica e della sostenibilità*, Febbraio 2022, <https://www.marina.difesa.it/media-cultura/Notiziario-online/Documents/Il%20Future%20Combat%20Naval%20System%202035.pdf>.
- (40) Northrop Grumman, *Fire Scout Unmanned Aircraft System*, <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/fire-scout>.
- (41) J. Trevithick, *Navy's Sea Hunter Drone Ship Has Sailed Autonomously To Hawaii And Back Amid Talk Of New Roles*, in *The War Zone*, 4 Febbraio 2019, <https://www.twz.com/26319/usns-sea-hunter-drone-ship-has-sailed-autonomously-to-hawaii-and-back-amid-talk-of-new-roles>.
- (42) Un *Surface Action Group* (SAG) è un'organizzazione navale NATO, flessibile, temporanea o permanente, composta da navi da combattimento (escluse le portaerei) e progettata per specifiche missioni tattiche. Costruiti attorno a incrociatori, cacciatorpediniere e *Littoral Combat Ship*, i SAG offrono maggiore letalità, controllo del mare e proiezione di potenza, operando in modo indipendente o come parte di un gruppo d'attacco più ampio.
- (43) L'*Athena MK2/U* è il nuovo *Combat Management System* di Leonardo con funzionalità *underwater* che equipaggerà i nuovi sommergibili *U212 Near Future Submarine* (NFS) della Marina Militare italiana. Il prodotto è caratterizzato da grande modularità e flessibilità, grazie all'integrazione di nuovi sistemi e funzioni, e da una serie di capacità condivise con l'*Athena MK2* (<https://electronics.leonardo.com/it/focus-detail/-/detail/athena-mk2-ucombat-management-system>).

PARTE III

LA TRASFORMAZIONE DEI REQUISITI TECNICI



Un'unità navale con bacino allagabile rilascia un XLUUV. Al fine di aumentare la flessibilità operativa di queste piattaforme è plausibile lo sviluppo di una simile opzione di dispiegamento oltre che da basi portuali come avviene attualmente. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

La riconfigurazione dottrinale delle Marine Militari impone una coerente revisione di capacità, piattaforme ed assetti, funzionali all'adattamento verso le nuove esigenze operative. Parte di queste modifiche riguardano gli scafi delle navi, fino ad oggi progettati sulla base dello specifico impiego dell'imbarcazione. Gli scafi moderni delle unità di superficie vengono infatti crescentemente progettati per aderire all'ibridazione delle flotte per missioni in *Blue e Brown Waters*, rendendoli pertanto versatili ed in grado di consentire un rapido dispiegamento in acque compartimentate. Sono infatti in crescita il numero di progetti che prevedono degli scafi pentamarani, i quali offrono una maggiore stabilità dell'imbarcazione anche in condizioni di navigazione critiche e riducono la resistenza idrodinamica, non immergendo la totalità della superficie dello scafo. È plausibile che l'adeguamento strutturale degli scafi venga, in termini aggregati, sempre più affiancato dall'implementazione di motori ad idrogetto, concepiti per permettere una maggiore velocità e rapidità di manovra alle navi, come avviene nelle missioni di pattugliamento in prossimità della costa. Questi motori, inoltre, offrono una migliorata capacità operativa in ambienti con fondali bassi, non prevedendo l'impiego di eliche, le quali sono potenzialmente soggette a danni od incagliamenti. Ad accrescere la tendenza di questo requisito tecnico è anche il significativo incremento di nuovi sistemi di combattimento da imbarcare a bordo delle singole unità, con una maggiore richiesta di spazi adibiti ai radar, alla guerra elettronica ed alla difesa aerea e missilistica, con un conseguente aumento del tonnellaggio anche per navi concepite per operazioni litoranee. Complessivamente si denota una preparazione strutturale volta al mantenimento di un elevato grado di operatività anche in situazioni di mare particolarmente agitato e poco permissive. Elementi, ad esempio, che caratterizzano spazi marittimi come l'Oceano Atlantico Settentrionale, incluse le propaggini del Mare del Nord ed il Mar Baltico, esposti a venti forti e correnti anche a ridosso delle coste. Peculiari necessità di navi stabili e resilienti possono richiederle anche il Mar del Giappone, il Mar Cinese Orientale ed alcune fasce marittime dell'Oceano Indiano, tipicamente soggette a tifoni (nel caso dell'Oceano Pacifico Occidentale) o correnti monsoniche (nel caso dell'Insulindia). L'unione di questi requisiti tecnici viene ad esempio coniugata nel progetto dei Pattugliatori Polivalenti d'Altura (OPV – *Offshore Patrol Vessel*) della classe *Thaon di Revel* della Marina Militare italiana, guidato dalla collaborazione tra Fincantieri e Leonardo confluita in Orizzonte Sistemi Navali. Le linee dello scafo dei nuovi vascelli sono state efficientate per garantire di operare efficacemente fino a condizioni di mare cinque e per ridurre la rilevazione acustica, unita ad un rinforzo della chiglia. Al centro della nave e nella zona di poppa, sono dedicate alla gestione dei sistemi modulari dell'imbarcazione, per poterla con-

figurare secondo la tipologia di missione svolta. A poppa, inoltre, è presente una rampa per il rilascio ed il recupero di assetti come i *Rigid Hull Inflatable Boat* (RHIB) (44) e verosimilmente adattabile in prospettiva anche per il dispiegamento di USVs ed UUVs.

Nel quadro del processo evolutivo delle flotte, acquistano una valenza incrementale l'insieme dei dispositivi radar implementabili, funzionali a garantire, mantenere e sostenere la transizione tecnologica dei dispiegamenti navali. Il requisito tecnico in materia sarà segnato da una completa traslazione alle tecnologie radar AESA, nelle diverse configurazioni, su tutte le unità di superficie, capaci di gestire bersagli simultanei ed eterogenei per forma e traiettoria. Questi radar utilizzano infatti dei fasci a scansione elettronica rapida e flessibile, evitando la rotazione fisica dell'antenna tipica dei radar tradizionali. L'automatizzazione degli *array* scannerizzanti consente anche di ovviare ad eventuali guasti tecnici localizzati, redistribuendo il controllo della *situational awareness* sugli altri fasci radar. Questo meccanismo, inoltre, consolida la protezione dello stesso nei confronti di attività di *jamming* nemiche, attraverso la distribuzione multidirezionale del segnale. Tra i radar AESA più performanti vi è l'AN/SPY-6 di RTX, incentrato sulla massima scalabilità grazie ad assemblaggi modulari a blocchi, in cui ogni *Range Migration Algorithm* (RMA) ha un'antenna radar autonoma. Ogni RMA, pertanto, sarà orientato alla propria missione ed integrato nell'assemblaggio complessivo (45). La *US Navy* prevede di dotare l'intera flotta di questo assetto, sia nell'implementazione *by design*, come previsto nel progetto *Next Generation Destroyer* (DDGX), sia nella modernizzazione delle unità operative, come le portaerei classe *Nimitz* e classe *Ford*. I primi *upgrades* con il radar AN/SPY-6 sono stati già completati sui cacciatorpediniere classe *Arleigh Burke* nella variante *Flight III*, candidati a rappresentare il corpo centrale della futura flotta statunitense. Anche la *Marine Nationale* progetta di dotare le sue nuove *Frégate de Défense et d'Intervention* (FDI) con un radar di ultima generazione, nello specifico il *Sea Fire* AESA sviluppato da Thales. Questo radar a sorveglianza tridimensionale fornisce una copertura aerea di 300 chilometri e può rilevare e tracciare più di 800 oggetti simultaneamente. Lo stesso è dotato di quattro pannelli ad antenna fissi per supportare una vasta copertura difensiva, che va dalle minacce asimmetriche fino a quelle ipersoniche ed altamente manovrabili (46). Non manca in questo processo evolutivo la Marina Militare italiana, la quale implementerà il sistema *Kronos* in doppia banda di Leonardo sulle nuove FREMM EVO. Il radar AESA previsto combina il *Kronos Quad* in quattro facce fisse in banda C ed il *Kronos StarFire* in banda X nelle medesime modalità. Il primo è in grado di assicurare una capacità di ricerca e tracciamento di missili balistici in un raggio di 600 chilometri, coniugando la sorveglianza aerea e di superficie, l'auto-protezione, la guida missilistica ed il supporto al fuoco. Il secondo, fisicamente più ridotto, è imperniato sulla rilevazione di bersagli ostili di piccole dimensioni come imbarcazioni, periscopi di sottomarini e razzi (47). Di particolare rilevanza risulta anche la specifica capacità anti-drone (C-UAS – *Counter Unmanned Aerial Systems*) che implementeranno le nuove fregate mediante uno specifico radar, in fase di valutazione progettuale definitiva. La trasformazione dei compiti di questi strumenti si orienta sempre più verso una complessità ed una struttura automatizzata e multilivello, coerentemente in linea con la diversificazione e la proliferazione delle minacce. In questa fase, la consapevolezza situazionale costante in tutti i domini operativi rappresenta uno dei temi maggiormente focali tra i requisiti tecnici delle Marine Militari del futuro, in un quadro di forte tendenza ad un'innovazione tecnologica sempre più scalabile e repentina.

Segue uno sviluppo parallelo il segmento innovativo dedicato alla guerra elettronica, incentrata sul supporto ai centri di comando, controllo e comunicazione (C3 – *Command, Control and Com-*



Un cacciatorpediniere ingaggia e neutralizza un drone nemico. L'incremento di capacità di difesa aerea ed anti-missile stratificate risulta essenziale per garantire la sopravvivenza delle unità navali negli scenari operativi del futuro. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

munications) per impedire o contestare l'accesso allo spettro elettromagnetico all'avversario. La protezione e la fruibilità di esso garantirà infatti la continuità delle comunicazioni nel contesto delle operazioni militari marittime del futuro, intersecandosi pienamente con le attività volte ad esercitare *Sea Control* e *Sea Denial*. In merito, la *US Navy* ha provveduto ad aggiornare ulteriormente le capacità di esercitare misure e contromisure di guerra elettronica (ECM – *Electronic Countermeasure*) attraverso lo sviluppo del *Surface Electronic Warfare Improvement Program* (SEWIP) *Block 3*, il quale introduce funzioni di attacco elettronico migliorate nella già presente architettura SEWIP. L'*upgrade* prevede la configurazione di una *suite* per la *EA AN/SLQ-32(V)7* integrativa rispetto alla precedente sviluppata da Lockheed Martin, unito ad un *Soft Kill Coordination System* (SKCS) per la gestione di contromisure non cinetiche e la neutralizzazione delle minacce senza uso di intercettori convenzionali (48). Contestualmente, è in fase di valutazione anche il sistema *Scaled Onboard Electronic Attack* (SOEA), ovvero una versione rimodulata dell'*AN/SLQ-32(V)7* concepita per le unità navali che non dispongono delle dimensioni, del tonnellaggio e della capacità energetica di ospitare una *suite* EW particolarmente impattante (49). Tenendo in considerazione che tutta la spina dorsale della flotta statunitense è già dotata di sistemi SEWIP (nelle varie versioni), è plausibile che questa versione miniaturizzata possa essere implementata anche su imbarcazioni di dimensioni nettamente inferiori, nel quadro delle DMO. Gli sviluppi riguardano anche la capacità integrata degli assetti di EW fuori bordo, come il *payload* di missione *Advanced Offboard Electronic Warfare* (AOEW) *AN/ALQ-248* trasportato sugli elicotteri *SH-60/MH-60 Seahawk* od il pod *AN/ALQ-249(V)1* montato sugli *E/A-18G Growler*. In

questa direzione procede anche la Repubblica Popolare Cinese, candidata a progredire ulteriormente nello sviluppo di assetti aerei imbarcabili dediti alla guerra elettronica, come avvenuto con la configurazione navale del *J-15D Flying Shark*. Il concetto di EW articolato su assetti scalabili è stato condiviso anche dalla *Royal Navy* con il sistema *Electronic Warfare System Integrated Capability* (MEWSIC), più performante rispetto all'attuale *Seagnat* per contrastare le nuove minacce. Il MEWSIC sarà integrato con *Ancilia*, un sistema di lancio di *decoys* da 130 mm per la difesa da vettori balistici, trainabile e di dimensioni ridotte, adatto ad essere installato su diverse unità navali. Al momento, i miglioramenti tecnici saranno apportati sugli attuali cacciatorpediniere classe *Daring Type 45* e sui futuri classe *City Type 26*, oltre che sulle fregate di nuova generazione classe *Inspiration Type 31* (50). In un ipotetico spazio di battaglia del futuro, i progressi tecnici e tattici di un potenziale avversario nella protezione delle forze potrebbero inibire la capacità di condurre operazioni di EW per la superiorità nello spettro elettromagnetico. Parimenti, in uno scenario di dominio aereo fortemente contestato, la penetrazione all'interno delle linee nemiche, anche solo per missioni ISR, potrebbe risultare compromessa. La continuità di svolgimento di queste tipologie di missioni potrebbe essere dunque rimodulata ed affidata ad UAVs imbarcati, gestiti da un nodo C3 basato su nave. Gli esperimenti effettuati nel contesto del conflitto russo-ucraino con i droni *V-BAT* hanno infatti dimostrato come i droni siano in grado di operare in un campo di battaglia moderno altamente complesso e denso di segnali di disturbo elettromagnetico (51). L'UAV in specie offre ad esempio un'autonomia in aria fino a dieci ore, operando entro un raggio di 130 chilometri e può raggiungere una quota di volo di circa 6.000 metri, con una velocità di crociera prossima ai 100 Km/h (52). Appurata la capacità di questi mezzi di decollo verticale e di atterraggio in spazi ridotti (STOVL – *Short Take-Off and Vertical Landing*), è verosimile che in futuro possano essere utilizzati incrementalmente nel dominio marittimo e schierati nei dispiegamenti aeronavali. In analogia a quanto avvenuto sul fronte del conflitto russo-ucraino, in cui i *V-BAT* hanno trasmesso le informazioni GPS sulle postazioni missilistiche antiaeree rivali (SAM – *Surface to Air Missile*), questo apre ad un margine di replicabilità in uno scenario di combattimento litoraneo. Ciò va contemplato nell'ottica di un'operazione marittima distribuita, nell'ipotesi in cui le *flagships* e le componenti ad ala fissa imbarcata fossero esposte al fuoco nemico e quindi costrette ad operare nella modalità *stand off*. Unità del tipo LCS, operative in spazi relativamente contingenti alla costa, potrebbero rilasciare UAVs in grado di penetrare una bolla A2/AD disabilitando il *jamming* nemico, individuare le coordinate delle batterie missilistiche avversarie situate sulla costa e trasmetterle alle unità di fuoco a lungo raggio.

Le necessità di ottimizzazione della difesa aerea di punto saranno articolate su una serie di requisiti tecnici volti ad ottemperare alle trasformazioni evolutive caratterizzanti i decenni a venire. La progettazione di vettori missilistici di dimensioni compresse ed adattabili per le celle VLS identifica una soluzione sostenibile al fine di superare le differenze, qualitative e di valore, tra i vettori offensivi ed i sistemi intercettori. Il modello di riferimento a cui si guarda è una configurazione *quad pack*, ovvero la riduzione delle dimensioni dei missili per giungere ad una capacità di carico che arrivi a quattro vettori per ogni cella VLS. L'idea è anche quella di realizzare sistemi di lancio più versatili ed adatti ad accogliere le diverse tipologie di missili, come il sistema *Sylver* (*Système de Lancement Vertical*) A70 europeo che supporta la famiglia degli *Aster* e gli *SCALP* (*Système de Croisière conventionnel Autonome à Longue Portée*) Naval, od il sistema statunitense *Mark-41*, strutturabile in tredici diverse configurazioni (53) ed impiegato da svariate Marine Militari. Il programma anglo-francese *Future Cruise/Anti-Ship Weapon* (FC/ASW) cerca proprio di colmare



Uno USV provvede a rifornire contemporaneamente due imbarcazioni in navigazione. I droni navali di superficie potranno sensibilmente contribuire a sostenere la logistica di aderenza delle flotte dell'avvenire. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

questi divari operativi, sviluppando un vettore lanciabile da più piattaforme, sia navali che aeree. Tra queste, sicuramente saranno integrate le FREMM EVO della Marina Militare italiana, i cacciatorpediniere classe *City Type 26* della *Royal Navy*, gli *Eurofighter Typhoon* italiani e britannici ed i *Rafale* francesi (54). L'altra direttrice di progettazione è orientata alla modularità delle celle stesse, concepite per essere incrementate o rimosse in dipendenza dalle richieste di missione. In tal modo, si avrebbe anche un'ottimizzazione degli spazi a disposizione della nave, non più strutturati su infrastrutture fisse e non comprimibili. Ad esempio, le fregate classe *Horizon* della *Marine Nationale* implementano il sistema *Sylver A50* per i missili *Aster*, che sfrutta proprio questa tipologia di modularità. Una possibile soluzione alternativa a quanto delineato è rappresentata dall'impiego di un *Adaptive Deck Launcher* (ADL). Il modulo containerizzabile fornisce quattro celle utilizzabili nella stessa modalità del VLS *Mark-41*. Il sistema, altamente modulabile, è stato progettato in una configurazione tattica per i missili *RIM 162 Evolved Sea Sparrow*, missili antisommergibile ed antinave, oltre a vettori con capacità di attacco al suolo. Nella configurazione d'attacco, il sistema può operare come un classico *Mark-41*, impiegando anche missili da crociera *Tomahawk* (55). Anche se alcuni sviluppi tecnici si presentano ancora in una fase embrionale o sperimentale, il processo trasformativo è prettamente orientato verso soluzioni che possano garantire una capacità di carico missilistico versatile, modulabile e distribuibile anche su unità con un tonnellaggio ridotto. Verosimilmente, questo permetterà di assortire una flotta orientata alla specifica missione in una fase pre-operativa, commisurata al tipo di utilizzo di munizionamento previsto ed alla durata del dispiegamento.

In ottica futura, i sistemi di lancio saranno supportati da una crescente automazione grazie all'AI, strutturata su un ciclo *Observe, Orient, Decide, Act* (OODA), che va dalla raccolta all'elaborazione, fino a prendere la decisione ed intervenire per eliminare la minaccia. Questo processo si coniuga sincronicamente con lo sviluppo di armi laser, concepite per essere completamente automatizzato e fungere sia da sensori che da effettori. Questi sistemi d'arma rappresentano cruciali soluzioni migliorative e (parzialmente) risolutive per l'ingaggio di bersagli dinamici a corto raggio. Per la neutralizzazione di alcune specifiche minacce, questa tecnologia potrebbe infatti azzerare i costi di ingaggio e disporre di un munizionamento pressoché illimitato, basandosi sulla capacità elettrica della nave. In materia, la *US Navy* è sicuramente la Forza Armata che dedica attualmente maggiore attenzione allo sviluppo di effettori cinetici laser. Nel 2020, la stessa ha infatti testato il *Laser Weapon System Demonstrator* (LWSD) da 150 kW e nel 2024 ha effettuato dei test andati a buon fine, con il cacciatorpediniere classe *Arleigh Burke*, USS *Preble* (56). La verifica operativa è consistita nell'abbattimento di un drone aereo mediante il sistema *High Energy Laser with Integrated Optical Dazzler and Surveillance* (HELIOS) sviluppato da Lockheed Martin. Gli Stati Uniti hanno inoltre avviato lavori orientati a soluzioni altamente tecnologiche per quanto concerne il contrasto alla minaccia dei missili antinave, con il progetto *High Energy Laser Counter Anti-Ship Cruise Missile* (HELCAP) da 300 kW (57). Anche la *Royal Navy* ha previsto la messa in servizio, nel prossimo triennio, del sistema *Dragonfire* concepito in ottica integrativa con i sistemi missilistici *Sea Viper* e *Sea Ceptor* (58). Questo sistema, sostenuto dal comparto britannico di MBDA, Leonardo UK e QinetiQ, prevede una capacità da 50 kW verosimilmente implementata sui cacciatorpediniere *Type 45* (59). Anche la Marina Militare italiana ha manifestato l'intenzione di percorrere questa direzione, assegnando a MBDA Italia ed a Leonardo la realizzazione congiunta di una *Fire Unit* ad energia diretta (DEW – *Direct-Energy Weapon*) destinata alle unità navali. MBDA sarà l'autorità designata per la componente *light* ad assorbimento energetico più basso, dedicata agli assetti già dispiegabili da utilizzare contro nano e micro-droni. Leonardo, invece, si occuperà dello sviluppo della componente *high end* ad assorbimento energetico maggiorato, per equipaggiare le unità della flotta in fase di sviluppo e di progettazione (60). Nel gruppo di Paesi attivi su questo fronte vi è anche la Francia, la quale già nel Giugno del 2023 aveva annunciato l'inizio delle prove in mare del sistema *High Energy Laser for Multiple Applications-Power* (HELMA-P), per l'occasione installato sulla fregata classe *Horizon* FS *Forbin*. Nel corso del test, il sistema ha abbattuto con successo un drone quadricottero in avvicinamento verso la nave, dimostrando concretamente il contributo che simili apparati possono fornire alla difesa aerea di punto (61). A testimoniare la potenziale efficacia di questo strumento è stata la *Heil HaYam HaYisraeli*, la quale ha utilizzato per la prima volta un'arma laser in un contesto operativo reale. Nello specifico, nell'Aprile del 2024, è stata utilizzata la componente DEW del sistema *C-Dome* per abbattere un UAV ostile diretto verso il porto di Eilat (62). Il *C-Dome* è installato a bordo delle corvette classe *Sa'ar 6* e dovrebbe aver raggiunto la piena capacità operativa nel corso del 2025. Anche la PLAN sembra proceda con l'installazione di armi laser, con la presunta integrazione delle stesse con le capacità di difesa aerea della nave d'assalto anfibio classe *Kunlun Shan Type 071* (63). Coerentemente con i passi in avanti fatti dalla PLAN, con ogni probabilità anche Pechino nel prossimo decennio sarà dunque in grado di generare effetti cinetici sfruttando questa tecnologia. Complessivamente, emerge una capacità incrementale del settore delle armi ad energia diretta di ricercare soluzioni innovative, efficienti ed a basso costo che potrebbero indurre molti altri Paesi a perseguire questa strada. L'AI è analogamente candidata a sostenere un

altro grande potenziale sviluppo per quanto concerne le operazioni militari marittime, ovvero un sistema di gestione preventiva (*Predictive Maintenance*), testato sul cacciatorpediniere classe *Arleigh Burke* USS *Fitzgerald*. Questo programma ambisce a supportare tutta la catena logistica e gestionale che l'equipaggio di bordo ed il personale di terra devono monitorare, al fine di valutare lo status della flotta. Il sistema, denominato *Enterprise Remote Monitoring Version 4* (ERM v4), ha valutato circa 10.000 dati sensoristici al secondo provenienti dallo scafo, dai sistemi meccanici ed elettrici della nave, con algoritmi di AI che vanno ad integrarsi direttamente con il sistema di pianificazione manutentivo della nave (64). Tale capacità risulta particolarmente performante nella concezione di schieramenti navali massivi e distanti dal territorio nazionale. L'ERM v4 consente infatti di avere un aggiornamento puntuale e costante sulle eventuali necessità operative e tecniche di cui può aver bisogno la singola unità, al fine di mantenere un elevato grado di persistenza operativa. L'applicazione di sistemi simili, inoltre, potrebbe garantire di efficientare e ridurre i tempi di permanenza nei cantieri navali per la manutenzione, permettendo delle rotazioni operative molto più rapide.

Il processo evolutivo che coinvolge la concezione dello strumento militare marittimo pone poi l'accento sulla rimodulazione degli assetti di superficie ed il loro relativo impiego. Uno dei principali elementi trasformativi è rappresentato dalla generazione di flotte *swarm* composte da mezzi completamente *unmanned*, concepite come moltiplicatrici di sensori ed effettori in grado di ridurre l'esposizione al rischio del personale e svolgere missioni particolarmente complesse in ambienti contestati e ostili. Già da alcuni anni la *US Navy* ha definito una dottrina di riferimento, con il programma *Ghost Fleet Overlord* (GFO), di cui sono in corso di consolidamento gli sviluppi. L'obiettivo è quello di sperimentare l'impiego di una flotta completamente autonoma, basata sul dispiegamento di grandi imbarcazioni pilotate da remoto (LUSV – *Large Unmanned Surface Vessel*), potenzialmente a loro volta in grado di gestire il rilascio ed il recupero di altri assetti *unmanned* di dimensioni inferiori. Ad oggi, i test hanno condotto all'entrata in servizio di quattro unità: la USV *Ranger*, la USV *Nomad*, la USV *Mariner* e la USV *Vanguard*. Gli *Overlord* LUSVs hanno una lunghezza variabile dai 60 ai 90 metri ed un dislocamento a pieno carico che può raggiungere le 2.000 tonnellate. Gli stessi saranno inoltre in grado di stoccare carburante, trasportare carichi pesanti ed essere armati con dei VLS composti da 16-32 tubi lanciamissili. In maniera parallela, gli Stati Uniti si preparano, attraverso il progetto *Production-Ready, Inexpensive, Maritime Expeditionary – Small Unmanned Surface Vessel* (PRIME sUSV) (65) anche a praticare interdizione marittima attraverso la produzione massiva di imbarcazioni più piccole, in grado di operare a ridosso della costa e potenzialmente fruibili, ad esempio, in scenari simili a quelli osservati contro gli Houthi. È plausibile che, come testimoniato dal programma *Attritable UxV Mother Ship* (AUMS) della *US Navy*, una corposa parte degli assetti *unmanned* verrà controllata da una *mother ship*, anch'essa avente un centro C2 principale in grado di gestire la missione da remoto. Segue la medesima tipologia di impianto concettuale anche la PLAN, la quale ha realizzato un prototipo denominato *JARI USV*. La nave drone cinese presenta uno scafo trimarano simile a quelli della classe *Sea* della *US Navy*, ed è dotata di celle VLS a vettore variabile per ospitare missili antinave, antiaerei ed antisommergibili. L'imbarcazione è stata anche progettata per una strutturata autoprotezione attraverso un cannone da 57 mm integrato nel sistema antimissilistico *Sea RAM* (66). Volendo evidenziare una linea generalmente comune alle principali Marine Militari, i progetti in cantiere indicano una propensione all'adattamento operativo di tutte le future navi di superficie verso l'acquisizione di capacità di rilascio e recupero di mezzi autonomi. Peraltro, la

massiva proliferazione e la maggiore facilità di accesso, lascia ipotizzare che parte di questi sviluppi tecnologici verranno integrati e riadattati anche da parte di Marine Militari di fascia inferiore, fino ad oggi legate principalmente all'impiego di droni esplosivi. Nel complesso, è da considerare il possibile impiego *dual mode* di questi assetti, con alcuni che potrebbero essere inseriti in configurazioni *legacy*, come accennato, con le opportune contestualizzazioni, dal concetto *Collaborative Combat Aircraft* (CCA) per quanto concerne il dominio aereo. Altri, invece, potrebbero essere dispiegati in sciame ridotti e rilasciati dalla singola nave madre dotata di bacino allagabile, con la possibilità di essere successivamente recuperati da una seconda unità, qualora la specifica Forza Armata raggiunga una comprovata CEC. Con ogni probabilità, i SAGs saranno sempre più imperniati sulla possibilità di rilasciare flotte *swarm*, configurate per assolvere ad una vasta tipologia di missioni. In questa ipotesi, acquisiranno fondamentale importanza unità navali come le fregate ed i cacciatorpediniere, strutturate per accogliere le rilevanti modifiche progettuali necessarie. Al fine di supportare le introduzioni tecniche, capacitive ed operative, le navi delle future flotte dovranno avere una configurazione modulabile e scalabile, propedeutica per essere impiegate in scenari multi-missione e multi-dominio. La capacità di rilasciare e recuperare mezzi a pilotaggio remoto, anche di importanti dimensioni, implica poi la necessità delle navi di dotarsi di strutture fisiche idonee. I vascelli a tonnellaggio ridotto possono utilizzare i moduli per droni containerizzabili e trasportabili con un ponte modulare. La componente delle unità a medio tonnellaggio, come fregate, pattugliatori d'altura e corvette, richiederà invece la costituzione di aree di poppa o di aree laterali dello scafo aperte, con rampe inclinate per agevolare il recupero di USVs. Alternativamente, potrebbe essere un'opzione, per alcuni tipi di scafo, l'implementazione di sollevatori robotici o gru specializzate. Le unità con tonnellaggio maggiore, principalmente la grande famiglia delle navi d'assalto anfibio, come le *Landing Helicopter Assault* (LHA), le *Landing Helicopter Dock* (LHD), le *Landing Platform Dock* (LPD) e le *Landing Ship Dock* (LSD) saranno dotate di camere interne allagabili, come avviene per i sottomarini, e addizionalmente di hangar con mezzi idonei alla movimentazione di USVs. Queste ultime, inoltre, saranno plausibilmente adibite anche al rilascio di *Extra-Large Unmanned Underwater Vehicle* (XLUV) come il battello *Orca* sviluppato dalla *US Navy* e sui quali si concentrano molti dei programmi delle Marine Militari europee ed asiatiche. Le complesse operazioni di rilascio e recupero di UAVs USVs ed UUVs in ambienti contestati e contesi, dovrà infine prevedere la capacità di strutturare un'architettura di comunicazione altamente protetta, per evitare che le azioni ostative avversarie nello spettro elettromagnetico possano degradare od inibire la forza dispiegata. La direzione intrapresa è quella dell'implementazione di reti a maglia decentralizzate ed interconnesse (WMN – *Wireless Mesh Network*), come previsto per la classe *Zumwalt* statunitense o la classe *City Type 26* britannica.

Possibili cambiamenti, parziali e strutturali, riguarderanno anche i battelli sottomarini convenzionali e nucleari, incluso con riferimento alla capacità di rilascio di assetti in immersione. Per quanto concerne la componente convenzionale, tra i battelli messi in servizio negli anni recenti e quelli in cantiere, si opta per una quasi totale adozione della propulsione AIP, spesso correlata all'utilizzo di batterie a ioni di litio al fine di aumentare le prestazioni operative e la durata sott'acqua. In termini di funzionalità, invece, si evidenzia una tendenza alla personalizzazione dei battelli da parte dei singoli Paesi, misurata sugli specifici impieghi operativi e sulle caratteristiche geografiche delle aree di manovra. È il caso della futura classe *Invincible* della *Republic of Singapore Navy*, configurata per un'alta manovrabilità in acque costiere con il timone ad X ed un



sistema propulsivo AIP alimentato da celle a combustibile per caricare le batterie agli ioni di litio, che consentono ai battelli una significativa autonomia operativa rispetto alla dimissionaria classe *Archer*. Lo scafo, inoltre, sarà dotato di una camera di compensazione fruibile per obiettivi strategici come il lancio di siluri, l'implementazione di potenziali missili da crociera e la condotta di missioni di *delivery* di Forze Speciali (67). Anche la *Heil HaYam HaYisraeli* prospetta una possibile ibridazione capacitiva con i sottomarini classe *Dakar*, i quali presentano una vela ampiamente maggiorata rispetto alla precedente classe *Dolphin*. Ciò implica, presumibilmente, la capacità di implementare un sistema di lancio VLS armato anche con missili balistici, un'ipotesi che doterebbe questi assetti della capacità balistica sub-lanciata nel segmento dei sottomarini convenzionali, condivisa soltanto con la classe *Dosan Ahn Changho* (KSS-III) della Marina Militare sudcoreana (*Daehanminguk Haegun*). Per quanto concerne la componente nucleare, ci si orienta invece verso un rinnovamento degli assetti strategici strutturato principalmente su miglioramenti performativi in termini di osservabilità, tecnologie sensoristiche e manovrabilità. In materia, fungono da apripista i progetti delle classi *Columbia* e *Dreadnought*, rispettivamente appartenenti alla *US Navy* ed alla *Royal Navy*, caratterizzati da un timone ad X per una maggiore mobilità in spazi compartimentati e, per la prima, anche da un sistema di propulsione elettrica derivante dal reattore nucleare di bordo. Segue l'individuazione della deterrenza strategica del futuro anche la *Marine Nationale* con la concezione di un SSBN di terza generazione (SNLE 3G – *Sous-Marin Nucléaire Lanceur d'Engins de Troisième Génération*), il quale dovrebbe sostituire la classe *Le Triomphant* a partire dal 2035. In linea con gli specifici cambiamenti di focus regio-

nale di potenziale impiego dettati dal cambiamento delle esigenze securitarie, anche alcune Marine Militari europee potrebbero concretamente valutare di integrare parte delle proprie flotte di sottomarini SSK con battelli a propulsione nucleare, come avvenuto per l'India con la classe *Arihant* e come verosimilmente avverrà per l'Australia nell'ambito dell'accordo AUKUS. Per quanto lo *strategic core* dei sottomarini con capacità nucleari sia destinato a rimanere il medesimo, nei prossimi decenni è possibile prevedere un cambiamento del *tactical core*, attraverso la modularità e la scalabilità dei profili d'impiego. L'integrazione tra le flotte sottomarine e la componente *unmanned* è in una fase di consolidamento anche per quanto concerne sia gli SSBN che gli SSGN. I primi test operativi della *US Navy* sono stati condotti con il battello classe *Ohio* USS *Michigan* tra l'Ottobre del 2022 ed il Gennaio del 2024, in una pianificazione e condotta strutturate su tre riservate missioni inerenti alla sicurezza nazionale. Secondo quanto emerso (68), in questa fase sono stati impiegati con successo una diversa gamma di UUVs, rilasciati presumibilmente dai tubi lanciasiluri e dai DDSs posti sull'estremità superiore dello scafo. Anche se non sono stati specificati dettagli operativi per questioni di riservatezza, è possibile inserire queste capacità in uno scenario tattico più ampio. I DDSs, infatti, posseggono i requisiti tecnici per il dispiegamento di *Large Displacement Unmanned Undersea Vehicles* (LDUUV) come lo *Sneakhead* sviluppato dal *Naval Sea Systems Command* statunitense. Questo apre alla possibilità di condurre operazioni sotto la superficie molto più complesse e diversificate, oltre alla possibilità di rilasciare mezzi a pilotaggio remoto per generare effetti a ridosso della costa, mappare fondali oceanici, svolgere missioni di ISR e coadiuvare tecniche di *shaping* per le operazioni anfibiae. Al momento, il DDS rimane un assetto pregiato impiegabile su vasta scala solo dalla *US Navy* e limitatamente alle classi *Suffren* ed *Astute*, dai battelli rispettivamente della *Marine Nationale* e della *Royal Navy* (69), evidenziando un elevato grado di prerequisiti tecnico-operativi tendenzialmente necessari per sfruttare questa capacità. Alternativamente ai DDSs, potrebbero essere sviluppati in prospettiva sistemi di rilascio e recupero *by design* per le varie tipologie di UUVs. Per i mezzi di piccole dimensioni, una soluzione è rappresentata dall'utilizzo di sistemi di lancio, appositamente modulati, mediante tubi lanciasiluri o VLS, come concepito dai futuri *U212 NFS* della Marina Militare italiana. Le valutazioni riguardano anche la configurazione dei battelli per una trasportabilità di mezzi di considerevoli dimensioni nella parte dorsale dello scafo o, plausibilmente, a strascico, come avviene per i sonar. Ciò potrebbe avvenire con lo sviluppo di un'interfaccia magnetica passiva volta a consentire l'aderenza dell'UUV al sottomarino, utilizzando poi sensori di prossimità per l'allineamento. Il rilascio ed il recupero verrebbero affidati ad un braccio retrattile integrato in vani laterali operante con un motore elettrico per la stabilizzazione in un ambiente esposto a criticità fisiche. In conclusione, il (quasi) dominio sottomarino sarà caratterizzato da una crescente capacità di attori, centrali e periferici, di generare effetti da sotto la superficie del mare e di condurre attività, limitate o strutturate, di *Sea Denial*. La proliferazione di sottomarini, inoltre, con una particolare attenzione nella regione dell'Asia-Pacifico, implica l'aumento della densità degli assetti lungo le principali SLOC globali. Il quadro restituisce l'esigenza di dotarsi di assetti in grado di proiettarsi anche su lunghe distanze e di condurre operazioni a ridosso di ambienti costieri e litoranei, fino alle attività di dragaggio ed alla protezione di infrastrutture critiche.

La panoplia di requisiti tecnici ramificantisi dalla profonda trasformazione in corso nella manovra aeronavale e più ampiamente nella pianificazione e condotta delle operazioni militari marittime delinea flotte dell'avvenire sensibilmente diverse tanto nella loro composizione quanto nelle capacità espresse da ogni singola tipologia di unità. Se alcuni aspetti trasversali, come una



maggiore enfasi sulla difesa di punto da minacce multi-dominio saturanti, una rinnovata primazia della potenza di fuoco imbarcata, una crescente centralità nella generazione di effetti nell'ambiente elettromagnetico e l'importanza pivotale dell'implementazione del MUM-T, dettano ciascuno adattamenti strutturali in navi e battelli dell'avvenire, sussistono specifiche traiettorie evolutive per quanto attiene ogni categoria ed il ruolo che queste avranno nelle Marine Militari del futuro.

NOTE

(44) L. Peruzzi, *Italy's Future PPX OPV: A Technical Overview*, in Naval News, 13 Gennaio 2025, <https://www.navalnews.com/naval-news/2025/01/italys-future-ppx-opv-a-technical-overview/>.

(45) RTX, *U.S. Navy's SPY-6 Family of Radars*, <https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/sea/spy6-radars>.

(46) Thales, *Sea Fire*, <https://www.thalesgroup.com/en/markets/defence-and-security/naval-forces/above-water-warfare/sea-fire>.

(47) G. Cavanna, *FREMM EVO, una evoluzione completa su sensori e capacità anti-drone*, in ARES Osservatorio Difesa, 5 Agosto 2024, <https://aresdifesa.it/fremm-evo-una-evoluzione-completa-su-sensori-e-capacita-anti-drone/>.

(48) Redazione Naval News, *US Navy works to strengthen 'non-kinetic' shield*, 27 Febbraio 2024, <https://www.navalnews.com/naval-news/2024/02/us-navy-works-to-strengthen-non-kinetic-shield/>.

(49) J. Trevithick, *Rush Is On To Give Smaller And Older Navy Ships Advanced Electronic Attack Capability*, in The War Zone, 11 Aprile 2024, <https://www.twz.com/news-features/rush-is-on-to-give-smaller-and-older-navy-ships-advanced-electronic-attack-capability>.

(50) T. Dunlop, *Royal Navy's new Ancilia decoy demonstrated*, in UK Defence Journal, 9 Agosto 2024, <https://ukdefencejournal.org.uk/royal-navys-new-ancilia-decoy-demonstrated/>.

(51) J. Hunter, *V-BAT Drone Has Proven Its Ability To Operate In Heavily-Contested Skies*, in The War Zone, 11 Dicembre 2024, <https://www.twz.com/sponsored-content/v-bat-drone-has-proven-its-ability-to-operate-in-heavily-contested-skies>.

- (52) Naval News Navy, *Romania to receive twelve MQ-35A V-BAT drones from the US for intelligence gathering in the Black Sea*, 26 Febbraio 2025, <https://armyrecognition.com/news/navy-news/2025/romania-to-receive-twelve-mq-35a-v-bat-drones-from-the-us-for-intelligence-gathering-in-the-black-sea>.
- (53) Lockheed Martin, *MK41 Vertical Launching System (VLS)*, 2019, <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/rms/documents/naval-launchers-and-munitions/MK41-VLS-product-card.pdf>.
- (54) Global Defense News, *Euronaval 2024: MBDA Strengthens European Deep-Strike Capability with FC/ASW Missile Program*, 7 Novembre 2024, <https://armyrecognition.com/news/aerospace-news/2024/euronaval-2024-mbda-strengthens-european-deep-strike-capability-with-fc-asw-program>.
- (55) T. Rogoway, *This Bolt-On Launcher Can Give Nearly Any Ship The Same Weaponry As A U.S. Navy Destroyer*, in *The War Zone*, 1 Dicembre 2019, <https://www.twz.com/29335/this-bolt-on-launcher-can-give-nearly-any-ship-the-same-weaponry-as-u-s-navy-destroyer>.
- (56) G. Ziezulewicz e T. Rogoway, *Navy HELIOS Laser Aboard USS Preble Zaps Drone In Latest Test*, in *The War Zone*, 4 Febbraio 2025, <https://www.twz.com/news-features/navy-helios-laser-aboard-uss-preble-zaps-drone-in-latest-test>.
- (57) Technical Briefing, *DragonFire – pathway to a Laser Directed Energy Weapon for the Royal Navy?*, in *Navy Lookout* 11 Marzo 2024, <https://www.navylookout.com/dragonfire-pathway-to-a-laser-directed-energy-weapon-for-royal-navy/>.
- (58) Royal Navy, *Powerful laser to be installed on Royal Navy warship by 2027*, in *Royal Navy News*, 12 Aprile 2024, <https://www.royalnavy.mod.uk/news/2024/april/12/240412-powerful-laser-to-be-installed-on-royal-navy-warship-by-2027>.
- (59) R. Scott, *Royal Navy plans to field DragonFire laser weapon from 2027*, in *Naval News*, 14 Aprile 2024, <https://www.navalnews.com/naval-news/2024/04/royal-navy-plans-to-field-dragonfire-laser-weapon-from-2027/>.
- (60) Redazione di Rivista Italiana Difesa, *MBDA Italia e Leonardo insieme per lo sviluppo di Fire Unit a energia diretta per le unità navali*, 6 Dicembre 2024, <https://www.rid.it/shownews/6985/mbda-italia-e-leonardo-insieme-per-lo-sviluppo-di-fire-unit-a-energia-diretta-per-le-unita-navali>.
- (61) E. Panero e A. Russo, *Le armi ad energia diretta: tra proliferazione e prospettive*, in *CeSI*, 18 Luglio 2024, <https://www.cesi-italia.org/it/articoli/le-armi-ad-energia-diretta-tra-proliferazione-e-prospettive>.
- (62) T. Newdick, *Israel's Ship-Based Iron Dome Just Got Its First Combat Kill*, in *The War Zone*, 9 Aprile 2024, <https://www.twz.com/land/israels-ship-based-iron-dome-just-got-its-first-combat-kill>.
- (63) T. Newdick, *Laser Weapon Appears On Chinese Amphibious Assault Ship*, in *The War Zone*, 19 Agosto 2024, <https://www.twz.com/sea/laser-weapon-appears-on-chinese-amphibious-assault-ship>.
- (64) G. Ziezulewicz, *Destroyer Has Become First U.S. Navy Ship To Deploy Artificial Intelligence System*, in *The War Zone*, 29 Gennaio 2025, <https://www.twz.com/news-features/destroyer-has-become-first-u-s-navy-ship-to-deploy-artificial-intelligence-system>.
- (65) J. Katz, *Replicator's 'PRIME' time: DIU seeks small USV interceptors ready for rapid production*, in *Breaking Defense*, 30 Gennaio 2024, <https://breakingdefense.com/2024/01/replicators-prime-time-diu-seeks-small-usv-interceptors-ready-for-rapid-production/>.
- (66) B. J. Weichert, *Meet the "Orca," China's Newest Navy Drone*, in *The National Interest*, 22 Gennaio 2025, <https://nationalinterest.org/blog/buzz/meet-the-orca-chinas-newest-navy-drone>.
- (67) H. Kass, *Invincible-Class Submarine Is Headed to China's Doorstep Thanks to Germany*, in *The National Interest*, 17 Aprile 2024, <https://nationalinterest.org/blog/buzz/invincible-class-submarine-headed-chinas-doorstep-thanks-germany-210606>.
- (68) J. Trevithick, *Ohio Class Guided Missile Submarine Deployed Underwater Drones On Award Winning Secret Missions*, in *The War Zone*, 9 Gennaio 2025, <https://www.twz.com/sea/ohio-guided-missile-submarine-deployed-underwater-drones-on-award-winning-secret-missions>.
- (69) Formalmente noto come *Special Forces Payload Bay*, trattasi di un sistema *Lock-out Trunk* sostanzialmente equiparabile ad un DDS.

PARTE IV

DALLE FLOTTE CONTEMPORANEE A QUELLE DELL'AVVENIRE



Abraham Lincoln Carrier Strike Groups (fonte: US Navy).

La composizione attuale delle Marine Militari internazionali presenta continuità e discontinuità derivanti da un lato da tratti comuni nella concezione dello strumento militare marittimo e dall'altro da specificità regionali, il tutto condizionato da inevitabili differenze in termini di postura strategica, livello tecnico-tecnologico e dimensioni del segmento *maritime* dei singoli bilanci della difesa. Il numero complessivo di imbarcazioni di superficie e battelli sottomarini, ossia la massa complessiva dei dispositivi aeronavali e la loro ripartizione in termini di tipologia di piattaforme fornisce tuttavia un quadro di partenza per l'evoluzione che le flotte militari globali affronteranno nel prossimo venticinquennio. Partendo dalle Marine Militari delle principali potenze nucleari, ossia Stati Uniti, Repubblica Popolare Cinese e Federazione Russa, si evidenzia una comune dotazione corposa di sottomarini, aggregandone congiuntamente 175. La *US Navy* dispiega esclusivamente battelli nucleari, mentre la Marina Militare della Federazione Russa (VMF – *Voенно-Морской Флот*), e la PLAN, hanno rispettivamente circa il 63% e l'80% delle proprie flotte sottomarine composte da unità a propulsione convenzionale (70). La componente primaria di superficie della *US Navy* e della PLAN è equiparabile in termini di valore relativo, in relazione alla composizione della flotta, con una marginale quota numerica destinata agli incrociatori ed una corposa percentuale composta da cacciatorpediniere. La PLAN, invece, rispetto alle flotte menzionate denota una quota di fregate, 50 in ispecie, approssimativamente doppia. Se il numero di unità da difesa e pattugliamento costiero (PCC – *Patrol and Coastal Combatants*) si attesta per tutte sopra le cento imbarcazioni, la *US Navy* spicca per una maggiore e strutturata componente anfibia, composta da sette *Landing Helicopter Assault* (LHA), tredici *Landing Platform Dock* (LPD) e dieci *Landing Ships Dock* (LSD). Anche la PLAN ha avuto negli ultimi anni un repentino sviluppo in materia di grandi navi d'assalto anfibio, arrivando a dotarsi di tre unità *Landing Helicopter Dock* (LHD) ed otto LPD. D'altra parte, risulta marginale ed obsoleta la componente anfibia della VMF, rimasta legata, per ragioni storiche, geostrategiche e tecnologiche, ad una concezione dello strumento militare marittimo proprio dell'epoca post-Guerra Fredda. Oltre alla già evidenziata quota di sottomarini, le grandi flotte globali si caratterizzano attualmente per l'impiego di portaerei (CV – *Aircraft Carrier*) e LHA con un tonnellaggio pesante, congiunto ad un significativo numero di cacciatorpediniere. Risulta marginale, in relazione alla propria dimensione numerica, la quota di fregate in possesso della *US Navy*. Al contrario, la PLAN appare imperniata

proprio sull'impiego di fregate, le quali trovano giustificazioni storiche e territoriali. Parallelamente, per gli stessi motivi è spiegabile la componente anfibia della flotta statunitense, concepita sullo sviluppo pluridecennale di una *Blue Water Navy*.

Passando al continente europeo, la *Marine Nationale* conta su una portaerei e nove sottomarini, tutti a propulsione nucleare, divisi tra quattro SSBN e cinque SSN. La componente di superficie più rilevante è composta da diciassette fregate, quattro cacciatorpediniere e ventidue PCCs, nonché tre unità LHD. La *Royal Navy* ha invece due CV convenzionali, entrambe con un dislocamento superiore alle 60.000 tonnellate (le più grandi tra quelle europee), e dieci sottomarini, questi però tutti a propulsione nucleare. Il resto della flotta britannica si compone di sei cacciatorpediniere, otto fregate, ventisei PCCs e tre unità LSD. La Marina Militare italiana, infine, è oggi strutturata su una componente *heavy ships* ibrida, disponendo infatti di una portaeromobili, la ITS *Cavour* (capacità portaerei con velivoli 5^a generazione) e di una capacità di proiezione polivalente composto da 1 LHD e 3 LPD che consentono di costituire due *Battle Group* Anfibi con una LHD di tonnellaggio maggiorato, la ITS *Trieste*. La flotta sottomarina è composta da otto SSK, mentre quella di superficie da dodici tra fregate e pattugliatori polivalenti d'altura, sedici PCCs e tre unità LPD, queste ultime tutte con un dislocamento inferiore alle 10.000 tonnellate. Nel continente europeo le Marine Militari di Francia e Regno Unito si caratterizzano poi per una configurazione simile a quella della *US Navy*. Seppur al confronto riportano un chiaro sottodimensionamento numerico e capacitivo, rappresentano infatti le uniche due flotte europee con significative capacità di *power projection*. Entrambe evidenziano tuttavia l'assenza di incrociatori missilistici ed un inferiore impiego di cacciatorpediniere, come osservabile anche nel resto delle Marine Militari europee. Ampliando geograficamente il quadro valutativo, la *Royal Australian Navy* rappresenta una Forza Armata in crescita, sia qualitativamente che strategicamente. L'Australia conta infatti sei SSK, tre cacciatorpediniere e sette fregate, tre unità anfibe, di cui due LHD ed una LSD, ed un ridotto numero di PCCs, pari a tredici. È infine opportuno analizzare anche la crescita della Marina Militare indiana (*Bhāratīya Nāu Senā*), la quale conta su due portaerei, dodici cacciatorpediniere, quindici fregate e 159 PCCs, evidenziando con quest'ultimo dato la tradizionale vocazione da *Green/Brown Water Navy* (71). Il quadrante Indo-Asiatico rappresenta sicuramente uno degli scenari più dinamici in termini di evoluzione dello strumento militare marittimo, complice *in primis* lo sviluppo militare della Repubblica Popolare Cinese. Le Marine Militari di India, Australia, Corea del Sud e Giappone, solo per citare le principali nella regione, evidenziano infatti una generale tendenza all'aumento delle spese per la difesa dedicate al segmento *maritime*, con una conseguente potenziale crescita quantitativa e qualitativa delle rispettive flotte negli anni a venire.

Questa panoramica riflette alcune delle tendenze contemporanee delle Marine Militari nei diversi quadranti regionali, rappresentando la base organica sulla quale si innesteranno i programmi già avviati ed i progressi della cantieristica navale nei prossimi venticinque anni. L'interazione tra le decennali vite operative delle unità attualmente operative, le iniziative di aggiornamento capacitivo delle stesse, il completamento degli accordi di procurement già siglati e gli sviluppi di nuovi progetti definiranno infatti le Marine Militari del 2050. Questo riguarderà da un lato la composizione delle flotte, con il plausibile abbandono di alcune tipologie di navi di superficie, in ispecie l'incrociatore, ed una significativa ibridizzazione delle altre, non solo in termini di tonnellaggio, ma anche di sistemi di combattimento imbarcati, e dall'altro le caratteristiche aggregate delle singole categorie di imbarcazioni di superficie e battelli sottomarini.

Portaerei (CV) e Portaeromobili:

L'impiego di portaerei tradizionali, ovvero con un dislocamento superiore alle 60.000 tonnellate e progettate con una significativa enfasi sul supporto alle operazioni aeree ad alta intensità a lungo raggio, è oggi, come osservato, una peculiarità quasi esclusiva della *US Navy*. Al fine di consolidare questa capacità, la flotta statunitense ha già avviato l'aggiornamento delle sue unità a propulsione nucleare con lo sviluppo della classe *Ford*, la cui omonima prima nave è entrata in servizio nel 2017, con l'intento di sostituire gradualmente le unità della classe *Nimitz*. Le future CV statunitensi saranno in particolare dotate del sistema di catapulte *Electromagnetic Aircraft Launch System* (EMALS), risultando le pioniere della stessa innovazione tecnologica. In prospettiva, tuttavia, sussiste una crescente attenzione da parte di altre Marine Militari sullo sviluppo di capacità analoghe, *in primis* da parte della PLAN. La flotta cinese ha infatti sviluppato quella che, con ogni probabilità, non solo sarà la sua nave ammiraglia per i prossimi anni, da affiancare alle portaerei *Type 001 Shandong* e *Type 002 Liaoning*, ma possibilmente la prima di una serie di grandi CV. La *Fujian*, prossima all'entrata in servizio attivo, ha infatti un dislocamento di circa 80.000 tonnellate ed implementerà per la prima volta nella PLAN una portaerei del tipo *Catapults Assisted Take Off Barrier Arrested Recovery* (CATOBAR), a differenza delle due unità precedenti, di tipo *Short Take-Off But Arrested Recovery* (STOBAR). In modo consequenziale e coerentemente con la crescita strategica del suo spazio marittimo di riferimento, si è mossa la *Bhāratīya Nāu Senā*, la quale ha strutturato la sua capacità di proiezione aeronavale su due portaerei di classe *Vikrant*, la *INS Vikramaditya*, in servizio dal 2013, e l'omonima capoclasse *INS Vikrant*, in servizio dal 2022. Entrambe CV del tipo STOBAR, con un dislocamento intorno alle 45.000 tonnellate e con una capacità di carico di circa 30 assetti tra ala fissa ed ala rotante. La peculiarità operativa che potrebbe portare l'India ad acquisire un'ulteriore proiettabilità in scenari di *war-*



La portaerei di nuova generazione sarà lunga 305 metri e avrà una massa di 75.000 tonnellate, rispetto ai 262 metri di lunghezza e alle 40.000 tonnellate dell'attuale *Charles de Gaulle* (Naval Group).

fighting marittimo è dettata tuttavia dal contemporaneo ammodernamento della flotta aerea imbarcata, con la transizione dai *Mig-29 K* ai *Rafale M* che comporterà un balzo di oltre un quarto di generazione nei velivoli a disposizione. L'interesse strategico per il mantenimento di una portaerei anche per la proiezione a lungo raggio è manifestato anche dalla *Marine Nationale*, la quale è nella fase di progettazione della sua *Porte Avion Nouvelle Generation* (PANG) per sostituire l'attuale FS *Charles De Gaulle*. L'obiettivo è quello di avere una nave da 75.000 tonnellate, ovvero equivalente quasi al doppio della sua corrispondente attualmente in servizio. La PANG è concepita con lo scopo di ospitare i futuri velivoli di sesta generazione derivanti dal progetto *Système de Combat Aérien du Futur* (SCAF) e di essere compatibile, in un'ottica di interoperabilità in ambito NATO, anche con gli aerei della *US Navy*, tra cui l'*F/A-18E/F Super Hornet*, l'*F-35C Lightning II* ed il *CMV-22 Osprey* (72).

La tendenza prospettica verso un numero maggiore di CV del tipo CATOBAR e secondariamente del tipo STOBAR in servizio nelle Marine Militari internazionali, o quantomeno nelle flotte di quelle di primo rango, quale strumento essenziale di proiezione del potere aeronavale in quadranti di interesse strategico sempre più ampi, contrasta invece con una probabile marginalizzazione progressiva delle portaerei di tipo *Short Take Off and Vertical Landing* (STOVL). Al netto della ITS *Cavour* della Marina Militare italiana, il più recente esempio è infatti rappresentato dalle unità classe *Queen Elizabeth* della *Royal Navy*, la HMS *Queen Elizabeth* e la HMS *Prince of Wales*, entrate in servizio rispettivamente nel 2017 e nel 2019. Sfidando gli estremi della categoria, tanto più in quanto a propulsione convenzionale, con un dislocamento superiore alle 80.000 tonnellate, le stesse non hanno finora generato tendenze emulatorie da parte di altre flotte, anche alla luce di alcune criticità emerse dopo il loro varo. I requisiti operativi dettati dal riemergere del *warfighting* convenzionale ad alta intensità come scenario possibile di impiego, i persistenti limiti caratterizzanti i velivoli STOVL, soprattutto in termini di complessità e capacità di carico, l'avvento del concetto di portadroni (*drone carrier*) ed al contempo la superiore modularità offerta dalle nuove classi di LHA e LHD appare dunque circoscrivere le possibilità di sviluppo di questa tipologia di unità. Se le CV continueranno ad essere gli epicentri dei CSGs, queste tenderanno pertanto verso piattaforme in grado di garantire maggiore autonomia operativa ed una superiore capacità d'attacco a lungo raggio, con una crescente centralità della propulsione nucleare e sull'implementazione di configurazioni del tipo CATOBAR.

Soluzioni alternative per quanto attiene all'integrazione aeronavale sono tuttavia una possibilità non limitata per le Marine Militari di rango inferiore, per quanto incomparabili in termini capacitivi con una CV tradizionalmente concepita di qualsiasi tipo. Tra gli sviluppi più interessanti vi è la conversione della nave portacontainer *Peranin* nella *drone carrier* IRIS *Shahid Bagheri* da parte della IRGCN. La nave, poi bersagliata nel contesto dell'Operazione *Epic Fury* condotta dagli Stati Uniti contro l'Iran, era progettata per dispiegare diversi UAVs, come lo *JAS-313*, una versione *unmanned* del progetto autoctono di caccia stealth *Qaher-313*, il *Mohajer-6* e l'*Ababil-3* (73), nonché assetti ad ala rotante come i *Mil Mi-17 Hip*, i *Bell-412* ed i *Bell-206*. Al di là delle specificità del caso iraniano, il potenziale trasformativo delineato dalla combinazione tra piccole (o rudimentali) portaeromobili e droni aerei sempre più performanti ed autonomi pone le condizioni per una possibile evoluzione delle Aviazioni Navali, con impatti sia in termini di accessibilità alle capacità di proiezione ed integrazione aeronavale da parte di Marine Militari ad oggi escluse, sia di metamorfosi nella composizione e negli impieghi delle flotte aeree imbarcate. Non a caso, anche la Marina Militare italiana ha virtualmente condiviso la necessità di dotarsi di *drone carriers*, va-

gliando il progetto *Sciamano Drone Carrier*, finanziato dal Piano Nazionale di Ricerca Militare (PNRM) del 2022, ed affidato a Fincantieri per la definizione allo scopo del *concept design* di un'unità. L'ottica è quella di implementare un vascello dedicato all'esclusiva capacità di lancio e recupero di UAVs, sia ad ala fissa che ad ala rotante, per impiegarli in missioni ISR, operazioni *counter drones* ed eventuale saturazione delle difese nemiche tramite *swarm attacks* (74).

Landing Helicopter Assault (LHA) e Landing Helicopter Dock (LHD):

La necessità di poter generare effetti lungo l'intero *continuum-of-competition* e l'ibridizzazione tra *Blue Water Navies* e *Green Water Navies*, soprattutto se confrontato con l'imperante vincolo di disporre di un *single set of force* basato su un *single set of money*, è il fondamento di una significativa tendenza verso piattaforme modulari ed impiegabili in modo flessibile in scenari operativi diversi e mutevoli. Le LHA e le LHD, ancor più grazie ai significativi miglioramenti capacitivi garantiti dal progresso tecnico e tecnologico appaiono attualmente ed in prospettiva destinate a soddisfare al meglio questi requisiti, risultando pertanto unità su cui si concentrano molti programmi di procurement delle Marine Militari. Lo sviluppo della componente *unmanned*, inclusiva di UAVs, USVs ed UUVs, rende poi queste piattaforme tra le più idonee al loro dispiegamento, impiego e recupero, grazie all'elevato tonnellaggio ed alla contemporanea disponibilità di un ponte di volo e di un bacino allagabile. Gli *Amphibious Ready Group* (ARG), incentrati appunto su un LHA/LHD ovvero su una combinazione di queste, rappresentano infine delle pedine operative estremamente adattabili e funzionali a dissuadere e generare dilemmi ad un potenziale avversario, nonché in grado di esprimere al massimo il loro potenziale proprio all'interno delle sempre più strategiche zone litoranee. La Marina Militare italiana ha proprio in quest'ottica acquisito nel 2024 la ITS *Trieste*.



Nave *Trieste*, Unità d'Assalto Anfibio Multiruolo classe Landing Helicopter Dock (LHD).

ste, la più grande unità della flotta nazionale in termini di tonnellaggio, con un dislocamento a pieno carico di quasi 40.000 tonnellate. La nave d'assalto anfibio è pensata per una configurazione multiruolo, determinata anche dalla capacità di operare con l'*F-35B Lightning II* e di impiegare fino ad un massimo di venti velivoli e, opzionalmente, diversi assetti ad ala rotante. La ITS *Trieste* potrà quindi sia fungere da portaerei leggera da affiancare alla ITS *Cavour* in caso di dispiegamenti ad alta intensità, sia da nave per operazioni anfibie che prevedano un ingente trasporto mezzi, materiali e truppe (75). Parziali passi in avanti nella capacità anfibia li ha mossi anche la Marina Militare sudcoreana (ROKN – *Republic of Korea Navy*) con la messa in servizio nel 2022 della seconda nave classe *Dokdo*, la ROKS *Marado*. Classificate anche come unità *Landing Platform Helicopter* (LPH), queste hanno un dislocamento inferiore di circa 18.000 tonnellate a pieno carico e capacità di trasporto velivoli ad ala rotante pari a dieci assetti, tra *KUH-1 Surion* ed *UH-60P Black Hawk* (76). I rivestimenti termici sul ponte di volo lasciano tuttavia aperta la possibilità che le navi classe *Dokdo*, di cui è prevista la messa in servizio futura di una terza unità, possano essere abilitate ad accogliere operazioni aeree condotte con l'*F-35B Lightning II*. Tale capacità era non a caso già stata preventivata nel progetto *LPX-II*, concepito nel 2019 e poi congelato, per la costruzione di una portaerei da 40.000 tonnellate in grado di imbarcare venti assetti ad ala fissa. Seppur attualmente non sembrano vi siano possibilità di un rilancio a breve termine del progetto, non è escludibile che la ROKN possa riprenderlo nei prossimi anni, oppure virare su assetti anfibi più economici, più versatili e coniugati con la componente *unmanned*.

La Marina Militare turca (*Türk Deniz Kuvvetleri*), nel 2023, ha invece messo in servizio la TGC *Anadolu*, la prima nave d'assalto anfibia progettata per il dispiegamento di UAVs ed *Unmanned Combat Aerial Vehicles* (UCAV) e modulabile sia come unità d'assalto anfibio, sia come *drone carrier*. Fortemente incentrata sul potenziale di trasporto di mezzi meccanizzati e corazzati, l'elemento innovativo è rappresentato dalla configurazione *by design* di un ponte di volo idoneo al decollo ed all'appontaggio di mezzi *unmanned* da combattimento, nello specifico i *Bayraktar TB3* ed i *Bayraktar Kızılelma* (77). Stessa rimodulazione capacitiva potrebbe averla la LHD classe *Juan Carlos I* della Marina Militare spagnola (*Armada Española*). L'adattamento deriva infatti dalla medesima criticità, ovvero l'attuale impossibilità per la Turchia di schierare velivoli da combattimento imbarcabili, e la progressiva obsolescenza della ridotta flotta aerea di *EAV-8B+ Matador II* per la Spagna. Quest'ultima ambisce inoltre ad integrare il drone *SIRTAP*, prettamente dedito a missioni ISR, per colmare una possibile carenza operativa (78) per quanto concerne la componente ad ala fissa della sua nave ammiraglia. È parallelamente importante evidenziare la direzione strategica della componente d'assalto anfibio intrapresa dalle due principali Forze Armate di settore, ovvero le *US Navy* e la PLAN. La flotta statunitense ha infatti optato per una rilevante modifica in corso della propria classe *America*. Le prime due unità messe in servizio, la USS *America* (2014) e la USS *Tripoli* (2020) non sono state dotate di bacino allagabile e, pertanto, rientravano nell'inquadramento operativo delle LHA, concepite per una catalizzazione del supporto alle operazioni aeree ed un'ampia capacità di stoccaggio di carburante. Le successive unità, la USS *Bougainville* prossima alla messa in servizio e la USS *Fallujah* in costruzione, invece, saranno dotate di un bacino allagabile più grande ed un hangar ridotto, imperniandosi sul trasporto ed il lancio di mezzi da sbarco (LCAC – *Landing Craft Air Cushion*) ed aumentandone la flessibilità operativa anfibia. Nel dettaglio, la classe *America* è stata pensata sui requisiti operativi dettati dal Corpo dei Marines (USMC – *United States Marine Corps*) secondo il concetto di *Operational Maneuver From the Sea* (OMFTS), basato sulla capacità di trasporto di una *Marine*

Expeditionary Unit (MEU) utilizzando velivoli da trasporto *MV-22B Osprey*, supportati da caccia *F-35B Lightning II*, *AV-8B Harrier II* ed una diversificata gamma di elicotteri d'attacco (79). La PLAN procede invece ad ampliare la sua schiera di navi LHD classe *Type 075 Yushen* con una nuova unità prossima all'entrata in servizio che integrerà gli altri tre vascelli già operativi. A questo si aggiunge l'ultimazione della nuova unità classe *Type 076 Yulan*, un'esclusiva ibridizzazione tra una LHA per operazioni aeree ed una moderna LHD da sbarco anfibio. La nave sarà dotata di catapulte per il lancio di velivoli ad ala fissa, una peculiarità atipica per le unità d'assalto anfibia, solitamente in grado di dispiegare solo elicotteri e velivoli a decollo ed atterraggio verticale/corto (V/STOL – *Vertical and/or Short Take-Off and Landing*). L'elemento trasformativo è dettato dalla progettazione volta a schierare un'ampia gamma di UAVs ed UCAVs, tra cui il drone da combattimento *stealth GJ-11 Sharp Sword*, il drone da ricognizione *WZ-7 Soaring Dragon* ed i velivoli *unmanned* della famiglia *CASC Rainbow Strike* (80). Il focus strategico della PLAN è infatti orientato ad aggirare la cosiddetta *porcupine strategy* di Taiwan e pertanto, nello sfruttamento di finestre di opportunità spazio-temporali limitate per accedere all'isola ed ottenere vantaggi tattici, operativi e strategici.

Landing Platform Dock (LPD) e Landing Ship Dock (LSD):

LPD e LSD garantiscono simili caratteristiche in termini di tonnellaggio e modularità rispetto alle LHA e LHD, al netto ovviamente di una non comparabile capacità aeronavale, rappresentando, analogamente a queste ultime, un significativo potenziale di sviluppo quali piattaforme flessibili di proiezione di potenza. Le stesse possono infatti integrare un ARG, affiancandosi ad una nave d'assalto anfibio a costituire pedine tattico-operative più sostanziali per missioni, anche di lunga durata, in zone litoranee. Le dimensioni e le strutture, *in primis* il bacino allagabile, che caratterizzano LPD e LSD, nonché il buon grado di protezione che già le contraddistingue, rende queste unità particolarmente idonee a supportare il MUM-T, potendo fungere in prospettiva da navi madri per *swarm* composti di UAVs, ma soprattutto di USVs ed UUVs, anche di categorie medio-grandi. La possibilità di rilasciare questi ultimi più in prossimità dell'area di interesse (AoI – *Area of Interest*) permetterebbe infatti di ottimizzarne le prestazioni e renderebbe in potenza le LPD e LSD dei moltiplicatori di *situational awareness* per tutto un ARG. L'importanza di queste unità è confermata dal fatto che la *US Navy* ha avviato la produzione di ulteriori navi di classe *San Antonio* nella variante migliorata *Flight II*, al fine di sostituire le classi *Whidbey Island* e *Harpers Ferry* in fase di progressiva dismissione. Particolare attenzione è poi posta dalla *US Navy* al progetto *Light Amphibious Warship* (LAW), il quale ambisce a dotare la flotta statunitense di navi a tonnellaggio ridotto con maggiori capacità di condurre operazioni costiere, aventi dimensioni ridotte ed un'alta modularità operativa. Le future LAWs sono principalmente concepite per supportare i *Marine Littoral Regiments*, nel trasporto tattico, nel dispiegamento rapido e nel sostegno ad operazioni ibride, in applicazione del concetto di *Expeditionary Advanced Base Operations* (EABO). Il programma complessivo prevede il procurement di un numero compreso tra 18 e 35 unità, con l'ingresso in servizio delle prime otto stimato tra il 2025 ed il 2029 (81).

Si trovano ancora in una fase embrionale, ma con una direzione precisa, invece la *Marine Nationale* e la *Royal Navy*. La prima è infatti attualmente orientata verso l'aggiornamento capacitivo e l'eventuale integrazione in termini di numeri della sua classe *Mistral*, mentre la seconda ha introdotto il programma *Multi-Role Support Ship* (MRSS) con la previsione di sostituire le LPD HMS

Albion e *HMS Bulwark*. Attualmente nella sua fase concettuale, il MRSS è progettato per ricapitalizzare la flotta anfibia con navi versatili e moderne, in grado di supportare le operazioni in scenari multi-dominio e dalla conformazione variabile della minaccia. I nuovi vascelli della flotta britannica dovrebbero approssimativamente entrare in servizio nei primi anni del prossimo decennio (82). Nella medesima fase valutativa si trova la Marina Militare italiana, orientata a sostituire le classi *San Giorgio* e *San Giusto* con tre nuove unità anfibe all'interno del programma *Landing eXperimental Dock* (LXD). Un altro progetto innovativo è quello della Marina Militare olandese (*Royal Netherlands Navy*), che intende sostituire le unità LPD HNLMS *Rotterdam* e HNLMS *Johan De Witt* insieme agli attuali pattugliatori d'altura di classe *Holland*, fondendo gli attuali compiti assegnati ad esse in un'unica nuova classe navale. La sostituzione operativa, prevista a partire dal 2032, verrà effettuata parallelamente alla dismissione delle unità precedenti, con cadenza annuale. In ultimo, per quanto concerne gli sviluppi innovativi di questa tipologia di piattaforme navali, si riporta l'acquisizione da parte della Marina Militare del Qatar (*Al-Bahriyya al-Qatariyya*) dell'unità *Al Fulk*, costruita da Fincantieri sulla linea evolutiva della classe *San Giorgio*. Con un dislocamento di circa 8.800 tonnellate a pieno carico, la stessa si caratterizza per un'elevata versatilità, essendo dotata di un ponte di volo in grado di ospitare assetti ad ala rotante medi e leggeri. L'unità *Al Fulk* presenta anche una rilevante capacità anfibia, strutturata su un hangar per veicoli ruotati e cingolati, un bacino allagabile interno per l'impiego di mezzi da sbarco ed assetti anfibi, e due rampe carrabili per la movimentazione rapida di truppe e mezzi da sbarco (83). L'elemento saliente è rappresentato da una scelta, volta all'ottimizzazione economica ed all'efficienza capacitiva, che apre a possibili repliche anche per altre Marine Militari. L'ibridizzazione è infatti un tema cruciale e ricercato, che si candida a divenire centrale nell'articolazione delle flotte e nella pianificazione e condotta delle operazioni militari marittime dei prossimi decenni.

Rifornitori (LSS – *Logistic Support Ship*):

La convergenza tra i requisiti operativi di una maggiore resilienza e persistenza in teatri di impiego potenzialmente lontani da un lato e di una superiore sostenibilità di protratti ingaggi ad alta intensità è alla base di una rinnovata attenzione sulle unità rifornitrici. Sopravvivenza, autonomia e soprattutto capacità di provvedere al trasporto ed al rifornimento in mare di tutto quanto necessario ad una nave militare impegnata in combattimento, ivi inclusi munizionamento e VLS, sono i requisiti tecnici principali alla base della revisione concettuale di queste navi. In materia di sviluppo, Italia e Francia collaborano nell'ambito del progetto *Bâtiments Ravitailleurs de Force* (BRF), basato sulla classe *Vulcano*, per fornire alla *Marine Nationale* nuove unità volte a sostituire la classe *Durance*. La prima nave, FS *Jacques Chevallier*, è entrata in servizio già nel 2023, mentre le altre unità FS *Jacques Stoskopf*, FS *Émile Bertin* e FS *Gustave Zédé* saranno probabilmente consegnate a partire dal 2025 e fino al 2031. I vascelli avranno un dislocamento massimo a pieno carico di circa 31.000 tonnellate, con una capacità di trasporto carburante di 13.000 metri cubi per il rifornimento simultaneo di due imbarcazioni di grande tonnellaggio. Il ponte di volo poppiere ospiterà inoltre un hangar per l'impiego di elicotteri e droni navali (84). Anche la *US Navy* intende ammodernare la sua flotta logistica di rifornitori con il programma *Next-Generation Logistics Ship* (NGLS). Quest'ultimo prevede l'acquisto di tredici nuove unità, con la stima di una costruzione di almeno tre nuove unità entro il 2029. Il programma prevede due varianti di navi: la *Platform Supply Vessel* (PSV) e la *Fast Supply Vessel* (FSV), al fine di garantire diversa mobilità



e profili di impiego. L'obiettivo è quello di dotare la flotta statunitense di piattaforme più piccole e meno costose rispetto alle attuali grandi navi da rifornimento della classe *John Lewis*, in grado di ottemperare ai futuri dispiegamenti in acque costiere per sfruttare la massima integrazione con le piattaforme anfibe come le LAWs (85).

Al di là degli specifici assetti che in termini comparativi globali non evidenziano, ad oggi, significativi cambiamenti strutturali, le operazioni militari marittime del futuro richiederanno navi da rifornimento e supporto logistico modulari in relazione agli ambienti di manovra. Le unità LSS saranno concepite per espletare compiti di rifornimento simultaneo aderenti a sortite navali massive e pluricomposte. Anche se attualmente non si registrano sviluppi degni di nota in materia di rifornimenti tra unità navali di superficie condotti con mezzi *unmanned*, l'automazione di tali processi potrebbe progredire rapidamente nei prossimi decenni. Tali operazioni tendenzialmente diverranno sempre più ostiche in spazi marittimi compartimentati, in prossimità delle coste e sottoposte ad azioni interdittive da parte di una forza avversaria. Questo implica alcune riflessioni strategiche anche in merito alla vulnerabilità di grandi navi rifornitrici, potenzialmente esposte alla tracciabilità radar ed al rateo di fuoco multiplo del nemico. Mezzi come USVs di grandi dimensioni potrebbero infatti offrire una logistica di aderenza più efficace ed una *survivability* migliorata, declassando sensibilmente i rischi per la componente umana, nonché i costi di gestione e manutenzione di navi pesanti. La sinergia applicativa nel campo logistico navale tra AI e robotica rappresenta dunque uno dei vettori di trasformazione più rilevanti per il supporto alla manovra aeromarittima a lunghe distanze, in particolare in uno scenario di *warfighting* convenzionale ad alta intensità

Cacciatorpediniere (DDG):

L'attuale tendenza alla progressiva dismissione degli incrociatori e l'assenza di piani per la loro sostituzione presso quelle Marine Militari che ne sono ancora dotate, lascia presupporre la prossima estinzione di questo tipo di unità nell'arco del prossimo decennio. Al contrario, i cacciatorpediniere registrano una crescente importanza, facendosi sempre più carico di assolvere proprio quei compiti di attacco superficie-superficie, in ottica antinave e di bersagliamento terrestre proprio degli incrociatori. Ne consegue un'ibridizzazione dei DDG, con una tendenza triplice di aumento del loro numero all'interno delle flotte, di incremento del loro tonnellaggio, dalle contemporanee 8.000-13.000 tonnellate, nonché di aumento e diversificazione dei sistemi di combattimento imbarcati. La *US Navy* intende infatti sostituire con i DDG il ruolo finora svolto dagli incrociatori classe *Ticonderoga* all'interno degli schieramenti navali, in quanto i secondi sono ormai ritenuti, al di là della specifica classe, meno scalabili e modulari rispetto ai cacciatorpediniere. In quest'ottica, la flotta statunitense, nel quadro dei *Future Surface Combatants* (FSCs), ha avviato il progetto dei futuri cacciatorpediniere DDGX, concepiti sulla stessa logica operativa delle unità classe *Arleigh Burke Flight III*. Le nuove navi avranno un dislocamento prossimo alle 14.000 tonnellate e saranno dotate di 96 celle VLS *Mark-41*, con la possibilità di convertire i lanciatori di prua con celle di dimensioni maggiori per il lancio di missili ipersonici come l'*Intermediate Range Conventional Prompt Strike* (IRCPS) (86). Contraddistinti da un dislocamento indicativamente superiore del 40% rispetto all'ultima versione aggiornata della classe *Arleigh Burke*, i DDGX saranno concepiti come unità scalabili, idonee a ricevere *upgrades* tecnici, per le componenti hardware e software. È inoltre possibile che possano disporre di sistemi d'arma



Un ipotetico CSG composito in navigazione. CSGs ed ARGs, per quanto riconfigurati, persisteranno come decisive pedine tattico-operative nello spazio di battaglia del futuro. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

ad energia diretta *by design*, o comunque installabili successivamente. I futuri cacciatorpediniere della *US Navy*, dei quali si evidenzia l'intenzione di acquisirne 28 (87), rappresenteranno pertanto la spina dorsale dei FSCs strutturati su un'ampia capacità di difesa aerea, di guerra elettronica e di protezione dei CSGs.

Parallelamente, la PLAN ha optato per il progetto della classe *Type 055 Renhai*, un cacciatorpediniere dalle notevoli dimensioni e pesantemente armato, associato per caratteristiche proprio agli incrociatori statunitensi di classe *Ticonderoga*. Le nuove unità, in fase di incremento numerico, sono dotate di 112 celle VLS modulabili, in grado di lanciare vettori antinave da crociera *YJ-18* e *CJ-10* con capacità LACM, ai quali potrebbe sommarsi l'ipersonico *YJ-21*, e missili terra-aria *HQ-16* e *HQ-9* (88). Complessivamente, la PLAN sembra andare di pari passo con la *US Navy*, in termini dottrinali, nel segmento riguardante la struttura della propria flotta di superficie con capacità di *strikes* e di difesa aerea. Ovvero, accrescere la già corposa quota di cacciatorpediniere ed ibridizzarli con il tradizionale ruolo dell'incrociatore, ottimizzando la massa complessiva e riservando una cruciale attenzione alla multi-operabilità degli assetti. Segue le innovazioni di settore anche la Marina Militare italiana, con l'avviamento del progetto per i futuri cacciatorpediniere DDX, destinati ad affiancare le unità classe *Orizzonte* a partire dal 2030. Le nuove navi dovrebbero avere un dislocamento superiore alle 10.000 tonnellate e disporre di 96 celle VLS, strutturate con sistemi *Sylver A-50* ed *A-70* a supportare i missili superficie-aria della famiglia *Aster* e superficie-superficie *SCALP Naval*, entrambi prodotti da MBDA (89). Non si esclude che i prossimi DDX italiani possano sfruttare i sistemi *Sylver A-70* anche per l'impiego di missili da crociera con capacità LACM, missili subsonici antinave FC/ASW e l'intercettore *Aquila* per le minacce derivanti da vettori ipersonici. Il raggiungimento di similari obiettivi di aggiornamento capacitivo riguarda anche la JMSDF, che ha integrato la sua flotta di cacciatorpediniere con due unità della

classe *Maya*, l'omonima capoclasse e la JDS *Haguro*. Rispetto alla precedente classe *Atago*, queste sono dotate del radar migliorato *AN/SPY-7* ed adottano la versione *Block IIA* dei *RIM 161 SM-3* per la protezione da vettori balistici a lungo raggio.

La centralizzazione del ruolo dei cacciatorpediniere potrebbe infine condurre ad una rimodulazione della tradizionale configurazione dei CSGs delle Marine Militari maggiormente strutturate. Nell'ottica delle DMOs, l'assenza degli incrociatori e l'aumento della capacità di protezione delle *capital ships* da parte dei cacciatorpediniere, potrebbe infatti risultare funzionale ad un ridimensionamento dei singoli CSGs, al fine di redistribuire la potenza di fuoco su più gruppi, così da generare maggiori dilemmi all'avversario in termini di manovra e capacità di *targeting*.

Fregate (FFG):

Le fregate sono tra le unità che più si trovano ad assorbire i mutamenti operativi richiesti alle flotte contemporanee e dei decenni a venire. La tendenza che emerge, come per i cacciatorpediniere, è infatti di crescente enfasi sulla scalabilità e sulla modularità, congiunta ad una massimizzazione dei sistemi di autoprotezione e sulla possibilità di poter dispiegare sciame (limitati o massivi) di assetti *unmanned*, sia aerei che di superficie. Su tale fronte, i Paesi europei risultano particolarmente attivi, con la Marina Militare tedesca (*Deutsche Marine*) che ha avviato un programma di modernizzazione navale, progettato per sostituire le fregate della classe *Brandenburg*. Le fregate *F126* classe *Niedersachsen* saranno le più grandi unità da combattimento di superficie della flotta tedesca, con un dislocamento di circa 10.000 tonnellate, venendo progettate per una maggiore autonomia operativa rispetto ai vascelli predecessori ed integrate con sistemi d'arma migliorati per la lotta antisommergibile e per la difesa aerea. La prima unità è prevista per la consegna nel 2028, con una prosecuzione di entrate in servizio prevista per tutto il lustro successivo (90). Segue in maniera parallela l'aggiornamento qualitativo dell'*Armada Española* con le fregate *F110* classe *Bonifaz*, una serie di fregate multiruolo ed ASW con un dislocamento inferiore rispetto alle navi tedesche, ma equipaggiate con un cannone *Otobreda 127/64* di Leonardo, missili *RIM 162 ESSM Block 2*, missili antinave *RGM-84 Harpoon* ed un VLS *Mark-41* (91).

Italia e Francia, invece, hanno co-strutturato la progettazione di 21 nuove FREMM, per ammodernare le proprie flotte con, rispettivamente, dieci ed undici unità. La linea di sviluppo segue un tonnellaggio maggiorato ed un miglioramento delle capacità radar per la lotta antisommergibile, unite ad un sistema di 16 celle VLS, virtualmente estendibile a 32 per le FREMM EVO. La *US Navy*, in controtendenza con gli obiettivi capacitivi del passato, ha anch'essa ritenuto opportuno di estendere le proprie capacità di superficie con questo tipo di piattaforme, candidate a soddisfare i requisiti di riferimento individuati dal concetto di *Green Water Navy*. La classe *Constellation*, derivante dal progetto FREMM di Fincantieri, ha tuttavia richiesto degli adattamenti tecnici mirati a soddisfare le esigenze operative degli Stati Uniti. Le principali caratteristiche di differenziazione sono il sistema di combattimento *AEGIS Baseline 10*, il radar *AN/SPY-6 AESA 3D* ed un VLS *Mark-41* a 32 celle. Non ci saranno sonar montati sullo scafo o sulla prua, ma al loro posto, la *US Navy* monterà il sonar trainato Thales *CAPTAS-4*, mentre l'hangar ed il ponte di volo supporteranno un singolo elicottero ASW *MH-60R Seahawk* e, plausibilmente, possibili futuri *Remotely Weaponized Autonomous System* (RWUAS) (92).

Nell'orizzonte 2050, le fregate non solo concretizzano una maggiore attenzione per operazioni nella fascia litoranea, ma soprattutto una rinnovata attenzione alla lotta antisommergibile, passata

per alcune Marine Militari in desuetudine dopo la fine della Guerra Fredda e necessitante di tempo per essere adeguatamente ricostituita. Un'enfasi sul potenziale di difesa aereo ed eventualmente di attacco superficie-superficie completano poi la tendenziale ibridizzazione capacitiva di questo tipo di unità, su cui verranno in parte ripartite le esigenze di una superiore resilienza operativa e di un'incrementata capacità di fuoco.

Pattugliatori (PCC):

Il ruolo dei pattugliatori registra una tendenza verso una commistione tra i due relativi impieghi originari, ossia *inshore* ed *offshore*. Le Marine Militari più strutturate hanno infatti generalmente ampliato il proprio raggio operativo, optando per assetti più grandi, versatili e muniti di rilevante armamento, se comparato con le corrispondenti precedenti classi di battelli costieri. Le flotte europee, ad esempio, hanno già utilizzato in passato i pattugliatori nell'ambito delle diverse missioni di sicurezza marittima e di contrasto alla pirateria lontano da litorali patrii. Si assiste, pertanto, all'adozione di scafi più prestanti con una configurazione delle unità sempre più verso un impiego d'altura. I PCCs hanno poi acquisito crescente rilevanza a causa della centralità strategica di quadranti marittimi compartimentati, come il Mar Mediterraneo, il Mar Baltico, il Mar del Giappone od il Mar Cinese Meridionale. Tale tendenza, d'altra parte, ha prodotto un risultato inverso per le Marine Militari di rango più basso, con un aumento dell'impiego di FACs volto a contrastare le operazioni in prossimità della costa da parte di attori sensibilmente più capaci. Il filo conduttore di tali processi trasformativi si consolida nella necessità multilivello di generare effetti a ridosso delle proprie acque territoriali, ovvero nell'espletare dei compiti non attribuibili ai tradizionali pattugliatori costieri, imperniati sulla tutela delle *inner waters*. Il progetto in fase di delineamento

Uno *swarm* di droni esplosivi attacca una base portuale. L'impiego di UAVs, USVs ed UUVs per generare effetti nella profondità delle acque avversarie contribuirà plausibilmente ad una metamorfosi spazio-temporale delle operazioni nel dominio marittimo. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).



da parte di Fincantieri per la Marina Militare italiana con i prossimi Pattugliatori Polivalenti d'Alta (PPA) EVO sottolinea il processo evolutivo anche sotto un profilo dottrinale. L'armamento di queste unità sarà infatti verosimilmente composto, tra le varie, da 64 VLS tra *Sylver A-50* ed *A-70*, otto missili antinave, due cannoni da 76/62 *Super Rapido*, CIWS secondari da 30 e 40 mm e tubi lanciasiluri per i vettori *MU90/Impact* di Leonardo. Le navi, inoltre, avranno capacità di schierare due elicotteri, UAVs da ricognizione ed un sonar a profondità variabile migliorato per ASW. Presumibilmente, a questi si aggiungerà l'impiego di USVs ed UUVs, ospitabili sulle baie di missione modulabili nella dorsale laterale dello scafo ed a poppa (93).

Analogamente, e sottolineando la tendenza trasversale verso una revisione del ruolo dei PCCs, sono in fase di integrazione i nuovi OPVs della *Royal Australian Navy* e della *Royal Navy*. L'Australia ha infatti avviato la costruzione di dodici unità di classe *Arafura* da parte di Austal e Lürssen, destinati a sostituire le motovedette classe *Armidale*. I nuovi OPVs, per quanto di piccole dimensioni, hanno un dislocamento cinque volte superiore rispetto alle imbarcazioni che andranno a sostituire, con circa 1.700 tonnellate a pieno carico e sono armati con una *Remote Controlled Weapon System* (RCWS) *Typhoon* sviluppata dall'israeliana Rafael Advanced Defense Systems, per un cannoncino da 25 mm e due mitragliatrici pesanti calibro 12,7 mm. Come dotazioni di bordo sono presenti anche tre RHIBs di diverse dimensioni e gli alloggiamenti per l'impiego di UAVs leggeri (94). Il Regno Unito, invece, continua ad investire nei pattugliatori di classe *River*, con nuove unità come HMS *Trent* ed HMS *Medway*. In materia, di particolare attenzione risulta il nuovo *Multi-Purpose Patrol Vessel* (MPPV) programmato dalla JMSDF. Il battello avrà dimensioni eccezionali, con un dislocamento a pieno carico da 30.000 tonnellate e con una rilevante, ed estendibile, capacità di dispiegamento di assetti ad ala rotante e di trasporto di diverse piccole imbarcazioni, come RHIBs, con una gru installata a prua per il loro carico e scarico (95). Nel complesso, per quanto nella varietà di traiettorie seguite dalle flotte dei singoli Paesi, emerge una trasformazione di queste unità molto più equiparabile alle fregate, per capacità e tonnellaggio, che alle omologhe classi di battelli attualmente impiegati dalle diverse Marine Militari. Un fattore, questo, che si somma all'incremento della massa delle flotte di superficie ed all'autoprotezione delle singole unità.

Cacciamine (MCMS – *Mine Counter Measures Ship*):

Il fondamento concettuale dell'impiego delle MCMSs si è direzionato verso una profonda trasformazione, legata agli sviluppi tecnologici ed alla diversificazione delle finalità operative. Le principali Marine Militari internazionali sono in fase di progressivo abbandono delle unità tradizionali, per una rimodulazione profonda degli assetti dediti a questa tipologia di missioni. La tendenza, pressoché totale, opta per l'adozione di piattaforme madri adibite alla gestione di flotte di UAVs, USVs ed UUVs in modalità *stand-off*, in grado di ridurre i costi gestionali di navi con tonnellaggio considerevole e, parallelamente, eliminare i rischi per la componente umana. Le cacciamine dei prossimi decenni dovranno infatti da un lato essere impiegabili in teatri contestati o ostili, sopravvivendo e performando i loro compiti in modo rapido ed efficiente, e dall'altro tenderanno ad essere integrate sempre più nei dispositivi aeromarittimi dedicati alla protezione delle infrastrutture critiche sottomarine. In quest'ottica, la Marina Militare italiana ha già stanziato dei fondi per la realizzazione di cinque unità cacciamine di nuova generazione, dotate di avanzati sonar a profondità variabile e sistemi di identificazione mine gestiti dall'AI, nonché di pacchetti



Un ROV interviene su un cavo sottomarino. La protezione delle infrastrutture critiche è una delle sfide con cui le Marine Militari saranno sempre più chiamate a confrontarsi. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

modulari di sistemi *unmanned*, tra cui il drone subacqueo *Black Scorpion* ed assetti semi-autonomi di superficie prodotti da Seacat. Il Regno Unito ha impostato un progetto simile, incentrato su una riconfigurazione onnicomprensiva della propria flotta di cacciamine. Il programma *Mine Hunting Capability* (MHC) di Thales prevede la dismissione delle classi *Hunt* e *Sandown* entro il 2030, sostituendole con nuove *mother ships*, tra cui la nuova classe RFA *Stirling Castle*, già varata nel 2023. Anche per la *Royal Navy*, l'obiettivo è quello di derogare gran parte dell'attività di contromisure mine a sistemi controllati da remoto come l'*ARCIMS* sviluppato da Atlas Elektornik, ed i ROVs *Sea Wasp*, capaci di operare fino a 300 metri di profondità (96).

Congiuntamente al Regno Unito, la *Marine Nationale* ha poi in sviluppo il programma *Système*

de Lutte Anti-Mines Futur (SLAM-F), mirato alla sostituzione dei cacciamine classe *Éridan* con una nuova generazione di unità modulari che fungeranno da piattaforme per droni di superficie *Sterenn Du* e veicoli autonomi subacquei sviluppati da Naval Group e Thales. Entro il 2025, presumibilmente, saranno invece operative le prime unità dotate di sistemi MUM-T per l'ingaggio automatizzato tramite droni armati di cariche esplosive controllate a distanza (97). Segue la transizione verso l'automazione di sistemi dragamine anche la *US Navy*, intenzionata a dismettere la classe *Avenger* ed affidare le MCMSs a pacchetti modulari imbarcati sulle future *Littoral Combat Ships*, le quali interopereranno con gli elicotteri *MH-60S Seahawk* dotati di sonar *AN/AQS-20* e l'impiego combinato di UUVs *Knifefish* (98). L'adozione di tali sistemi risulta pervasivo su tutto il comparto militare marittimo europeo, sostenute anche dalle Marine Militari di Belgio, Paesi Bassi e Germania, omologate verso l'implementazione di UAVs, USVs ed UUVs, sulle rispettive imbarcazioni, in una transizione che prenderà orientativamente una solida forma entro il prossimo decennio.

Corvette:

I progetti di sviluppo delle corvette non si differenziano, nella loro concezione tattica, dai progetti delle unità di superficie a tonnellaggio ridotto osservati. Il ruolo della corvetta si dirige infatti verso profili di impiego sempre più associabili a quelli di una fregata leggera, con focus specifici su capacità di combattimento, utilizzo di vettori missilistici e bassa osservabilità. Ad esempio, le corvette della classe *Gowind*, sviluppate da Naval Group per l'Egitto e la Malesia, sono dotate di sistemi missilistici e radar avanzati, consentendo loro di svolgere performanti compiti di difesa aerea e combattimento. Queste unità sono equipaggiate con missili *Exocet MM40* a gittata maggiorata e sistemi di difesa aerea come il *Matra MICA* di MBDA, che offrono una protezione efficace contro le minacce provenienti dall'aria e dalla superficie. Il progetto *European Patrol Corvette* (EPC), sviluppato in cooperazione da Italia, Francia, Spagna e Grecia, rappresenta poi un ulteriore passo avanti in questo contesto. Il *concept* ambisce a sviluppare una piattaforma altamente modulare ed interoperabile, negli standard operativi europei e della NATO. Le EPCs saranno infatti progettate per svolgere sia missioni di pattugliamento costieri in contesti *unopposed*, sia missioni *combat* in teatri contesi, valorizzando un'alta flessibilità operativa. La lunghezza prevista per queste unità è di circa 110 metri, con un dislocamento di 3.000 tonnellate in una doppia configurazione: una versione *Long Range* Multiuso ed una versione *Full Combat* Multiuso (99).

Si evidenzia inoltre un rilevante sviluppo di corvette, in termini quantitativi e qualitativi, anche da parte della PLAN, con le classi *Jiangdao Type 056* e *Type 056A* migliorate per la lotta antisommersibile, armate da un cannone principale *H/PJ-26* da 76 mm, quattro missili antinave *YJ-83*, un lanciamissili terra-aria *AJK-10* e due tubi lanciasiluri tripli da 324 mm. La Repubblica Popolare Cinese, inoltre, ha iniziato a sviluppare anche nuove unità *Type 056B*, equiparabili a fregate lanciamissili, le quali saranno dotate di vettori a lungo raggio e di capacità di difesa aerea ad ampio spettro. Contestualmente, restano ancorate ad un tradizionale armamento massivo le recenti corvette della VMF classe *Gremyaščij*, armate con missili da crociera *Kalibr* aventi capacità LACM e missili supersonici antinave *P-800 Oniks*. La nave capoclasse, la RFS *Gremyaščij*, ha implementato anche il sistema di lancio missilistico *3S14*, verosimilmente idoneo anche al lancio di missili ipersonici *Zircon*. La definizione emergente è dunque quella di una tipologia di navi destinate ad accrescere sensibilmente la potenza di fuoco a medio e lungo raggio, in grado di porre

rinnovati dilemmi all'avversario e di supportare la moltiplicazione delle sorgenti di fuoco *stand-in* e *stand-off*. Si denota, inoltre, una concezione operativa diversa nelle dottrine militari marittime dei diversi Paesi. Se da un lato le flotte euro-atlantiche verosimilmente impiegheranno le corvette come navi di supporto ai SAGs, la VMF e la PLAN potrebbero impiegarle come unità da *deep strike*, sia in ottica offensiva, sia al fine di espandere potenziali bolle A2/AD.

Sottomarini:

La triplice congiuntura tra le crescenti esigenze di garantire capacità di ISR occulta e persistente, di disporre di un potenziale offensivo significativo e multiforme, ma difficile da rilevare, nonché di sorvegliare e proteggere sempre più vaste infrastrutture critiche abissali, è alla base di una rinnovata centralità nelle capacità espresse dalle flotte sottomarine. Queste appaiono infatti pienamente attagliate ai diversificati e mutevoli requisiti operativi caratterizzanti l'intero spettro della competizione strategica, garantendo massima discrezione, ma potendo all'esigenza generare effetti cinetici estremamente rilevanti. L'interazione tra progressi tecnologici nei sistemi di propulsione, tanto convenzionali quanto nucleari, nelle soluzioni per il controllo della traccia acustica dei battelli e parallelamente del raggio d'azione e del dettaglio di rilevazione dei sistemi sonar degli stessi, nonché le prospettive delineate dall'integrazione degli UUVs sono poi il fondamento per piattaforme subacquee crescentemente performanti, in grado di fornire un'opzione flessibile alle Marine Militari ed ai più ampi Sistemi Difesa in ogni situazione e di generare dilemmi persi-



Diverse unità dispiegano dei missili a lungo raggio contro obiettivi nemici. La diffusione pluri-piattaforma delle capacità di *deep strike* è una delle tendenze evolutive dello strumento militare marittimo. (Immagine generata mediante l'ausilio dell'AI).

stenti ad avversari e *competitors*. Queste tendenze sono alla base tanto di un ampliamento da un lato nel numero di operatori di battelli subacquei e dall'altro della dimensione delle flotte sottomarine esistenti.

Il segmento SSK, con lo sviluppo di motori AIP sempre più performanti ed inclusivi di celle ad idrogeno continuano a rappresentare le piattaforme di punta per le operazioni in acque compartimentate e sotto costa. La tendenza è tuttavia o a specializzare i battelli a propulsione convenzionale per attività di ISR occulta ed eventualmente per il dispiegamento e recupero di Forze Speciali, ovvero a dotare gli stessi di un più ampio spettro di vettori d'attacco, in particolare LACM. La maggiore criticità per gli SSK, in un contesto di operazioni a sempre più lungo raggio e di conseguente possibile trasformazione della missione in corso d'opera, è tuttavia non solo l'autonomia, e la durata in immersione, ma anche le stesse dimensioni, che permettono un livello di modularità fino ad un certo limite. La Marina Militare italiana è tra le più avanzate con il programma *U212 NFS*, che prevede la costruzione di nuovi battelli con capacità missilistiche di *deep strike* e l'integrazione di UUVs. La stessa, sempre in stretto coordinamento con Fincantieri, è poi già all'opera nella concettualizzazione di un sottomarino che dovrebbe entrare in linea proprio nel 2050, il *Next Generation Submarine* (NGS), e le cui capacità saranno plausibilmente incentrate proprio sul MUM-T. Anche la Turchia intende dotarsi di SSK di produzione nazionale, con l'avvio proprio nel 2025 del progetto *MILDEN*. I futuri sottomarini turchi saranno dotati di sistemi AIP a celle combustibili e armati con siluri pesanti *Akya*, missili antinave a lungo raggio *Atmaca* e, presumibilmente, missili LACM *Gezgin*. Il quadrante del Mediterraneo Allargato registra poi una vera e propria proliferazione in termini di SSK, come testimoniato dall'acquisizione da parte dell'Algeria di battelli classe *Kilo* e dalla probabile dotazione di sottomarini classe *Scorpène* da parte del Marocco.

Proprio i requisiti operativi di raggio d'azione e modularità sono alla base di una sensibile ripresa degli SSN come pilastri portanti delle flotte sottomarine. Oltre a risultare coerenti con orizzonti di interesse strategico sempre più ampio con il dipanarsi di dinamiche competitive internazionali e di una profonda interdipendenza delle catene del valore, come sottolineato nel caso italiano dalla transizione concettuale dal paradigma di Mediterraneo Allargato a quello di Indo-Mediterraneo, questi tipi di battelli presentano un maggior margine per l'integrazione di vettori LACM, senza pregiudicare il trasporto di un numero sufficiente di siluri, nonché di sistemi per il trasporto, rilascio e recupero di UUVs. Al netto delle specificità regionali, la decisione della *Royal Australian Navy* di abbandonare gli accordi per l'acquisizione di SSK classe *Scorpène* dalla Francia in favore di SSN classe *Virginia* dagli Stati Uniti ne è una plastica dimostrazione. Il programma AUKUS prevede poi proprio lo sviluppo congiunto per *Royal Navy* e *Royal Australian Navy* di un nuovo SSN con entrata in servizio prevista rispettivamente per metà 2030 e metà 2040. La *US Navy*, invece, oltre ad espandere la propria flotta di battelli classe *Virginia*, destinati a rappresentare il grosso delle capacità sottomarine d'attacco statunitensi per i decenni a venire, ha già avviato il programma *SSN(X) Next-Generation Attack Submarine*, con l'avvio nella costruzione dei battelli nel 2040. Anche la *Marine Nationale*, in orizzonte 2030 avrà completato la transizione dagli attuali SSN classe *Rubis* ai nuovi sottomarini classe *Suffren*, con sei unità, di cui due già varate, da realizzarsi nell'ambito del programma *Barracuda*.

L'aggiornamento nel prossimo venticinquennio delle flotte sottomarine non esclude infine la componente dedicata alla deterrenza strategica, benché questa attenga solamente ad un numero ristretto di Paesi. La Francia è infatti al lavoro sul programma *Sous-Marin Nucléaire Lanceur*

d'Engins de Troisième Génération (SNLE 3G), che prevede la costruzione di quattro nuovi SSBN. Questi sottomarini sostituiranno gradualmente la classe *Le Triomphant* e saranno operativi tra il 2030 ed il 2090. I nuovi battelli francesi saranno dotati di 16 missili balistici ed avranno sistemi sensoristici, capacità di rilevamento e di bassa tracciabilità avanzate, implementando anche un reattore nucleare ottimizzato per ridurre le emissioni sonore. Gli Stati Uniti hanno avviato anch'essi lo sviluppo della futura flotta di SSBN con la classe *Columbia*. Questi battelli, parallelamente ai futuri classe *Dreadnought* britannici, saranno equipaggiati con missili balistici intercontinentali *Trident II D5*, andando a rinnovare rispettivamente la triade e diade nucleare dei due Paesi. Segue una traiettoria analoga anche la Repubblica Popolare Cinese, con lo sviluppo dei sottomarini *Type 096* classe *Tang*, i quali saranno dotati dei vettori a lungo raggio *JL-3*, aventi una gittata approssimativamente superiore ai 12.000 chilometri.

Al di là delle singole categorie, il principale vettore di trasformazione capacitiva per quanto attiene al (quasi) dominio sottomarino sarà costituito dalle future capacità di rilascio, gestione e recupero di assetti *unmanned*, i quali sono candidati a rappresentare dei possibili *game changers* per l'avvenire sia in termini di ampliamento e diversificazione delle capacità espresse dai singoli battelli, sia di complementarità e sostituzione di questi per specifiche missioni. Tutte le Marine Militari di rilevante rango sono infatti direzionate verso lo sviluppo di UUVs, inclusi i più grandi XLUUVs, nell'ottica di disporre di una versatilità operativa inedita nelle operazioni marittime del domani. Verosimilmente, tutte le piattaforme *underwater* del futuro saranno infatti capaci di manovrare in contesti multimissione, integrando la componente ISR e le operazioni di *shaping* marittimo ai fini di generare effetti cinetici, vantaggi tattici e strategici, sopra e sotto la superficie.

NOTE

(70) Il riferimento alle percentuali è stato elaborato dagli autori.

(71) Tutti i dati riportati sono riferiti a *Military Balance 2025*, in International Institute for Strategic Studies.

(72) Technical Briefing, *In focus: France's future aircraft carrier*, in *Navy Lookout*, 4 Novembre 2024, <https://www.navylookout.com/in-focus-frances-future-aircraft-carrier/>.

(73) Army Recognition, *Analysis: What Aircraft and UAVs Operate from Iran's Shahid Bagheri Drone Carrier?*, in *Naval Technology*, 10 Febbraio 2025, <https://armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/navy/naval-technology/analysis-what-aircraft-and-uavs-operate-from-irans-shahid-bagheri-drone-carrier>.

(74) Redazione, *Marina Militare, verso una nave porta-droni*, in *RID*, 21 Ottobre 2024, <https://www.rid.it/shownews/6880/marina-militare-verso-una-nave-porta-droni>.

(75) P. Batacchi, *Consegnata alla Marina Militare la portaeromobili d'assalto anfibio Trieste*, in *RID*, 7 Dicembre 2024, <https://www.rid.it/show-news/6988/consegnata-alla-marina-militare-la-portaeromobili-d-rsquo-assalto-anfibio-trieste>.

(76) D. Lee, *South Korea Commissions Second Dokdo-class Amphibious Ship ROKS Marado*, in *Naval News*, 28 Giugno 2021, <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/06/south-korea-commissions-second-dokdo-class-amphibious-ship-roks-marado-lph-6112/>.

(77) Scheda tecnica, *TGC Anadolu*, in *Army Recognition*, 6 Agosto 2024, <https://armyrecognition.com/military-products/navy/amphibious-warfare-ship/amphibious-assault-ship/tgc-anadolu>.

(78) L'Armada Española è in una fase valutativa, tra le attuali opzioni vi sono quelli di comprare F-35 B *Lightning II* entro il 2030, oppure attendere lo sviluppo del progetto europeo FCAS per un velivolo di sesta generazione.

(79) M. Carlin, *Mini-Aircraft Carriers: America-Class Assault Ships are Game Changers*, in *The National Interest*, 3 Agosto 2024, <https://nationalinterest.org/blog/buzz/mini-aircraft-carriers-america-class-assault-ships-are-game-changers-209389>.

(80) M. Funaiolo, B. Hart e altri, *China's Massive Next-Generation Amphibious Assault Ship Takes Shape*, in *CSIS*, 1 Agosto 2024, <https://www.csis.org/analysis/chinas-massive-next-generation-amphibious-assault-ship-takes-shape>.

(81) Congressional Research Service, *Navy Medium Landing Ship (LSM) (Previously Light Amphibious Warship Program: Background and Issues for Congress*, 19 Dicembre 2024, <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R46374.pdf>.

(82) G. Allison, *The Albion class are gone, let's move on*, in *UK Defence Journal*, 5 Dicembre 2024, <https://ukdefencejournal.org.uk/the-albion-class-are-gone-lets-move-on/#:~:text=The%20forthcoming%20Multi%2DRole%20Support,across%20a%20range%20of%20scenarios>.

(83) G. Ziezulewicz, *Qatar's Strange New Warship Combines Air Defense Frigate And Amphibious Assault Ship Roles*, in *The War Zone*, 2 Dicembre 2024, <https://www.twz.com/sea/qatars-navy-now-has-a-versatile-unusual-amphibious-mother-ship-of-its-own>.

- (84) Ministère des Armées, *Bâtiment Ravitailleur de Forces (BRF)*, <https://www.defense.gouv.fr/en/batiment-ravitailleur-de-forces-brf>.
- (85) Congressional Research Service, *Navy Light Replenishment Oiler (TAOL) Program: Background and Issues for Congress*, 12 Dicembre 2024, <https://sgp.fas.org/crs/weapons/IF11674.pdf>.
- (86) C. Paizs, *Nuovi dettagli – e conferme – per il programma DDG(X)*, in RID, 17 Gennaio 2025, <https://www.rid.it/shownews/7061/nuovi-dettagli-ndash-e-conferme-ndash-per-il-programma-ddg-x>.
- (87) G. Ziezulewicz, *DDG(X) Next-Generation Destroyer's Capabilities And Costs Are Solidifying*, in The War Zone, 15 Gennaio 2025, <https://www.twz.com/news-features/ddgx-next-generation-destroyers-capabilities-and-costs-are-solidifying>.
- (88) J. Trevithick, *Our Most Detailed Look Yet At China's Type 055 Super Destroyer*, in The War Zone, 3 Agosto 2022, <https://www.twz.com/our-most-detailed-look-yet-at-chinas-type-055-super-destroyer>.
- (89) P. Batacchi, *DDX, un super-cacciatorpediniere per la MM*, in RID, 22 Febbraio 2023, <https://www.rid.it/shownews/5519/ddx-un-super-cacciatorpediniere-per-la-mm>.
- (90) G. Martinelli, *Tutto sulle future fregate della Marina tedesca*, in Start Magazine, 11 Giugno 2024, <https://www.startmag.it/smartcity/tutto-sulle-future-fregate-della-marina-tedesca/>.
- (91) Redazione, *Navantia lays keel of Spain's first F110 frigate*, in Naval News, 17 Agosto 2023, <https://www.navalnews.com/naval-news/2023/08/navantia-lays-keel-of-spains-first-f110-frigate/>.
- (92) Navy Lookout, *Constellation-class: the US Navy's struggle to forge a new generation of frigates*, 4 Settembre 2024, <https://www.navylookout.com/constellation-class-the-us-navys-struggle-to-forge-a-new-generation-of-frigates/>.
- (93) M. Marananche, *Fincantieri introduces PPA Evo for the first time at Euronaval 2024*, in Naval News, 5 Novembre 2024, <https://www.navalnews.com/event-news/euronaval-2024/2024/11/fincantieri-introduces-ppa-evo-for-the-first-time-at-euronaval-2024/>.
- (94) A. Giansiracusa, *In Australia consegnato il primo OPV classe Arafura*, in ARES Osservatorio Difesa, 1 Febbraio 2025, <https://aresdifesa.it/in-australia-consegnato-il-primo-opv-classe-arafura/>.
- (95) Y. Inaba, *Japan Coast Guard will build the biggest patrol vessel in its history*, in Naval News, 17 Settembre 2024, <https://www.navalnews.com/naval-news/2024/09/japan-coast-guard-will-build-the-biggest-patrol-vessel-in-its-history/>.
- (96) Redazione di Naval News, *Thales Delivers Autonomous Mine Hunting System to the Royal Navy*, in Naval News, 14 Marzo 2025, <https://www.navalnews.com/naval-news/2025/03/thales-delivers-autonomous-mine-hunting-system-to-the-royal-navy/>.
- (97) L. Peruzzi, *Euronaval 2024 – SLAMF programme: the future of French Navy's mine warfare capabilities*, in European Defence Review, 8 Novembre 2024, <https://www.edrmagazine.eu/slamf-programme-the-future-of-french-navys-mine-warfare-capabilities>.
- (98) J. Katz, *Navy awards several contracts aimed at advancing key mine countermeasures capabilities*, in Breaking Defense, 6 Febbraio 2025, <https://breakingdefense.com/2025/02/navy-awards-several-contracts-aimed-at-advancing-key-mine-countermeasures-capabilities/>.
- (99) Fincantieri, *Launching of the first phase of the European Patrol Corvette project with signature of Modular and Multirole Patrol Corvette contract*, in Press Releases, 25 Ottobre 2023, <https://www.fincantieri.com/en/media/press-releases/2023/launching-of-the-first-phase-of-the-european-patrol-corvette-project-with-signature-of-modular-and-multirole-patrol-corvette-contract/>.

CONCLUSIONI



Abraham Lincoln Carrier Strike Groups (fonte: US Navy).

Dominare il cambiamento rappresenta una delle sfide strategiche a cui le Forze Armate sono costantemente confrontate, questo diventa ancora più centrale per le Marine Militari, tradizionali strumenti di proiezione nazionale caratterizzati da elevata capacità tecnologica. Lo strumento militare marittimo detiene infatti capacità uniche e coesistenti di rapido dispiegamento a grande distanza dalle coste patrie e di protratta persistenza in loco, dispiegando un ampio e diversificato spettro di capacità idonee a generare effetti lungo l'intero *continuum-of-competition*. Piattaforme privilegiate di diplomazia militare, attraverso la cosiddetta *naval diplomacy*, in tempo di pace, assetti di risposta in pronto impiego al verificarsi di crisi, pedine mobili di deterrenza nello spiralizzarsi di tensioni geopolitiche ed all'occorrenza elementi determinanti per la difesa della sicurezza e degli interessi dei Sistemi Paese in caso di conflitto, i dispositivi aeronavali sono destinati a permanere perni imprescindibili e decisivi nei decenni a venire. Un ruolo pivotale, tuttavia, che con il combinato disposto di un trittico di globalizzazione delle interdipendenze, spiralizzazione conflittuale della competizione strategica e persistente evoluzione tecnologica, non solo impone un costante adattamento dottrinale, organizzativo e capacitivo, ma, a causa della decisiva compressione dei tempi e degli spazi, impone un costante sforzo previsionale e di anticipazione degli scenari. Se l'*escalation* di ostilità, ovunque nel mondo, può infatti avvenire in poche settimane, in un'epoca di instabilità sempre più diffusa, e la minaccia posta da attori malevoli e potenziali avversari è in costante evoluzione, i tempi di concezione, sviluppo, progettazione e realizzazione di un'unità navale continuano a richiedere anni. Proprio per questa ragione, dominare il cambiamento per le Marine Militari significa instancabilmente proiettarsi negli scenari operativi, nelle tipologie di impiego e nel potenziale spazio di battaglia dei decenni a venire.

Si tratta di uno sforzo di previsione e pianificazione di lungo termine che ha ricadute determinanti sui Sistemi Difesa, informando non solo gli adeguamenti dottrinali e l'adattamento formativo-addestrativo di Comandi ed Equipaggi, ma soprattutto dettando l'opera sapiente ed esperta della cantieristica navale e del più ampio comparto industriale della difesa per generare flotte flessibili ed attagliate a sopravvivere, operare e prevalere sopra, e sotto, i mossi mari dell'avvenire. Il potenziale di fine progettazione ed efficiente realizzazione delle unità navali assicura infatti innovazione, resilienza e rigenerazione allo strumento militare marittimo, sostanzinandone nel tempo efficacia e credibilità quale pilastro delle posture di deterrenza e difesa. La competizione per la primazia sui mari e dai mari è soltanto in ultimo determinata dalla manovra aeronavale,

ma si fonda a ritroso sul dotare le flotte di piattaforme, in numero e qualità, idonee a dissuadere l'avversario e nell'*extrema ratio* a prevalere sullo stesso. Un sottile filo conduttore che dal tratto della penna del progettista arriva, venticinque anni dopo, al marinaio impegnato nella Centrale Operativa di Combattimento a neutralizzare un attacco saturante multi-dominio, e che separa la sopravvivenza dall'affondamento, il successo dalla sconfitta, la deterrenza dal conflitto.

La persistente e, sotto numerosi profili, crescente importanza del dominio marittimo, sotto, sulla e sopra la superficie, nel prosieguo del secolo rende centrali le Marine Militari ed il successo nei loro compiti si fonda su una cantieristica navale forte e dinamica, sostenuta dall'accessibilità a competenze avanzate e dalla disponibilità di infrastrutture idonee. La concezione delle unità navali del futuro, a valle della definizione prospettica dei requisiti operativi e tecnici a cui le stesse dovranno rispondere, è infatti il primo segmento di un processo che necessita di garantire *by design*, tanto a livello ingegneristico quanto industriale, una continua capacità di aggiornamento ed ammodernamento, o al peggio di riparazione e recupero, di imbarcazioni di superficie e battelli sottomarini. Delineare composizione e capacità delle flotte dell'avvenire significa, quindi, non solo definire gli orizzonti dello strumento militare marittimo, ma dell'intero segmento aeronavale, istituzionale ed industriale, dei Sistemi Difesa di ciascun Paese.

Le tendenze evolutive, tanto dal lato delle potenziali minacce e degli eventuali scenari di impiego, quanto da quello dell'impatto che lo sviluppo tecnologico avrà sulle Marine Militari tratteggiano dunque flotte fortemente ibridizzate, sia in termini di integrazione sinergica tra assetti *manned* ed *unmanned*, sia di spettro capacitivo delle singole unità. UAVs, USVs ed UUVs saranno infatti sempre più avanguardie instancabili della manovra aeromarittima, costituendo dotazioni *standard* per navi e sottomarini, in qualità di sensori ed effettori fuoribordo, ma anche operando come piattaforme gregarie per compiti più complessi o per la condotta di missioni nella profondità delle acque avversarie. Parallelamente, le distinzioni nelle classificazioni per tonnellaggio e sistemi di combattimento imbarcati risulteranno sempre meno marcate, con l'affermarsi di imbarcazioni altamente modulari e con caratteristiche miste, configurabili in funzione della missione. L'estensione dei raggi d'azione operativi e dei ratei di impiego avrà poi conseguenze incisive sotto il profilo dell'autonomia, della capacità di rifornimento in mare, ma anche delle soluzioni di propulsione, con una significativa ripresa del potenziale offerto dai reattori nucleari imbarcati, anche grazie ai progressi tecnologici di questi. Flotte, infine, che dovranno rappresentare al contempo ramificazioni e centri nevralgici di operazioni multi-dominio, in cui spazio extraatmosferico, cyberspazio ed ambiente elettromagnetico, si compenetreranno senza soluzione di continuità con il dominio marittimo, abilitando o negando la manovra alleata. Un avvenire, dunque, in cui la capacità di decifrare la confusione generata dall'avversario sullo spazio di battaglia e di palesare continui dilemmi tattici, operativi e strategici allo stesso, mantenendo l'iniziativa, incluso nella dimensione cognitiva, detterà l'esito dello scontro.

Le Marine Militari del 2050 saranno decisivi strumenti di deterrenza, difesa e proiezione, in prima linea lungo l'intero spettro della competizione strategica e pronte a dissuadere o sconfiggere con il loro potenziale di combattimento ogni minaccia ovunque. La forza dello strumento militare marittimo del futuro dispiega però le vele già nell'oggi.

Emmanuele PANERO

Responsabile Desk Difesa e Sicurezza del CeSI. Dottore Magistrale in Scienze Strategiche con Lode e Menzione presso la SUISS-Scuola Universitaria Interdipartimentale in Scienze Strategiche dell'Università degli Studi di Torino, ha completato l'intero quinquennio, inclusa la Laurea Triennale in Scienze Strategiche e della Sicurezza, presso la Scuola di Applicazione dell'Esercito. Contestualmente, ha frequentato con successo numerosi corsi a livello nazionale ed europeo, incluso presso la Scuola di Fanteria dell'Esercito e lo European Security and Defence College. Successivamente, ha conseguito con Lode il Master Universitario di II Livello in Studi Internazionali Strategico-Militari, frequentando il 25° Corso Superiore di Stato Maggiore Interforze, presso il Centro Alti Studi per la Difesa di Roma. È autore per RID-Rivista Italiana Difesa e Rivista Marittima, partecipa periodicamente ad esercitazioni delle Forze Armate ed è regolarmente invitato ad intervenire quale *subject matter expert* in temi di sicurezza internazionale, affari militari ed industria della difesa presso seminari e conferenze, nonché programmi televisivi e radiofonici di attualità ed approfondimento, compresi su Rai e Sky.

Daniele FERRAGUTI

Junior Fellow del Desk Difesa e Sicurezza del CeSI, è prossimo a laurearsi Dottore Magistrale in Relazioni Internazionali e Sicurezza Globale presso l'Università "La Sapienza" di Roma, dove ha conseguito la Laurea Triennale in Scienze Politiche e Relazioni Internazionali. Già Intern del Desk Difesa e Sicurezza del CeSI, in precedenza si è occupato in diversi ruoli di tematiche securitario-militari presso lo IARI.

Andrea RUSSO

Junior Fellow del Desk Difesa e Sicurezza del CeSI, si è laureato Dottore Magistrale in *International Relations* con Lode presso l'Università di Bologna, conseguendo una *major* in *Crime, Justice and Security*. Successivamente ha conseguito con Lode il Master Universitario di II Livello in Studi Internazionali Strategico-Militari, frequentando il 26° Corso Superiore di Stato Maggiore Interforze, presso il Centro Alti Studi per la Difesa di Roma. È autore per Rivista Militare.



PERIODICO

PROPRIETARIO



MINISTERO
DELLA DIFESA

EDITORE DIFESA SERVIZI SPA
SMM 3° REPARTO

DIREZIONE E REDAZIONE
Via Taormina, 4 - 00135 Roma
Tel. +39 06 36807248-54
Fax +39 06 36807249
rivistamarittima@marina.difesa.it

DIRETTORE RESPONSABILE
Contrammiraglio Daniele Sapienza

REDAZIONE
Guardiamarina Giorgio Carosella
Sottocapo Scelto Luigi Di Russo
Tel. + 39 06 36807254

SEGRETERIA
Primo luogotenente Riccardo Gonizzi
Assistente amministrativo Gaetano Lanzo

UFFICIO ABBONAMENTI E SERVIZIO CLIENTI
Primo luogotenente Carmelo Sciortino
Tel. + 39 06 36807251/12
rivista.abbonamenti@marina.difesa.it

SEGRETERIA AMMINISTRATIVA
Tel. + 39 06 36807257

REGISTRAZIONE TRIBUNALE CIVILE DI ROMA
N. 267 - 31 luglio 1948
Codice fiscale 80234970582 -
Partita IVA 02135411003
ISSN 0035-6964

FOTOLITO E STAMPA
STR PRESS Srl
Piazza Cola di Rienzo, 85 - 00192 Roma
Tel. + 39 06 36004142 - info@essetr.it

COMITATO CONSULTIVO

Contrammiraglio Enrico Vignola
Presidente del Centro Studi Internazionali Andrea Margelletti

COMITATO SCIENTIFICO DELLA RIVISTA MARITTIMA

Prof. Antonello BIAGINI, Ambasciatore Paolo CASARDI,
Prof. Danilo CECCARELLI MOROLLI, Prof. Piero CIMBOLLI
SPAGNESI, Prof. Massimo DE LEONARDIS, Prof. Marco
GEMIGNANI, A.S. (ris) Ferdinando SANFELICE DI MONTEFORTE

COMITATO EDITORIALE DELLA RIVISTA MARITTIMA

C.A. (aus) Gianluca BUCCILLI, Prof. Avv. Simone BUDELLI,
A.S. (ris) Roberto CAMERINI, C.A. (ris) Francesco CHIAPPETTA,
C.A. (ris) Michele COSENTINO, C.V. (ris) Sergio MURA,
Prof.ssa Fiammetta SALMONI, Prof.ssa Margherita
SCOGNAMIGLIO, Prof. Tommaso VALENTINI,
Prof. Avv. Alessandro ZAMPONE

Gli articoli sono soggetti a peer review double blind



MARINA
MILITARE



Supplemento 2/2026
Rivista Marittima