

RAPPORTO

CIVILTÀ DEL MARE

Geopolitica, strategia, interessi nel mondo subacqueo

Il ruolo dell'Italia



In collaborazione con:



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



RAPPORTO

CIVILTÀ DEL MARE

Geopolitica, strategia, interessi nel mondo subacqueo

Il ruolo dell'Italia

Il rapporto *Civiltà del mare – Geopolitica, strategia, interessi nel mondo subacqueo. Il ruolo dell'Italia* è il frutto di una ricerca condotta da Fondazione Leonardo – Civiltà delle Macchine e Marina Militare. Hanno partecipato, inoltre, Fabio Trincardi, Gemma Andreone, Marzia Rovere del Consiglio Nazionale delle Ricerche; Paolo Sellari e Matteo Marconi del Dipartimento di Scienze Politiche della Sapienza Università di Roma; Luca Sisto dell'Istituto Italiano di Navigazione.

Coordinatori della ricerca sono stati Doris Lo Moro e Vincenzo Pisani.

La ricerca è suddivisa in quattro parti: 1) Strategia e geopolitica del subacqueo 2) Lo sviluppo scientifico e tecnologico nel dominio subacqueo: tecnologie, processi e sostenibilità; 3) Il regime giuridico della dimensione subacquea: le zone marittime e l'allocazione dei poteri statali; 4) Prospettive: verso una nuova *governance* della dimensione subacquea.

La direzione e l'attività di revisione editoriale dell'intera ricerca sono state effettuate da Danila Aprea.

INDICE

INTRODUZIONE

5

PARTE I - STRATEGIA E GEOPOLITICA DEL SUBACQUEO

9

1. Le peculiarità dell'ambiente subacqueo
2. Le ricchezze e la valenza strategica dei fondali marini: risorse naturali, minerarie, energetiche e infrastrutture critiche
3. L'ambiente subacqueo nelle dinamiche geopolitiche del XXI secolo
4. L'incremento delle attività subacquee e le esigenze di tutela dell'ambiente, di vigilanza marittima e di protezione delle infrastrutture
5. La tutela degli interessi marittimi nel Mediterraneo allargato
6. Il ruolo dell'Italia

PARTE II - LO SVILUPPO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO NEL DOMINIO SUBACQUEO: TECNOLOGIE, PROCESSI E SOSTENIBILITÀ

29

1. La naturale "opacità" degli abissi marini
2. I veicoli autonomi e l'osservazione diretta prossima al fondale
3. La conoscenza scientifica dei fondali marini
4. Gli impatti dell'essere umano sui fondali marini
 - 4.1 Inquinamento
 - 4.2 Pesca a strascico
 - 4.3 Il seabed mining
5. Il rumore sottomarino
6. L'evoluzione delle tecnologie per l'indagine batimetrica e acustica dei fondali
 - 6.1 Le proprietà acustiche dei fondali
 - 6.2 Lo studio della colonna d'acqua e del sotto-fondo
 - 6.3 La nascita del telerilevamento satellitare per lo studio dei fondali
 - 6.4 L'approccio 4D allo studio dell'ambiente marino, verso un modello digitale dell'Oceano
7. Collaborazione tra pubblico e privato. L'esempio del Polo Nazionale della dimensione Subacquea

PARTE III - LO STATO DELLA REGOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ SUBACQUEE: LO SVILUPPO DI UN QUADRO NORMATIVO AFFERENTE ALLA DIMENSIONE SUBACQUEA

57

1. Inquadramento
2. Il mare territoriale e la zona contigua
3. La piattaforma continentale e la zona economica esclusiva
4. Poteri di enforcement dello Stato costiero nella ZEE
5. Il regime giuridico dell'Alto Mare e dell'Area
6. La conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità marina nelle aree fuori dalla giurisdizione nazionale
7. La regolamentazione nazionale

77	PARTE IV - PROSPETTIVE: VERSO UNA NUOVA GOVERNANCE DELLA DIMENSIONE SUBACQUEA <ol style="list-style-type: none">1. La sicurezza delle zone sottoposte a giurisdizione nazionale e delle attività poste in essere in Alto Mare nonché delle infrastrutture in posa sui fondali marini2. Il “regime internazionale” della protezione dei cavi e delle condutture: norme arcaiche, prassi ed esigenze di una disciplina moderna3. La protezione dei cavi in tempo di guerra e i diritti degli Stati che non sono parte del conflitto4. L’espansione delle competenze dell’Unione Europea nel settore marittimo e dell’underwater5. Linee di indirizzo per una implementazione normativa6. Esigenza di un approccio univoco, multidisciplinare e onnicomprensivo7. Il tracciamento del traffico subacqueo - L’istituzione di un’Autorità Nazionale per il Controllo del Traffico Subacqueo (ANTS), possibili compiti, attribuzioni e competenze
96	GLOSSARIO
98	BIBLIOGRAFIA

Gli autori di questo rapporto si propongono di fornire una informazione sintetica, ma scientificamente corretta sul mondo subacqueo, finalizzata a far comprendere le opportunità e il benessere che potrebbero derivare dal subacqueo per l'umanità intera, segnalare le incognite, individuare i problemi relativi alla sicurezza e alla difesa. Sono perciò considerati gli aspetti geopolitici, storici, tecnologici, ambientali, regolatori e di *governance*, per fornire una informazione approfondita, stimolare la curiosità verso la dimensione subacquea, e documentare infine l'esigenza di istituire un'autorità di sistema come peraltro già fatto da altri Paesi.

L'immagine legata agli abissi marini rimanda perlopiù ad aspetti mitici ed enigmatici, un non-luogo narrato nella letteratura e nei ritratti storici come un ambiente dal fascino misterioso e insidioso con cui l'uomo si è costantemente misurato fino a osare l'inosabile, cercando di superare i propri limiti fisiologici con l'ausilio del progresso scientifico e tecnologico.

Appare chiara la mancanza di una determinazione esplicita di "subacqueo" quale dominio e ambiente operativo sottomarino e per la quale gli autori hanno fornito alcune considerazioni a premessa.

Nella sua accezione minima, che è anche quella più diffusa, l'ambiente subacqueo individua la porzione di acqua che si estende dalla superficie dei mari, oceani, laghi, fiumi fino alle profondità e lo stesso fondale.

Tale definizione includerebbe aspetti che si pongono al di fuori dalla tematica odierna ma che in varia misura attingono l'ambiente subacqueo. Si pensi alla navigazione di superficie che vede comunque gli scafi immersi nell'ambiente liquido. Fenomeno che viene comunque considerato per i particolari effetti che determina in termini di "rumore subacqueo" nell'omonimo ambiente. Tutto ciò che avviene al di sopra della superficie del mare influenza, in una certa misura, la dimensione subacquea, spesso sfumando con la profondità dei mari (come ad esempio la luce), altre volte generando effetti anche permanenti.

La pesca, tradizionalmente riconducibile alla navigazione di superficie e alla libertà della navigazione, per quanto attuata attraverso strumenti che sono immersi nell'ambiente sottomarino, è considerata limitatamente alle risorse ittiche e al loro sfruttamento e conservazione nonché alle conseguenze che essa può indurre nell'ambiente subacqueo, come nel caso delle reti abbandonate.

Appartengono senza dubbio all'ambiente subacqueo le risorse naturali della colonna d'acqua nonché quelle che si trovano sui fondali e nel sottosuolo marino. Vi rientrano anche le attività che si svolgono sotto la superficie del mare, tanto se riconducibili alla navigazione in senso stretto ovvero ad attività di manutenzione, posa e rimozione di infrastrutture sottomarine. Sono incluse le attività connesse all'utilizzo delle infrastrutture fisse e, in futuro, anche tutte quelle, antropiche o meno, che potranno essere condotte nel mondo subacqueo grazie all'innovazione tecnologica che offre straordinarie potenzialità di sviluppo.

Riepilogando, quindi, l'ambiente subacqueo comprende oltre alle risorse naturali della colonna d'acqua, del fondale e del sottosuolo marino e alle attività che vi hanno luogo come la navigazione, il controllo del traffico, la ricerca scientifica e la mappatura, il mining, il trasporto e la trasformazione di risorse, la protezione ambientale e le relative misure di ripristino e rimedio nonché la posa, la manutenzione, la rimozione, la protezione e l'utilizzo di infrastrutture subacquee.

Per contro, il sostantivo *domain*, o dominio, deriva letteralmente dal latino *dominium* come derivato di *dominus* nel significato di controllo o piena potestà di diritto o di fatto sopra persone o cose ovvero di un "territorio" su cui si esercita la propria autorità sovrana.

Ai fini del presente elaborato, come "ambiente subacqueo" e, per derivazione rispetto all'esercizio del controllo, per "dominio subacqueo" si intende, in una estrema semplificazione, quella partizione dell'ambiente marino che si trova tra la superficie e il fondale degli oceani, dei mari, delle baie e le risorse che vi si trovano, incluse quelle del suolo e sottosuolo marino.

Le attività che vi si svolgono (e le capacità necessarie) riflettono, al pari di quanto avviene per gli altri domini tradizionalmente definiti per fini di sicurezza e difesa, le peculiari caratteristiche fisiche dell'ambiente sottomarino in termini di navigazione, controllo e condotta delle operazioni. La porzione subacquea del dominio marittimo si distingue infatti per le proprie specificità, necessita di peculiari capacità per potervi operare, tanto da rappresentare un ambiente a sé stante al pari di ciò che avviene per lo spazio, il cosiddetto "ambiente subacqueo".

Tuttavia, oggi, i fondali restano inesplorati per oltre l'80%, sia per la difficoltà di operare a grandi profondità sia per il limitato interesse nei loro confronti. Per contro, le moderne tecnologie, rendendo sempre più facilmente raggiungibili i fondali marini ad attori anche privati, consentono l'accesso alle enormi ricchezze che essi racchiudono ma, come è inevitabile, accrescono il rischio di un loro sfruttamento abusivo.

Le riflessioni contenute nel presente documento si sviluppano lungo tre direttrici portanti. La prima è incentrata sull'analisi del contesto e dello scenario, da cui emergono le potenziali minacce agli interessi nazionali e collettivi. La seconda

studia innovazioni tecnologiche che hanno aperte nuove frontiere, con grandi opportunità, sfide e correlati rischi nonché di un uso sicuro e sostenibile dei fondali marini. L'ultima direttrice si sviluppa nelle parti terza e quarta di questo rapporto approfondisce il regime giuridico della dimensione subacquea e le prospettive per una nuova *governance*.

Il "non fare" priverebbe il Paese della facoltà di garantire l'uso libero, sicuro e sostenibile del mare, nella sua dimensione subacquea. Un rischio troppo elevato per una media potenza regionale a forte connotazione marittima come l'Italia, che dipende dal mare per la sua difesa e sicurezza, per l'economia di trasformazione, per l'energia, per il turismo, per le comunicazioni, per la tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e del patrimonio archeologico subacqueo, per la pesca, nonché per tutte le attività marittime ed economiche che sostengono la *Blue Economy*.

È perciò ora indispensabile diffondere a una platea più ampia e non necessariamente specialista la conoscenza di quella parte del pianeta che si trova sotto la superficie dei mari. Occorre far emergere l'evidenza della sua rilevanza strategica, alla quale un Paese dalla vocazione marittima come il nostro deve necessariamente dedicare un elevato livello di attenzione, utilizzando le straordinarie competenze marittime esistenti anche promuovendo la regolamentazione di un'autorità nazionale con funzione di controllo del traffico subacqueo.

Nell'ambito di questa iniziativa, la questione dell'archeologia subacquea merita di certo un'analisi approfondita. Si tratta infatti di un particolare settore della ricerca archeologica dal valore scientifico, storico, culturale e artistico inestimabile, soprattutto per il nostro Paese, dove il mare e i suoi fondali da sempre rappresentano parte integrante dell'evoluzione della nostra civiltà.

Il protagonista delle ricerche e degli studi in questo campo è proprio il Mar Mediterraneo, una vera fucina di materiale archeologico, riemerso dalle acque a testimonianza degli scambi commerciali e delle floride contaminazioni culturali che hanno avuto luogo proprio in quest'area. Se il ritrovamento nel 1972 dei Bronzi di Riace, databili al 450 a.C. e pervenuti in eccezionale stato di conservazione, resta una delle scoperte di archeologia subacquea tra le più sorprendenti e note a livello internazionale, la lista dei tesori rinvenuti negli ultimi decenni si è andata arricchendo nel tempo, e continua a rivelare lo straordinario patrimonio di storia, arte e cultura che giace sotto la superficie dei mari. Solo per fare alcuni esempi, si ricordano la statua bronzea del Satiro danzante, un originale greco rinvenuto nel 1998 a 480 metri di profondità tra Capo Bon e Pantelleria, o la nave romana di Marausa del III secolo d.C., recuperato a 150 metri dalla costa di Trapani (l'operazione di recupero è stata completata nel 2011), che rappresenta il più grande relitto dell'epoca mai rinvenuto nei nostri mari.

Se consideriamo l'investigazione del relitto della nave Elefanten in Svezia negli anni trenta del Novecento quale pietra miliare per la sua evoluzione in scienza moderna, l'archeologia subacquea compie quasi cento anni. In un secolo sono stati raggiunti molti traguardi. Lo sviluppo delle conoscenze, tanto nel campo della tecnica e dei materiali, quanto in quello della fisiologia, ha consentito agli operatori di raggiungere quote progressivamente più impegnative. Oggi, le ricerche svolte in mare si avvalgono di strumenti sofisticati e di strumentazioni tecnologicamente avanzate come ecoscandagli multifascio, *side*

scan sonar, magnetometri e *sub bottom profiler*. È un ambiente di lavoro e di studio che pone molte sfide: nelle tecniche di scavo, come nelle indagini preliminari, fino al recupero e alle successive fasi di conservazione e documentazione. Sfide che necessariamente richiedono investimenti in termini di risorse economiche, competenze e tecnologie dedicate che coinvolgono eccellenze nazionali, quali il COMSUBIN (Comando Raggruppamento Subacquei e Incursori “Teseo Tesei”) della Marina Militare e che necessitano di variegata *expertise*, riconducibili a un ampio spettro istituzionale. Al contempo, operare in una dimensione così complessa impone – non solo un approccio multidisciplinare – ma anche chiari riferimenti in termini di responsabilità e regolamentazione, fattori indispensabili per condurre le attività archeologiche subacquee in modo sicuro, sostenibile ed efficace.

Un esempio della messa a fattor comune di capacità e competenze, nonché della proficua cooperazione tra differenti attori pubblici e privati è rappresentato dal ritrovamento nel 2018, nel Canale di Otranto, di un relitto risalente alla prima metà del VII secolo a.C., alla profondità di 780 metri a 22 miglia dalla costa. Individuato nell’ambito della posa di un gasdotto da un’azienda privata, il sito è stato ispezionato con *Remotely Operated Vehicles* (ROV) civili e militari, imbarcati sui Cacciamine della Marina Militare e i reperti recuperati con l’impiego di tecnologie solitamente utilizzate nell’ambito dei lavori subacquei del comparto *oil & gas*. Le operazioni di recupero sono state dirette dalla Soprintendenza nazionale per il patrimonio culturale subacqueo.

L’archeologia subacquea, pur ispirata dalle medesime regole che operano in quella terrestre, proprio a causa del diverso elemento nel quale l’operatore esplica l’attività, comporta infatti difficoltà particolari, tali da rendere problematico ogni intervento di studio, gestione, tutela e valorizzazione del patrimonio subacqueo e anche per questo va considerata come scienza autonoma. È dunque volontà e obiettivo degli attori di questa iniziativa approfondire e dedicare ampio spazio a questo argomento in una successiva edizione del progetto “Civiltà del Mare”, con particolare riferimento all’area del Mediterraneo e delle coste tirreniche, adriatiche e ioniche.

PARTE I

**STRATEGIA E GEOPOLITICA
DEL SUBACQUEO**



1. Le peculiarità dell'ambiente subacqueo

Il mare riveste una cruciale importanza per le risorse naturali, le comunicazioni, la riserva alimentare, la biodiversità, nonché la funzione di regolazione climatica del nostro pianeta.

Questo complesso di fattori rientra per convenzione internazionale nella *Blue Economy*, che riunisce tutte le funzioni economiche direttamente o indirettamente collegate al mare: lo *shipping* e la cantieristica (con il correlato indotto); il settore ittico (pesca regolamentata, allevamento intensivo, fattorie ittiche e nuove frontiere nutritive); il settore energetico, basato sulle risorse ottenibili dal mare e dal suo fondale in termini di energia (giacimenti di petrolio e gas, biomasse e utilizzo delle maree) e materie pregiate (in primo luogo i cosiddetti noduli polimetallici); le attività ludico-ricreative, in futuro, potrebbe vedere affiancarsi il turismo subacqueo al tradizionale turismo da diporto.

La porzione subacquea del dominio marittimo si distingue per le proprie specificità, necessita di peculiari capacità per potervi operare, e rappresenta perciò un ambiente a sé stante, come lo Spazio, il cosiddetto “ambiente subacqueo”. Esso comprende importanti ricchezze per lo sviluppo sostenibile delle civiltà contemporanee a mercato connotato socio-tecnologico. Oltre a gas naturale e petrolio, ci riferiamo alle disparate risorse minerarie ubicate sui fondali marini, come i citati noduli polimetallici, composti da vari elementi come ferro e manganese, oltre a rame, cobalto, nichel e terre rare, ma anche acqua dolce (recente la scoperta di masse di acqua dolce ubicate nei fondali dell'Oceano Atlantico).

Anche l'ambiente subacqueo è interessato dalle conseguenze determinate dallo scioglimento delle calotte polari in termini di accessibilità alle risorse naturali e competizione per le stesse. Tali risorse rappresentano un elemento irrinunciabile per lo sviluppo di innumerevoli settori dell'attività umana (industriale, medico, tecnico-scientifico, militare). Inoltre, i fondali marini ospitano anche importanti infrastrutture di valenza strategica, per il funzionamento del mondo in cui viviamo.

Nel complesso, i fondali marini si estendono su una superficie di circa 361 milioni di km² con una profondità media di circa 3.800 metri. Questa enorme superficie può essere suddivisa in due grandi aree: fondali abissali che possono

raggiungere agevolmente 5.000 - 6.000 metri di profondità e la piattaforma continentale che può estendersi per centinaia di chilometri dalla costa con una profondità di circa 200 metri. Questa complessa architettura è completata da montagne e valli sottomarine che possono elevarsi fino a 2.500 metri o incunearsi per 1.000 - 2.000 metri sulla piana abissale e dalla presenza di vulcani e faglie tettoniche in costante movimento. Da un punto di vista topografico poco più del 20% dei fondali marini risulta mappato con tecniche moderne e solo per il 2% esiste una cartografia accurata e aggiornata: un *deficit*, che neanche gli strumenti da ricognizione satellitare sono in grado di colmare se non per una piccola parte, in quanto le radiazioni elettromagnetiche penetrano solo per alcune decine di metri sotto la superficie del mare. Anche la conoscenza dei parametri delle variabili geofisiche del fondale marino (correnti, proprietà acustiche, magnetismo, gravità) risulta ancora molto limitata a causa della necessità di effettuare la raccolta dati direttamente *in situ*.

L'ambiente subacqueo è particolarmente "impermeabile" all'uomo e alla sua esplorazione¹, paradossalmente lo spazio extra-atmosferico (nella porzione più vicina al nostro pianeta) è più conosciuto di quanto non lo siano i fondali e le profondità abissali. Questi si caratterizzano, infatti, per un forte connotato di "opacità". Mari e oceani ricoprono circa il 70% della superficie terrestre e tuttavia l'80% rimane largamente sconosciuto, dal punto di vista biologico e idro-oceanografico. L'interesse per i fondali marini, e per le ricchezze che questi contengono, va di pari passo con l'effettiva capacità di accedervi e l'esponenziale crescita delle tecnologie subacquee. In tal senso, merita attenzione il comparto industriale dedicato all'estrazione dell'*oil&gas*, nel cui ambito lo sviluppo delle tecnologie subacquee ha portato alla proliferazione di sistemi che possono trasportare uomini senza bisogno di una guida umana. Sono così garantiti considerevoli miglioramenti, *in primis* in termini di tutela e protezione della vita umana in un ambiente potenzialmente ostile, e in secondo luogo in termini di efficacia della gestione delle attività manutentive delle infrastrutture subacquee off-shore.

Le intrinseche difficoltà dell'ambiente subacqueo non hanno impedito all'uomo di avviare la "colonizzazione" dei fondali con un'ampia e variegata tipologia di manufatti. Tali infrastrutture, essendo poste in un ambiente naturalmente ostico e largamente sconosciuto, basti pensare all'esigenza di resistere alla pressione idrostatica nelle profondità abissali, sono sottoposte a notevoli sollecitazioni che mettono alla prova resilienza e funzionalità. Tali aspetti di natura meccanica comportano l'esigenza di protezione delle infrastrutture, dalla fauna marina, da ancore, reti da pesca e altri manufatti.

Lo sviluppo delle tecnologie subacquee ha reso i sistemi *unmanned* capaci di superare gli ineludibili limiti che l'attività umana incontra sott'acqua (alcuni sistemi sono certificati per restare un anno sott'acqua senza alcuna manutenzione). Le prestazioni di tali sistemi possono essere attagliate alla missione da svolgere tramite l'impiego di sistemi aggiuntivi modulari che ne aumentano decisamente il livello di versatilità (sistemi di manipolazione, sistemi sonar aggiuntivi, ecc.). La versatilità è ulteriormente incrementabile con l'impiego di applicazioni d'intelligenza artificiale che rendono questi mezzi virtualmente autonomi, così da poter essere impiegati in un ampio spettro di missioni subacquee, tanto a carattere civile quanto militare. Le tecnologie stanno diventando sempre

più semplici da usare e relativamente economiche; è prevedibile, pertanto, un loro impiego sempre più massiccio. In un futuro prossimo le profondità dei mari saranno verosimilmente sempre più “affollate” a opera di sistemi subacquei di ogni genere, con equipaggio a bordo oppure *unmanned*.

Lo sviluppo delle tecnologie subacquee offrirà enormi opportunità di sfruttamento ed esplorazione dei fondali marini, ma consentirà di porre minacce alla sicurezza delle infrastrutture strategiche subacquee, con un’esigenza di sicurezza. Proprio l’intrinseco valore strategico che rivestono tali infrastrutture critiche – delle quali nessuna moderna società potrebbe fare a meno – impone di sviluppare una capacità di coordinamento e supervisione di tutte le attività subacquee, da coniugare con un’effettiva capacità di difesa e protezione. Ciò, non solo nel caso di eventi naturali, ma anche laddove dovessero intervenire azioni volontarie.

2. Le ricchezze e la valenza strategica dei fondali marini: risorse naturali, minerarie, energetiche e infrastrutture critiche

Un tempo i fondali marini, erano percepiti come un obiettivo prestigioso su cui proiettare potenza, più a scopi politici e militari che per assicurarsi le risorse dei fondali. Ad esempio, i monti sottomarini venivano visti come siti ideali per il posizionamento di sistemi d’arma o la costruzione di stazioni sottomarine.

Oggi, invece, sempre più frequentemente si sente parlare di una corsa all’oro oceanico, eccitazione simile a quella di un secolo fa, quando il mondo si rese conto di avere a disposizione risorse enormi che non aspettavano altro di essere sfruttate. Effettivamente l’ambiente subacqueo rappresenta una fondamentale fonte di ricchezza per l’umanità. Secondo una recente statistica dell’OCSE, l’economia legata agli Oceani dovrebbe crescere dagli attuali 1.500 miliardi di dollari ai circa 3.000 entro il 2030², rinforzando ancora di più il già forte legame esistente tra il benessere sulla terraferma e le risorse marine.

La dimensione subacquea dà accesso a enormi risorse naturali ma anche a un ambiente che deve essere preservato dall’eccessivo sfruttamento industriale.

È uno spazio dotato di particolare complessità, con libero accesso alle risorse e un controllo labile o assente. Le frontiere marine, nella storia, sono luoghi nei quali le dispute vengono spesso risolte con la forza o con azioni unilaterali piuttosto che con negoziati.

Le risorse da considerare nell’ambiente subacqueo sono il tradizionale settore della pesca ma anche quello degli idrocarburi, dei cavi sottomarini, dell’eolico off-shore e in futuro dell’estrazione di noduli polimetallici dai fondali. Il settore dell’estrazione degli idrocarburi, liquidi e gassosi, ha subito nello scorso decennio un lento declino sebbene ancora oggi metà delle scoperte di nuovi giacimenti avvenga sott’acqua. Si tratta di una rilevante crescita per le economie emergenti, spesso proiettate nell’ambiente marino con ampie Zone Economiche Esclusive (ZEE), per le quali la tematica del cambiamento climatico potrebbe avere rilevanza diversa rispetto ai paesi europei.

L’estrazione dei metalli dal mare, invece, ci pone di fronte a un bivio: bilanciare la necessità di preservare la biodiversità marina (elemento essenziale del settore pesca) con quella di approvvigionamento di materie prime (manganese,

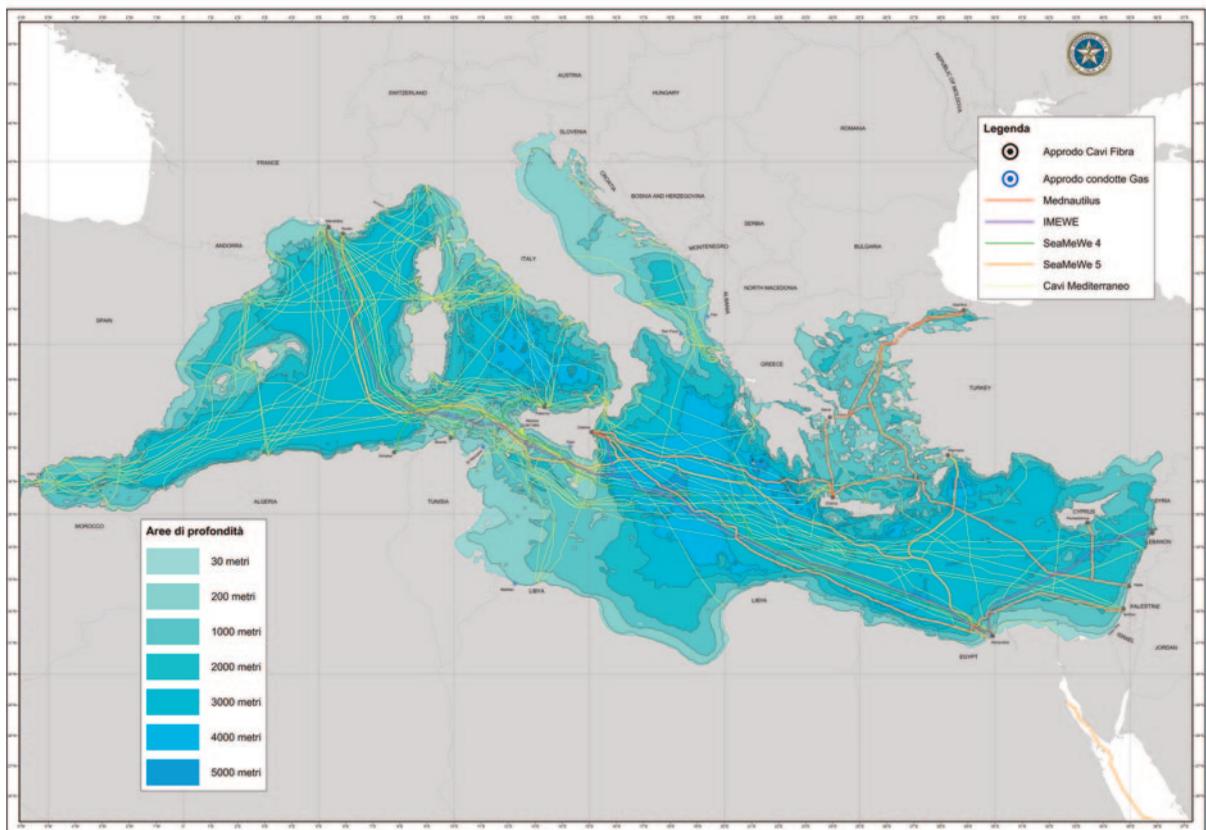


Figura 1 - Mar Meditereraneo: Carta dei Cavi sottomarini (IIM, Genova, 2022).

cobalto, nichel, terre rare) necessarie per la nuova *green economy* basata sul largo impiego della propulsione elettrica. Sulla terraferma, tali materiali sono saldamente in mani cinesi, con il controllo diretto delle miniere sul proprio territorio o in virtù degli stretti legami commerciali con i Paesi produttori saldati con la consueta lungimiranza strategica. La competizione per l'esplorazione dei giacimenti sottomarini è invece solo all'inizio.

Il recupero dal suolo marino dei noduli polimetallici ricchi di manganese è stato il focus di gran parte del dibattito sullo sfruttamento dei fondali. L'esplorazione iniziò nei primi anni '80 mentre i relativi strumenti legali e i meccanismi di regolazione vennero definiti durante i negoziati della terza Conferenza delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare³. Peraltro, vi sono altre risorse minerali il cui potenziale commerciale è considerevole ma di cui si conosce ancora poco o che non sono presenti sui fondali in quantità cumulate sufficienti per giustificarne economicamente l'estrazione. La principale risorsa di questo tipo sono gli idrati di metano, riserve di gas naturale intrappolato sul fondo in forme simili al ghiaccio⁴. Tuttavia, fino a quando petrolio e gas accessibili rimarranno disponibili a un prezzo relativamente basso, le difficoltà tecniche legate allo sfruttamento delle risorse subacquee scongiureranno il loro sfruttamento.

Maggiore consapevolezza sta invece maturando per quel che riguarda le infrastrutture subacquee critiche, che rappresentano il sistema nervoso lungo cui scorre la nostra vita economica e sociale.

Le infrastrutture possono essere suddivise in sei categorie:

- *Infrastrutture energetiche*: in generale sono gli impianti per la veicolazione dei flussi energetici, come gasdotti, oleodotti, teste di pozzo, ecc.. Nell'ultimo ventennio, tali strutture hanno visto proliferare una serie di installazioni accessorie di supporto volte all'esecuzione delle attività di controllo e manutenzione dei dotti sottomarini (ad esempio, la stazione per il ricovero e la ricarica dei mezzi autonomi – ROV e AUV⁵).
- *Infrastrutture per il trasporto di energia elettrica*⁶: cavi elettrici sottomarini ad alta tensione lunghi anche centinaia di chilometri che, insieme alle linee aeree e interrate, assicurano il trasporto dell'elettricità tra due sponde della terraferma anche molto lontane tra loro.
- *Infrastrutture di comunicazione*⁷: i cavi sottomarini sono presenti sui principali fondali del globo terracqueo e consentono una percentuale tra il 97% e il 99% del traffico dati globale (*Internet, social media* e transazioni finanziarie incluse). I dati digitali passano attraverso 426 cavi sottomarini in fibra ottica (per un totale di 1,2 milioni di km) posati lungo le principali dorsali di comunicazione, principalmente tra le economie occidentali e orientali. Nonostante le crescenti ridondanze tra le linee dei cavi – costruttivamente sempre più robuste – e il moltiplicarsi di fornitori di servizi digitali, la presenza di colli di bottiglia obbligati (così detto *single point of failure*) e il sempre più facile accesso agli abissi rendono questa infrastruttura subacquea sempre più critica e meno difendibile da attacchi intenzionali o semplici incidenti. “*A day without internet*” è uno scenario che ci obbligherebbe a rinunciare ai più elementari servizi su cui si basa la nostra società; ma, soprattutto, porrebbe in grande difficoltà anche le importanti infrastrutture critiche terrestri il cui funzionamento è sempre più dipendente dalla rete.
- *Infrastrutture di bio-farming*: si tratta di una serie di biosfere ancorate sul fondo del mare e riempite con migliaia di litri di aria, dove vengono coltivate in atmosfera controllata colture agricole. Grazie alla temperatura del mare pressoché costante, le colture si avvantaggiano di un microclima stabile che, oltre a proteggere le piante da aggressioni di insetti e micro-organismi, consente una più veloce ed efficace crescita e maturazione.
- *Infrastrutture minerarie*: alle consolidate attività che hanno luogo sulla terraferma, si affiancheranno anche attività estrattive effettuate sul fondo e sul sotto-fondo marino (*sea mining*).
- *Infrastrutture per lo stoccaggio dell'anidride carbonica*: la cd. *Carbon Capture and Storage* (CCS) è considerata un'importante e imprescindibile componente della roadmap verso la decarbonizzazione e consente di depositare permanentemente, all'interno di formazioni geologiche sotterranee e sottomarine, l'anidride carbonica generata da filiere industriali ad alto tasso di emissioni (cd. *hard-to-abate*, come siderurgia, cementifici, industria della carta e del vetro), sfruttando i volumi porosi (*reservoirs*) di giacimenti *oil&gas* esauriti o in via di esaurimento. Nel caso dei *reservoirs* nel sotto-fondo marino, la CO₂ liquefatta viene trasportata via nave fino a un terminal che a sua volta è collegato a un gasdotto sottomarino attraverso il quale si inietta il fluido di scarto nel serbatoio del sottosuolo per lo stoccaggio in una struttura geologica dalla conprovata tenuta idraulica⁸.

3. L'ambiente subacqueo nelle dinamiche geopolitiche del XXI secolo

Per comprendere appieno l'ambiente subacqueo non si può però prescindere dal prendere in esame gli scenari geopolitici in cui ci troviamo a vivere.

Se lo sviluppo tecnologico degli ultimi anni ha impresso una notevole accelerazione a tutti gli ambiti dell'attività umana, non possono fare eccezione le manifestazioni concrete del potere nello Spazio. Tra queste, hanno un'importanza peculiare gli ambienti geopolitici, tradizionalmente limitati alla terra e al mare.

Sulla terra, il potere ha la possibilità di prendere forme differenziate, stabilendo limiti certi alla propria vigenza in corrispondenza di confini visibili e determinati. Il fatto che la terra sia il luogo che dà stabile residenza alla nostra specie fa sì che ivi il potere sia maggiormente presente e vincolante, a cominciare dallo Stato. Il mare, di contro, non è occupabile stabilmente e questo fa sì che sia difficile estendervi i concetti di proprietà e sovranità utilizzati su terraferma; l'uso del mare come strumento di comunicazione, più che come sede stabile di residenza per la nostra specie, ha fatto sì che per secoli il regime geopolitico di questo ambiente fosse contrapposto a quello della terra.

Dalla semplice dicotomia bidimensionale terra-mare si sono sviluppati altri ambienti grazie al progresso tecnologico, almeno tre, dove il potere prende forme peculiari e incide su tutti gli attori presenti.

Gli altri tre ambienti in cui il potere si manifesta con caratteristiche peculiari sono: aria, spazio extra-atmosferico, ciberspazio. L'aria ha caratterizzato la seconda metà del Novecento, sviluppata dalla potenza americana che vi ha costruito sopra il segno del suo primato. È in corso di sviluppo l'ambiente extra-atmosferico, che procede nonostante l'enorme difficoltà tecnologica che la sua esplorazione e occupazione comporta. L'ultimo nato, il ciberspazio, a partire dagli anni Novanta ha avuto una crescita esponenziale, fino a occupare una parte sempre più rilevante nell'equilibrio del potere globale.

Lo sviluppo tecnologico, esattamente come previsto da Friedrich Rätzel⁹, non ha reso gli ambienti del potere meno vincolanti rispetto al passato per chi li abita e li agisce, ma li ha rimodulati, interconnessi tra loro e soprattutto moltiplicati.

Grazie alle innovazioni tecnologiche disponiamo di una nuova dimensione, quella subacquea, che fino a pochi anni fa rimaneva oggetto di esplorazione e di utilizzo minimale. Il mare, ambiente millenario di ordine e di attività da parte dell'uomo, è sempre stato inteso in senso orizzontale, ossia come superficie marittima. La difficoltà, se non l'impossibilità, di prendere possesso della colonna d'acqua e del fondo e sottofondo marino hanno fatto sì che questo aspetto della dimensione marittima non avesse una specifica considerazione. Il cambiamento avviene con lo sviluppo dei sottomarini, che soprattutto a fini militari hanno creato una prospettiva strategica del tutto nuova. Data la particolarità dell'ambiente subacqueo, che per le difficoltà sopraelencate somiglia allo spazio extra-atmosferico, si potrebbe sostenere che stia nascendo un nuovo ambiente autonomo da quello marittimo di superficie.

Le caratteristiche politicamente rilevanti dello spazio subacqueo possono essere spiegate solo a partire dagli scenari geopolitici in questo inizio di XXI secolo.

L'ordine geopolitico creato dopo la Seconda Guerra mondiale si è sostanzialmente esaurito. Sono in campo nuovi attori, in particolare Cina, India, e i Paesi

arabi. Allo stesso tempo, nuove tecnologie stanno definendo nuove sovranità. Sta nascendo un nuovo ordine i cui caratteri sono ancora poco definibili e comunque in continua evoluzione.

Stenta ancora a morire l'equilibrio tra terra e mare, invalso nella modernità e che ha dato un carattere geopolitico incontrovertibile all'epoca che porta questo nome. È il periodo in cui l'ordine della terra è stato radicalmente diviso da quello del mare. Si agiva come se il mare fosse libero da costrizioni normative statuali, mentre la terra era il luogo dell'ordine, dove vigeva il diritto e il potere dello stato era stabile. Questo non significa che in mare non vi fosse ordine, ma era diverso dall'ordine statale che governava la terra. Nel diritto internazionale la legge del mare era ispirata alla conservazione della libertà marittima. La forza di queste considerazioni, apparentemente ovvie, sta proprio nell'essere diventate uno standard valido in maniera apparentemente universale. In virtù di questo modello siamo soliti rappresentarci lo spazio dell'autorità statale come qualcosa che vige solo sulla terraferma, in quanto può essere divisa e ripartita, nonché oggetto di attività economica.

Innanzitutto, la distinzione moderna tra terra e mare viene meno per un cambiamento fondamentale nella concreta localizzazione dell'ordinamento moderno, ossia nel modo di fare la guerra o di determinare la sovranità. In ambito militare, l'evoluzione tecnologica segna la capacità della guerra condotta dal mare di colpire in profondità la terraferma, così che venga meno una netta distinzione tra guerra terrestre e guerra marittima, che invece si trovano ora correlati. La sopraggiunta capacità missilistica e poi lo sviluppo delle portaerei non hanno fatto altro che confermare questo fenomeno.

Alla sovrapposizione tra guerra terrestre e guerra marittima si aggiunge l'effetto sugli ordinamenti concreti dei nuovi degli ambienti geopolitici. L'aria, così come lo spazio extra-atmosferico e il ciberspazio, hanno delle modalità di funzionamento che ignorano la distinzione tra terra e mare: un aereo può solcare il cielo e colpire obiettivi indipendentemente che siano su terra o mare; un satellite rilevare punti di interesse in entrambi gli ambienti; un attacco informatico colpire infrastrutture di entrambi.

A questi cambiamenti fattuali si accompagnano delle modifiche normative paradigmatiche del mutamento geopolitico in atto. Ecco che l'autorità dello Stato erode spazi di mare libero in prossimità delle coste, in nome del diritto di controllare le attività, economiche e militari, che avvengono in sua prossimità. Questo ha portato a espandere progressivamente l'autorità sul mare prossimo alle coste dello Stato, da 3 fino a 12 miglia marittime. Sarebbe una piccola variazione, se non fosse che una parte consistente degli interessi economici e di sicurezza degli Stati si svolge proprio in questa fascia.

Una svolta decisiva è data dalla previsione della (ZEE) con la Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (di seguito UNCLOS, acronimo inglese, oppure Convenzione). Un ulteriore colpo decisivo alla separazione tra terra e mare. L'istituto prevede il controllo sulle attività economiche da parte dello Stato costiero sulla colonna d'acqua e il fondo e sottofondo marino fino a 200 miglia nautiche dalla linea di base (linea dalla quale è misurata l'ampiezza delle acque territoriali a partire dalla costa. Cfr. Linee di base da enciclopedia-juridica.com). Si tratta di un ampliamento senza precedenti della giurisdizione dello Stato che comprime sempre di più

la tradizionale libertà dei mari, che, all'interno delle zone sottoposte alla giurisdizione nazionale, arriva quasi a contemplare soltanto la libertà di navigazione¹⁰.

Questo mutamento geopolitico unisce terra e mare che non possano più dirsi ordini distinti e relativamente contrapposti.

Di contro, dovremmo valutare l'estensione al mare delle sovranità statuali tradizionalmente terrestri alla luce dell'indebolimento delle prestazioni degli Stati per effetto della globalizzazione. Nonostante i ripensamenti sovranisti degli ultimi anni, è indubbio che la globalizzazione e l'imponente crescita dei flussi finanziari, di persone, di merci e in generale di informazioni, abbia determinato una riduzione della capacità dell'autorità una volta sovrana di essere efficace nei confronti di tutte le attività che si svolgono sul territorio. È come se, in definitiva, lo Stato moderno avesse perso il carattere assoluto della sovranità, restringendo lo spazio della propria autorità sulla terraferma, ma ne abbia di contro aumentato la dimensione andando oltre i tradizionali confini terrestri fino a includere consistenti porzioni di mare. Una svolta che ci permette di rivedere l'intero fenomeno della globalizzazione come una rimodulazione della sovranità moderna più che una sua crisi o semplice indebolimento.

Non esiste più quindi, come era vero nella modernità, una vita e un ordine marittimo completamente separati da una vita e un ordine terrestri.

Se il rapporto tra terra e mare si ibrida, dando luogo alla territorializzazione degli spazi marittimi, allora è conseguente che tale processo debba considerare anche l'ambiente del subacqueo.

La territorializzazione del mare, infatti, si concretizza con la progressiva appropriazione, divisione e produzione degli spazi marittimi. Si tratta dei tre momenti di cui si compone il *nomos* secondo Carl Schmitt¹¹, ovvero l'ordine (geopolitico) fondamentale di un'epoca e di un determinato luogo. Ci si appropria del mare, nel senso che i moderni strumenti di controllo dello spazio marittimo consentono di rendere molto più stabile l'esercizio securitario sul mare, prima possibile solo sulla terraferma; proprio perché ci si può appropriare del mare, allora lo si può anche dividere, ovvero lo si può rendere oggetto di accordi non solo formali, che riempiono le carte nautiche con immaginarie linee divisorie, ma effettivi, a distinguere gli interessi da tutelare di questa o quella potenza. La certezza dell'appropriazione comporta però anche la produzione, ossia la capacità di individuare e mettere a produzione interessi economici specifici, che possano dare corso ad attività complesse. Difficile non pensare all'aumento degli interessi economici di cui il mare è oggetto negli ultimi anni.

Se Schmitt era disposto a riconoscere alla dimensione marittima uno statuto solo parzialmente ordinato, è indubbio che il carattere anfibio del *nomos* postmoderno ha sciolto diversi problemi in cui l'analisi schmittiana si imbatteva. Ci riferiamo soprattutto all'inappropriabilità del mare libero, che non consentiva la nascita di un *nomos* marittimo propriamente detto. È esattamente la dimensione dell'appropriabilità che saluta l'avvento dell'epoca postmoderna in cui viviamo e quindi permette di riconoscere la prestazione fondamentale di ogni ordine geopolitico.

Il processo di appropriazione interessa la colonna d'acqua e il fondo marino ed è perciò necessariamente più lento e ritardato rispetto a quanto avviene a pelo d'acqua, in quanto le tecnologie per rendere esecutivo il controllo su questi am-

biti marittimi sono particolarmente complesse e costose. Infatti, la pressione a cui le componenti meccaniche devono lavorare, unita alla difficoltà di individuazione di oggetti e componenti nel subacqueo, rende questo ambiente particolarmente ostico. È proprio la refrattarietà all'intervento umano che connota gli abissi, persino più ostici per alcuni aspetti (mancanza di luce, ad esempio), rispetto allo spazio extra-atmosferico e ne spiega tanto la ridotta antropizzazione quanto la bassa implementazione dal punto di vista geopolitico.

Tuttavia, l'ambiente subacqueo è tutt'altro che privo di interesse geostrategico.

Il carattere nascosto delle attività che si svolgono negli abissi – non percepibili dalle normali capacità di visione e ascolto – fa sì che sia un ambiente particolarmente difficile per l'esercizio di sovranità. Una delle attività militari più legata agli abissi è quella dei sottomarini, nelle diverse utilizzazioni, raccolta di informazioni, deterrenza strategica o altro. L'impiego del sottomarino ha quindi, per definizione, sempre un carattere riservato se non segreto. Questa opacità differenzia il potere nel subacqueo da quelle altre forme di potere nelle quali è essenziale la visibilità. La modernità ha fatto della visibilità del potere uno dei suoi capisaldi; si pensi ai dispositivi confinari, oppure alle manifestazioni che mostrano simbolicamente le armi a disposizione, come nelle parate militari. Il sottomarino, al contrario, è performante come arma quando non se ne conosce la localizzazione, e per i mezzi che fanno deterrenza strategica, anche quando non se ne conosce il numero.

Le attività economiche che possono svolgersi sott'acqua sono relative innanzitutto al transito di cavi e ai dotti di collegamento, tanto per il passaggio di informazioni della rete di internet, che degli idrocarburi e dell'energia elettrica. Ciò rende la sicurezza dell'ambiente subacqueo particolarmente importante, perché consente la proliferazione, almeno dal punto di vista fisico, del ciberspazio, un altro ambiente nel quale possono esplicarsi le moderne manifestazioni del potere. Se ci riflettiamo, nessun altro ambiente geopolitico è così determinante in connessione con gli altri e al tempo stesso però esposto a pericoli per la sicurezza come quello subacqueo.

Il mondo subacqueo è infatti esposto anche a pericoli non solo perché non è ancora possibile definire con certezza, o comunque con semplicità, il limite della giurisdizione dello Stato su un tratto di suolo marittimo, ma anche perché l'interesse che deve essere tutelato, un dotto o un cavo, percorre spazi che vanno oltre la semplice sovranità statale. Oltretutto, grazie alla libertà di manovra garantita nell'acqua a qualsiasi natante, è possibile offendere un bersaglio del genere con relativa facilità.

Al carattere riservato del potere che si esercita sotto il pelo dell'acqua bisogna dunque aggiungere la rilevanza degli interessi che ivi vengono tutelati, soprattutto in termini di sicurezza.

Gli attori che possono interagire nel subacqueo sono ancora pochi. È intuibile che le istituzioni statali, dati anche i caratteri di sicurezza e riservatezza associati a questo ambiente, siano dominanti. Non mancano comunque gli attori privati, sebbene per i motivi sopra riportati più limitati e meno rilevanti rispetto ai privati che agiscono nello spazio extra-atmosferico.

Infine, anche l'interesse economico per lo sfruttamento dei noduli polimetallici posti sui fondali marittimi rientrerebbe all'interno degli obiettivi di un ordine



Figura 2 - Palombaro della Marina Militare durante l'avvicinamento al sito di lavoro con Atmospheric Diving System (ADS).

geopolitico subacqueo. Peraltro, in questo campo la tensione alla territorializzazione del mare da parte degli attori statuali si scontra con la gestione multilaterale da parte delle Nazioni Unite.

4. L'incremento delle attività subacquee e le esigenze di tutela dell'ambiente, di vigilanza marittima e di protezione delle infrastrutture

Nel corso dell'ultimo ventennio le attività subacquee hanno subito una decisa evoluzione in qualche misura analoga a quanto avvenuto nello spazio extra-atmosferico. I due ambienti, quindi, un tempo riservati alle sole medie e grandi potenze del pianeta vivono oggi una stagione di grande competitività, grazie a una sensibile riduzione dei costi. Gli abissi non sono più soltanto il regno di sottomarini militari dalle notevoli prestazioni. Il panorama si è diversificato ampliando sia il numero di attori, sia le tecniche di sfruttamento di tutto ciò che insiste sotto le onde.

Nel corso della Guerra Fredda e del successivo ventennio, l'ambiente subacqueo ha visto una netta separazione tra le operazioni militari e quello delle *Corporate* nei settori dell'*oil&gas* e *telco*. I sottomarini erano – e sono tuttora – impiegati quale strumento di deterrenza in virtù della propria capacità di attac-

care in maniera furtiva sia le forze marittime, sia bersagli su terra grazie alla unione di sistemi missilistici *Deep Strike* e operazioni di Forze Speciali. Gli esempi più rappresentativi sono la *Guerra del Golfo* nel 1991, l'intervento NATO nella ex-Jugoslavia (1999), *Enduring Freedom* in Afghanistan (2001), le operazioni USA in Iraq (2003), *Unified Protector* e infine la Guerra in Siria alla quale i sottomarini russi della Flotta del Mar Nero partecipano dall'ottobre 2015. Il recente cambiamento dell'ambiente subacqueo è stato accompagnato soprattutto nell'ultimo decennio da una significativa espansione del ramo civile, che si è sviluppata intorno alle nuove esigenze energetiche e di comunicazione globale. Sebbene la tecnologia di perforazione petrolifera esista dagli anni Cinquanta del secolo scorso e quella dei cavi sottomarini risalgono a fine Ottocento è solo in questi ultimi anni che si è palesata una effettiva competizione tra tutti gli Stati litoranei con diritti sovrani di sfruttamento sulla piattaforma continentale. Nel campo degli idrocarburi la rinnovata sensibilità degli Stati – e delle grandi alleanze – in tema di “sicurezza energetica” ha imposto una spasmodica ricerca di nuove fonti di approvvigionamento. Le recenti tensioni nel Mediterraneo allargato nascono principalmente dalla *fame di energia* e non potranno cessare fino alla creazione di un accordo omnicomprensivo che bilanci diritti e interessi di tutti gli Stati costieri. L'altra grande partita che si gioca sott'acqua, e lontano dai riflettori, è quella dei cavi sottomarini per comunicazioni il cui uso è vertiginosamente aumentato per sopperire alla richiesta globale di traffico dati sulla rete *internet*.

Il panorama mediterraneo è caratterizzato da una complessità di fenomeni che vanno al di là delle logiche a cui ci avevano abituato la Guerra Fredda e il successivo ventennio di assoluta prevalenza americana e NATO. All'epoca sotto le onde si muovevano in sostanza due grandi tipologie di interessi e, quindi, di strumenti operativi. Da un lato vi erano le esigenze di controllo in tempo di pace – e dominio in caso di scontro – dello spazio marittimo. Necessità che sfociava nel costante dispiegamento di sottomarini d'attacco e delle contrapposte forze di ricerca antisommergibile. L'altra faccia della medaglia era il crescente uso dei fondali marini per la connettività energetica e telefonica: un settore gestito da compagnie civili che operavano sotto il cappello della stabilità e sicurezza fornita dalle forze occidentali.

Oggi, questa separazione d'interessi tra il mondo militare e quello civile si sta assottigliando. La rilevanza strategica delle infrastrutture sul fondo dei mari, siano esse gasdotti o dorsali di connettività internet, non può non far rientrare la difesa di queste infrastrutture subacquee critiche tra i principali interessi militari di ogni paese avanzato. L'interruzione dei servizi di connettività dati priverebbe il cittadino dell'uso del web e dei social *network* e impatterebbe in maniera devastante sui servizi su cui si basano le nostre vite, ospedalieri, bancari e infrastrutturali. Lo stesso si può dire di eventuali operazioni di intelligence politico-industriale su vasta scala o sull'alterazione fraudolenta delle informazioni scambiate a livello globale. Stesso indice di pericolosità, infine, avrebbero le conseguenze energetiche e ambientali di attacchi subacquei – quindi occulti e non attribuibili – alle infrastrutture dell'*oil&gas* o a una sola delle migliaia di navi cisterna e gasiere che solcano le rotte tra Suez e Gibilterra.

Consideriamo ad esempio la crisi in Ucraina. Il conflitto ha indotto la Comu-

nità Internazionale a una presa di coscienza della pericolosità della guerra ibrida e che si sviluppa secondo dinamiche sempre più complesse, offerte dal progresso tecnologico. Al di là dell'evoluzione della situazione tattica sul terreno, il protrarsi delle ostilità ha prodotto importanti effetti nel dominio marittimo sempre più centrale nella strategia nazionale.

In tale ambito, i danneggiamenti ai gasdotti del *North Stream 1 e 2* registrati in Mar Baltico nel settembre 2022 hanno evidenziato la vulnerabilità delle infrastrutture subacquee e le conseguenze economiche e sociali dell'interruzione di servizi che si basano su tali infrastrutture. Tutto questo senza tralasciare le conseguenze dal punto di vista ambientale.

Da tempo, i grandi attori statuali, comprese Russia e Cina, stanno sviluppando capacità nel settore *underwater (manned e unmanned)*, ampliando il ventaglio delle minacce a cui possono essere esposte le infrastrutture critiche e aumentando la difficoltà di applicazione di concrete misure di protezione delle stesse.

Nel caso della Russia, da tempo Mosca ha incrementato le attività navali in prossimità di condotte sottomarine occidentali, specie in Oceano Atlantico, impiegando unità di diversa tipologia (ricerca oceanografica, supporto sommergibili e unità con capacità tecnologiche avanzate) in aree dove sono presenti le principali dorsali di comunicazione, attraverso le quali transita circa il 98% del flusso dati *da* e *verso* l'Europa.



Figura 3 - Palombari della Marina Militare durante un'attività iperbarica condotta con sistema integrato *Remotely Operated Vehicle (ROV)* modello Pegaso da nave soccorso *Anteo*.

Anche la situazione nel bacino del Mediterraneo desta preoccupazione. L'attuale conflitto in Ucraina non fa altro che incrementare le possibilità di un attacco a infrastrutture critiche esistenti in loco, specie nella possibilità di ulteriori possibili *escalation* del conflitto.

L'ambiente subacqueo è pertanto una risorsa fragile e preziosa che va tutelata e andrebbe considerata come un nuovo dominio per la Difesa e Sicurezza, al pari di spazio e ciberspazio, investendo, già da oggi, in adeguate strutture operative e tecnologie per assicurarne il controllo e operarvi efficacemente.

Dal punto di vista della prospettiva giuridica, con l'entrata in vigore della UNCLOS, è stata istituita una struttura regolamentatrice degli oceani e del mondo subacqueo, ma contestualmente ci si è accorti delle numerose minacce a cui i fondali marini sono esposti a causa dell'attività umana: acidificazione, deossigenazione, scarico sui fondali, sovrasfruttamento ittico, perforazioni *oil&gas* e, nel prossimo futuro, estrazione mineraria e bio-prospezione. Tutto ciò, mentre venivano alla luce, grazie alle tecnologie innovative sviluppate, nuove scoperte sui fondali, in particolare habitat ed ecosistemi da proteggere.

Persistono però ragionevoli dubbi sulle capacità degli attuali strumenti giuridici internazionali e nazionali frammentati e poco di sostenere l'urto che la corsa alle risorse dei fondali porterà su un ecosistema ambientale delicato ed essenziale per la sopravvivenza del genere umano.

5. La tutela degli interessi marittimi nel Mediterraneo allargato

Restringendo l'attenzione sul Mediterraneo, inteso nella sua accezione geopolitica di Mediterraneo allargato, esiste un'ampia area oggetto di forte competizione internazionale e di controversie i cui effetti si riverberano ben oltre i suoi limiti spaziali. A ciò contribuisce il citato fenomeno della territorializzazione del mare, che ha portato nel Mediterraneo ad avere meno del 20% della superficie acquatica libera da pretese da parte degli Stati costieri che vi si affacciano.

Il Mediterraneo allargato è costituito da una di faglia tra un Nord sviluppato e un blocco frastagliato con un Sud tradizionalmente fragile sul piano politico, sociale ed economico, sovrappopolato e conflittuale, un Nord-Est caratterizzato da una rinnovata postura assertiva sul piano politico-militare e un Oriente (vicino e medio) in cui si osserva una pronunciata competizione tra diverse realtà politiche, statuali o non statuali.

Tale regione rappresenta l'area di prioritario e diretto interesse strategico dalla quale dipendono la sicurezza e le prospettive di crescita e benessere dell'Italia. In tale prospettiva, la sicurezza della regione risulta assolutamente determinante, non solo in quanto geograficamente vicina, ma anche per la marcata interdipendenza di carattere economico, politico, diplomatico e, non ultimo, culturale¹².

Un bacino semichiuso come quello del Mediterraneo si caratterizza dal punto di vista orografico per il cospicuo numero di passaggi obbligati (colli di bottiglia) per il traffico marittimo, sia civile sia militare. Inoltre, con una posizione geografica sostanzialmente baricentrica, l'Italia sostanzia la sponda settentrionale dello stretto di Sicilia, *choke-point* all'interno del quale si incanala tutto il traffico marittimo con direttrice occidentale proveniente dal Mediterraneo orientale e

dal Mar Nero, oltre a quello in ingresso e in uscita dal Canale di Suez, e pertanto di particolare valenza strategica.

Il fenomeno della “territorializzazione” impatta sull’ordine dei mari e dell’ambiente subacqueo. In particolare, attraverso l’adozione di “eccessive pretese sulla ZEE”, così come pure con la prassi della *Extended Continental Shelf* (ECS)¹³, rivendicata da diversi Stati costieri. L’eccessività è in questo caso riferita all’aspetto dimensionale, laddove per esempio, le linee di base si discostano eccessivamente dall’andamento della costa o, nel caso della piattaforma continentale, l’estensione si basa su affermazioni che dal punto di vista geologico sono implausibili. Vi sono poi pretese che appaiono eccessive in quanto, pur riferibili a una ZEE correttamente definita, eccedono i poteri che competono allo Stato costiero per lo sfruttamento sovrano delle risorse, erodono le libertà residue dell’Alto Mare applicabili nella ZEE, restringono i diritti di altri Stati a condurre attività in quelle aree. Tali restrizioni riguardano attività come le esercitazioni militari o la posa di cavi, e anche pretese di esercizio della potestà impositiva fiscale di imporre imprese nazionali per il servizio di protezione delle navi dalla pirateria.

Da questo punto di vista la geopolitica degli abissi è un contesto mobile di influenze, potenza e risorse tra Stati in competizione, con interessi e aspirazioni di controllo degli oceani. Ciò è particolarmente evidente in Artide, in Antartide, nell’Oceano Indiano, nel Mar Cinese Meridionale e negli oceani in generale; ma il fenomeno non deve essere trascurato neppure nel Mediterraneo allargato, area di traffici intesi e di forte rivendicazione delle pretese degli Stati costieri.

6. Il ruolo dell’Italia

L’Italia, paese a vocazione marittima, è profondamente integrata in questo contesto geopolitico. La sua economia, la sua stessa esistenza e la sua identità sono ineludibilmente dipendenti dalla sua dimensione marittima. Infatti, con i suoi circa 8.500 chilometri di coste – equivalenti ai 7/8 dei confini esterni – il Paese si proietta dal Centroeuropa nel bacino mediterraneo sino al crocevia baricentrico e strategico dello Stretto di Sicilia, pressoché equidistante da Gibilterra, Suez e dagli Stretti turchi, tutti passaggi fondamentali per le principali linee di comunicazione marittima. Ne deriva che il mare è l’elemento naturale e la dimensione strategica di riferimento per il Paese, che ne sottende l’assetto securitario ed economico, la proiezione internazionale, nonché il livello di benessere e prosperità. Un inestimabile patrimonio naturale – quello marino – che, alla pari di quello sulle terre emerse, deve necessariamente essere salvaguardato e impiegato responsabilmente in termini di sviluppo sostenibile.

Come riportato nello studio “Progetto Mare” elaborato nel 2022 da Confindustria in collaborazione con le associazioni di categoria legate all’economia del mare, nel 2018 la componente “blue” dell’economia italiana ha registrato un’occupazione di quasi 530 mila unità, un fatturato di 82,2 miliardi di euro, un valore aggiunto di 23,8 miliardi, profitti lordi per 10,7 miliardi e investimenti per 2,4 miliardi¹⁴.

Se si considera che circa il 90% delle merci mondiali compie almeno una tratta via mare, la posizione geografica del nostro Paese, è particolarmente vantaggiosa

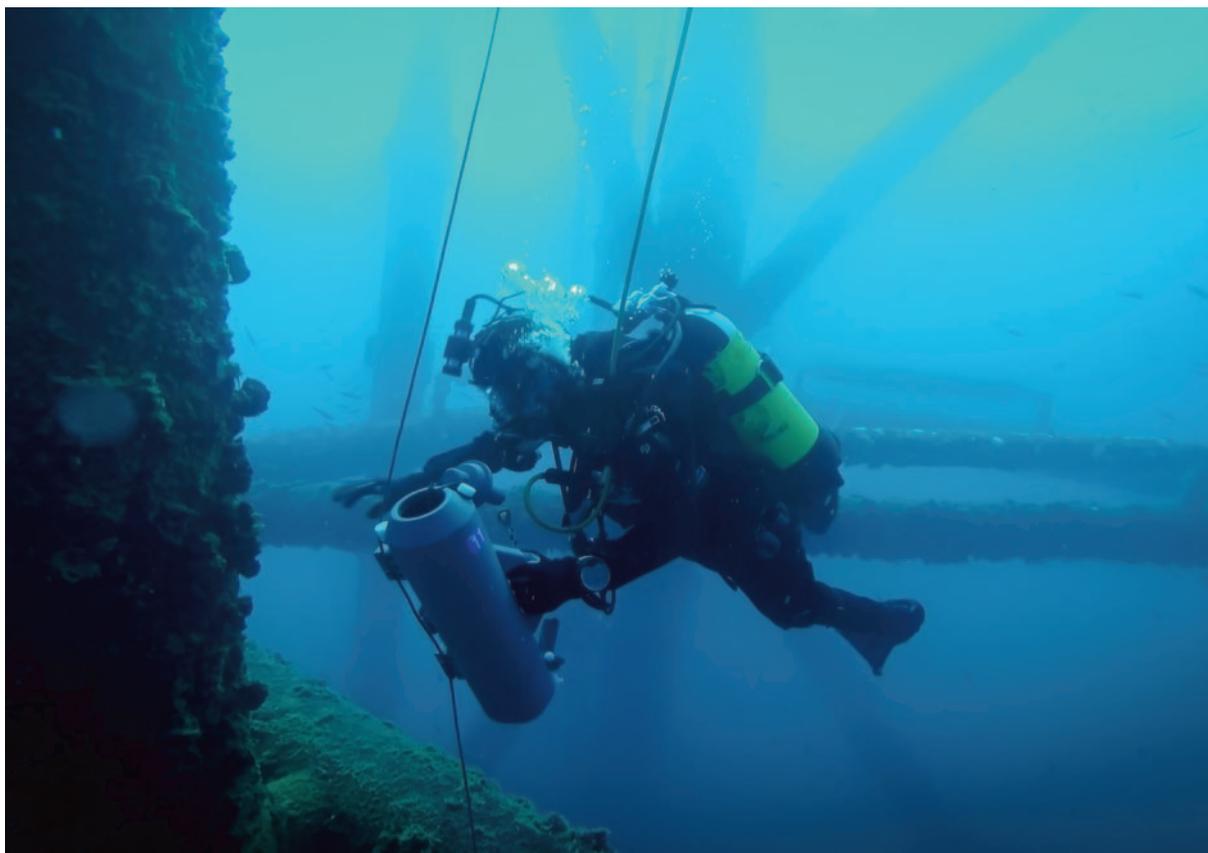


Figura 4 - Palombaro della Marina Militare che preleva campione di acqua di strato sotto una piattaforma di estrazione idrocarburi nel Mar Adriatico.

per lo sviluppo della *Blue Economy*. Infatti, via mare transita il 64% delle nostre importazioni e il 50% dell'export. Circa 480 milioni di tonnellate tra merci – alla rinfusa (secche e liquide) in container o a bordo dei traghetti – sono movimentate nei nostri porti. Il *Mare Nostrum*, nonostante rappresenti solo l'1% della superficie marittima mondiale, è il crocevia di numerose importanti direttrici di traffico: circa il 20% del traffico marittimo mondiale, il 25% dei servizi di linea su container, il 30% dei flussi di petrolio mondiali, il 65% del flusso energetico per i paesi dell'Unione Europea.

Emerge, quindi, anche da questi pochi cenni la necessità e utilità di approfondire, attraverso una riflessione dedicata, anche la ricchezza e molteplicità delle attività che si svolgono in superficie. Ciò con il duplice obiettivo di fornire utili elementi di riflessione e risvegliare la cultura marittima nel nostro Paese.

Pertanto, per rango, posizione strategica e vocazione marittima, l'Italia deve giocare un ruolo di rilievo nell'ambito del Mediterraneo allargato. Infatti, per salvaguardare i propri ramificati interessi un Paese come l'Italia deve necessariamente contemplare un approccio almeno trans-regionale che trova nella regione del "Mediterraneo allargato" il suo contesto geopolitico di primario interesse strategico.

Con un impianto economico prevalentemente orientato alle attività di trasfor-

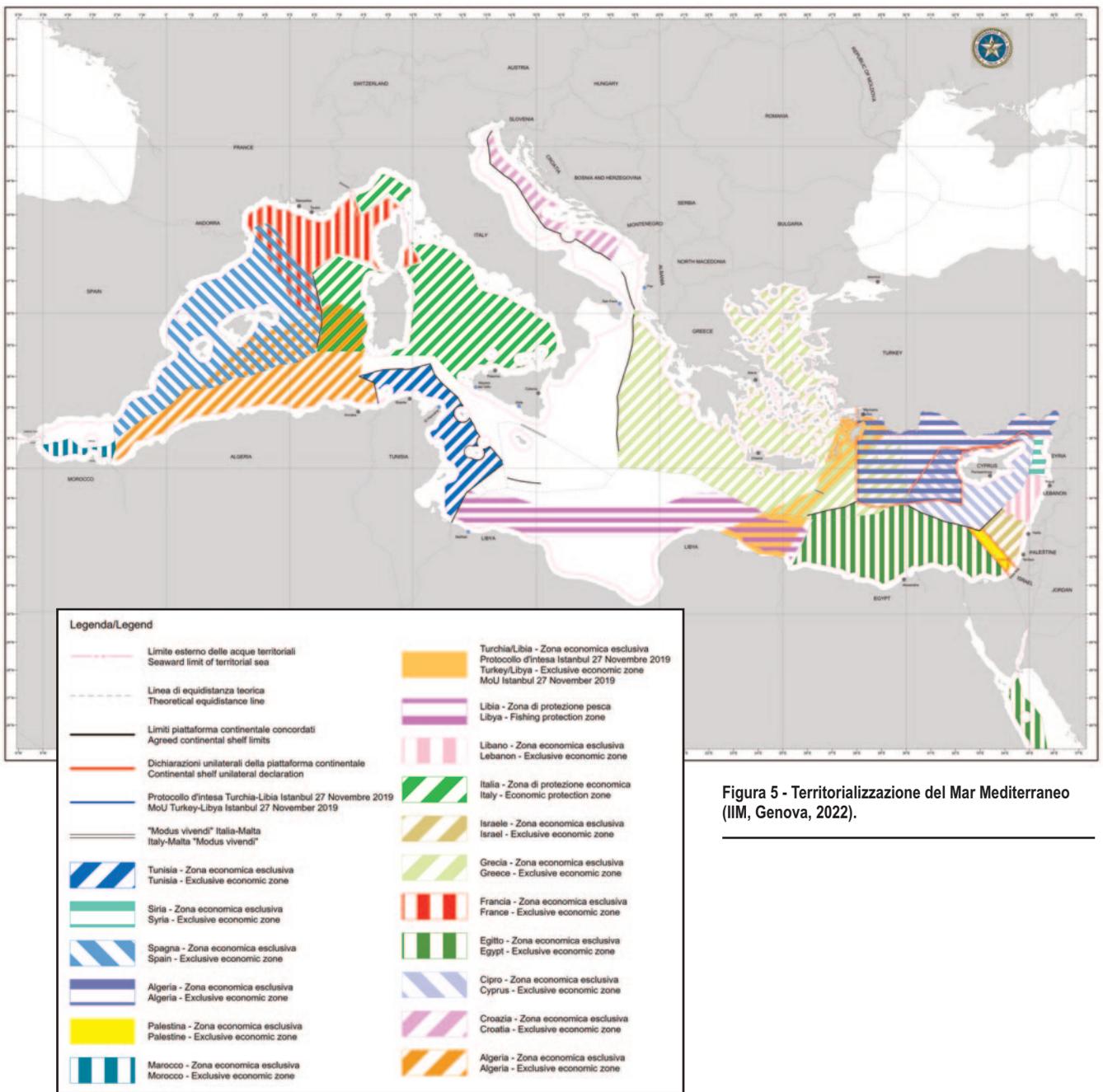


Figura 5 - Territorializzazione del Mar Mediterraneo (IIM, Genova, 2022).

mazione, la prosperità nazionale risulta intimamente dipendente dalla disponibilità di un flusso costante di approvvigionamenti – sia in termini energetici che di materie prime – dall'estero, affidabile e proporzionato alle esigenze dell'industria che per qualità e dimensioni si colloca tra le prime su scala mondiale. Tali rifornimenti, in massima parte (90%), raggiungono il nostro Paese via mare (gasdotti, terminal petroliferi e di rigassificazione, trasporto merci, ecc.). Allo stesso tempo, anche i prodotti finiti destinati ai mercati esteri vengono trasportati e principalmente attraverso vettori marittimi. In tale ottica, per l'Italia, il libero uso del mare non può che sostanziare un indispensabile fattore abilitante di assoluto rilievo strategico.

È dall'indissolubile legame con la marittimità che deriva l'impegno per la promozione e la tutela degli interessi nazionali nel mare, sia sopra che sotto la superficie che si declina attraverso la difesa e la sicurezza marittima nell'ambito delle alleanze di riferimento del Paese, la libertà di navigazione, la protezione dei connazionali all'estero e degli operatori marittimi nazionali, la tutela del commercio con il connesso sistema di trasporti marittimo, la sicurezza energetica intesa come continuativo e sicuro accesso alle risorse, la sorveglianza e la protezione dei cavi sottomarini digitali, il posizionamento diplomatico nel contesto internazionale, nonché quello economico e industriale con la tutela delle tecnologie sovrane e della ricerca scientifica. Un impegno a tutto tondo che rischia costantemente di essere compromesso da competizioni e attriti fra attori statuali e *non*, oltre che da sempre più diffuse minacce alla sicurezza marittima e alla libertà di navigazione.

Sulla base di un legame così viscerale col mare, l'Italia dovrà continuare a esprimere ordine nell'ambito del Mediterraneo allargato tramite una rigorosa politica estera, economica, di sicurezza e di difesa, ovvero attraverso iniziative di *International Maritime Security* volte a salvaguardare, ovunque si renda necessario, i prioritari interessi nazionali che insistono sopra e sotto i mari.

Alla luce delle determinanti vulnerabilità del sistema economico nazionale, si renderà necessario sorvegliare e proteggere le strategiche linee di comunicazione marittima di accesso che, oltre a convogliare da e per il Paese i flussi commerciali di importazioni ed esportazioni, assicurano buona parte del sostentamento energetico nazionale (gas e petrolio via nave). Al contempo, bisognerà proteggere le infrastrutture marittime critiche (subacquee e di superficie), anche alla luce della istituenda ZEE italiana¹⁵, nella quale sarà imprescindibile incrementare le attività di vigilanza marittima (sia di superficie sia subacquea) a difesa degli interessi nazionali. Infine, in un'ottica di sviluppo sostenibile, sarà indispensabile tutelare il patrimonio naturale e di biodiversità senza rinunciare alle prospettive che l'economia subacquea potrà fornire.

Da ciò nasce l'esigenza di operare in tempo utile per costituire un sistema istituzionale che sia in grado di sovraintendere, gestire, controllare, e, se necessario, proteggere le attività e le infrastrutture subacquee che già oggi sono localizzabili sulla piattaforma continentale e quelle che avranno luogo nella futura ZEE italiana. Attività che in chiave prospettica saranno soggette a una crescita più che significativa, con relative minacce correlate.

In definitiva, il dominio subacqueo dei mari nazionali diverrà sempre più rilevante dal punto di vista strategico, tanto da imporre al Paese una riflessione sull'esigenza di creare un referente unico, che garantisca un'azione più concreta dello Stato sul mare e nel mare e sia in grado di gestirne le molteplici dinamiche.

NOTE

¹ Le emissioni elettromagnetiche non si propagano sott'acqua se non a frequenze molto basse e richiedendo potenze molto elevate.

² L'OCSE ha presentato per la sezione Ocean Science and Innovation il Rapporto "The Ocean Economy in 2030", che analizza le prospettive di crescita per l'economia oceanica, la sua capacità, la creazione di occupazione e l'innovazione, e il suo ruolo nell'affrontare le sfide globali del futuro.

³ Al termine della Conferenza la III Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare fu adottata a Montego Bay e aperta alla firma il 10 dicembre 1982 (di seguito UNCLOS acronimo inglese oppure Convenzione). La Convenzione è entrata in vigore il 16 novembre 1994 e costituisce il quadro normativo di riferimento che regola tutte le attività condotte in mare e definisce i diritti e le responsabilità degli Stati nell'utilizzo degli spazi marini.

⁴ L'energia potenziale di questi idrati di metano è enorme, probabilmente dieci volte l'intera fornitura di gas naturale disponibile. Alcune stime hanno restituito che le riserve di idrati metanici nelle sole acque territoriali giapponesi sono in grado di produrre scorte di gas naturale per 100 anni.

⁵ *Remotely Operated Vehicle, Autonomous Underwater Vehicle.*

⁶ In ambito nazionale, a partire dal 2002 è stata inaugurata una serie di elettrodotti subacquei, come la linea ad alta tensione in corrente continua tra Italia e Grecia, Italia e Malta ovvero tra Sardegna e Lazio e tra Sicilia e Calabria che sostanziano rispettivamente la linea elettrica da 1.000 MW più lunga al mondo, e quella a corrente alternata più lunga al mondo.

⁷ Il primo cavo sottomarino destinato alla telegrafia fu posato sotto la Manica tra il Regno Unito e la Francia nel lontano 1850. Il cavo rimase operativo per solo pochi giorni, in quanto venne verosimilmente danneggiato dall'ancora di un pescatore. Nel 1858 si fece il primo tentativo di collegare il vecchio continente con l'America (del Nord), mentre il primo cavo telefonico transatlantico risale al 1866.

⁸ Vi sono al mondo oltre 20 progetti operativi con 40 milioni di tonnellate di CO₂ per anno (MTPA) catturate e più di 40 progetti in fase di sviluppo. Uno di questi è quello che ha avviato ENI a largo di Porto Corsini (Ravenna) per lo stoccaggio di CO₂ nei suoi impianti off-shore con una capacità iniziale pari a 4 MTPA, fornendo in questo modo un importante contributo alle riduzioni di emissioni che l'Italia potrà attuare già a partire dal 2026.

⁹ Matteo Marconi, *Imperialismo, nazionalismo e colonie nell'opera di Friedrich Ratzel*, in Bollettino della Società Geografica Italiana, 4/2011, pp. 555-570

¹⁰ Per una ricostruzione delle pretese eccessive all'interno della ZEE, si rinvia a G. Andreone, La ZEE e la sua applicazione nel Mar Mediterraneo, in BUIG MISE Bollettino ufficiale degli idrocarburi e delle geo-risorse - Il Mare - Terza Edizione - Ministero dello Sviluppo Economico, Ottobre 2020, PP. 100-123; ISBN: 978-88-943669-6-9: https://unmig.mite.gov.it/wp-content/uploads/2020/11/BUIG-Il_Mare-Terza_edizione.pdf

¹¹ Carl Schmitt, *Il Nomos della terra. Nel diritto internazionale dello Jus Publicum Europaeum*, Milano, Adelphi, 1991.

¹² Ministero della Difesa, "Strategia di sicurezza e difesa per il Mediterraneo" edizione 2022.

¹³ La piattaforma continentale estesa è prevista dall'art.76 dell'UNCLOS. Essa non può superare la distanza dalla linea di base di 350 miglia nautiche oppure di 100 miglia nautiche dall'isobata dei 2500 metri. In ogni caso lo Stato costiero sottopone alla Commissione sui limiti della piattaforma continentale il progetto di estensione che diventa definitivo solo al termine della procedura stabilita dall'art.76 UNCLOS.

¹⁴ Commissione Europea, Direzione Generale degli Affari marittimi e della pesca, Centro Comune di Ricerca, Addamo, A., Calvo Santos, A., Carvalho, N., et al. *The EU blue economy report 2021*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea, 2021

¹⁵ Con la Legge 14 giugno 2021, n. 91 il Parlamento italiano ha votato per l'istituzione di una ZEE oltre il limite esterno del mare territoriale.

PARTE II

LO SVILUPPO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO NEL DOMINIO SUBACQUEO: TECNOLOGIE, PROCESSI E SOSTENIBILITÀ



1. La naturale “opacità” degli abissi marini

Le peculiari caratteristiche fisiche di abissi e fondi marini rendono l'ambiente subacqueo “opaco” agli usuali strumenti di rilevazione scientifica e di difficile accesso, specie con la persistenza e continuità necessarie ad assicurarne la conoscenza e il controllo. Una sorta di sesto continente – come felicemente intuito negli anni Cinquanta da Folco Quilici – ancora tutto o quasi da esplorare. Un nuovo dominio, al pari dello Spazio. Lo sviluppo di un adeguato livello di conoscenza degli abissi – fondo, sottofondo e massa d'acqua sovrastante – è un requisito essenziale per operare in maniera sicura, efficace e libera. Nel dominio subacqueo, a similitudine di quello spaziale e ciberspaziale, il confine tra interessi economici e di sicurezza è molto meno marcato rispetto ai tradizionali terra, mare e aria e ciò favorisce le sinergie tra operatori diversi anche nel nostro Paese. L'esplorazione degli abissi rimane, anche nel XXI secolo, una “scienza di frontiera” che, nell'epoca della cultura visuale, si è rafforzata con l'avvento delle immagini digitali, precedentemente non disponibili, in grado di catturare con elevata risoluzione spaziale e temporale specie animali precedentemente non conosciute come calamari giganti e coralli di profondità, e fenomeni naturali come eruzioni vulcaniche e sorgenti idrotermali sottomarine¹⁶. Come oggetto di visione di massa, gli abissi oceanici rimangono fortemente separati da ogni altro contesto sociale e culturale. Ciò anche a causa di una visione frammentaria e documentaristica di carattere principalmente descrittiva e dell'assenza di una visione analitica. Gli abissi rimangono per loro natura, un ambiente che non si riesce a percepire compiutamente e rispetto al quale la maturazione di una consapevolezza di ordine dimensionale, richiede maggiore conoscenza, al fine di connettere gli stessi alle dinamiche dell'uomo. Conoscere e visualizzare meglio i fondali permetterà di rendere partecipe l'opinione pubblica del loro essere bene comune dell'umanità e fornitori di servizi ecosistemici a tutto il pianeta, cogliendo anche l'occasione del forum globale *The Ocean Decade* lanciata in questi anni dall'UNESCO.

Analogie tra mondo sottomarino e Spazio

Il mondo sottomarino e lo Spazio sono due universi operativi e tecnologici le cui analogie sono numerose e la cui radice comune è rappresentata dal desiderio di esplorazione umana anche oltre la sua naturale fisiologia. Il vuoto presente all'esterno dei moduli spaziali è sotto questo punto di vista del tutto simile all'acqua che circonda un sottomarino. Accedere e lavorare in questi due ambienti comporta la necessità di dotarsi di tecnologie che pur consentendo la vita umana, permettano allo stesso tempo di non isolarsi dagli spazi circostanti sfruttandoli per scopi di ricerca, commerciali o militari. L'aspetto procedurale si rivela a sua volta un terreno fertile di analogie in virtù della complessità di situazioni tecnico-operative che astronauti e sommergibilisti affrontano senza poter contare su supporto esterno e che richiede addestramento e mentalità specifici.

Il periodo della Guerra Fredda, in particolare, ha visto lo sviluppo di un forte parallelismo tecnologico e geopolitico nel confronto tra le due super potenze in ambito subacqueo e sottomarino. Le innovazioni introdotte nei primi anni Cinquanta determinarono in campo subacqueo l'introduzione dei lunghissimi pattugliamenti dei sottomarini SSBN (sottomarini nucleari armati di missili balistici intercontinentali) in funzione di deterrenza strategica, che resero indispensabile affinare le tecnologie necessarie alla sopravvivenza di un equipaggio "immerso in un fluido ostile" povero di ossigeno ed acqua a uso umano, nonché in condizioni di estremo isolamento e spazi ridotti.

Condizioni di lavoro condivise con la piccola comunità di astronauti dei programmi Mercury e Apollo che si preparavano ad affrontare i viaggi verso la Luna.

Numerosi sono gli esempi di tecnologie condivise che hanno trovato impiego a bordo dei moduli spaziali e dei sottomarini. Un settore in comune è quello della gestione dell'atmosfera interna al mezzo, dove i sistemi di controllo dei gas e delle sostanze nocive (es. etanolo o benzene) e di ripristino di qualità dell'aria hanno compiuto percorsi paralleli già dai primi anni Sessanta con una collaborazione tuttora attiva tra la NASA e la US Navy. Un'altra tecnologia condivisa è quella delle Celle a Combustibile (Fuel Cell), concepite dall'inglese Francis Thomas Bacon utilizzando idrogeno e ossigeno, e in grado di produrre corrente continua e acqua potabile. Il sistema installato a bordo dei moduli Apollo, Gemini e Skylab per alimentare i servizi di bordo e ridurre le esigenze idriche, è oggi largamente impiegato sulle moderne unità subacquee AIP (Air Independent Propulsion) e in Italia a bordo dei sottomarini delle Classi U212A e U212 NFS. Fondamentale, infine, è l'analogia sulle dinamiche di "Human Factor" (cicli circadiani, ergonomia, stress) in spazi confinati. Nel 1969 l'ingegnere di volo Chester May a bordo del piccolo sottomarino Ben Franklin dell'oceanografo Jaques Piccard nel corso della missione Deep-Sea Eclipse condusse uno studio di alcune settimane che segnò profondamente le successive policy della NASA per i voli di lunga durata. Un approccio metodologico che prosegue tutt'oggi anche con l'impiego di personale sommergibilista tra i tecnici e gli astronauti dell'agenzia americana, e che anche in Italia si sta concretizzando con il progetto Neptune, nato dalla collaborazione tra Marina Militare, Università di Firenze e ASI, che mira a comparare l'impatto delle lunghe missioni sulla fisiologia di astronauti della ISS e dei sommergibilisti italiani. Oltre gli aspetti fisiologici, le analogie di interesse si estendono alle cosiddette non-technical skills quali esperienza e mentalità di comando in condizioni di isolamento logistico e difficoltà

di comunicazione con i vertici militari. L'approccio operativo in termini di comunicazioni ed esecuzione della missione per un sottomarino immerso e un veicolo spaziale che opera sul Pianeta Rosso è infatti incredibilmente simile. Ragionando in termini generali una sonda diretta verso le regioni più lontane del sistema solare – ad esempio il Voyager 1 – riceve ed invia segnali radio che impiegano 17 ore per essere captati, ma senza aggiungere a tali estremi le comunicazioni tra Terra e Marte hanno bisogno di decine di minuti. Una situazione assimilabile a quella di un sottomarino che opera senza il continuo supporto da Terra e si avvicina solo saltuariamente alla superficie del mare per ricevere direttive dalla propria catena di comando. In entrambi i casi i processi gestionali per l'assegnazione di direttive (siano essi verso esseri umani, il software della sonda o di un veicolo autonomo subacqueo) devono tenere conto di questi "ritardi forzati" imponendo un approccio affine per il coordinamento di questo genere di operazioni.

2. I veicoli autonomi e l'osservazione diretta prossima al fondale

L'accesso al dominio sommerso avviene oggi principalmente grazie all'uso di veicoli subacquei – sia autonomi che filoguidati – che richiedono requisiti sofisticati per i loro sistemi di controllo, posizionamento e navigazione. Tali requisiti, nel loro complesso, hanno limitato l'accesso al costoso ed esigente mercato degli strumenti per operare negli abissi e sui fondali alle poche nazioni in grado di progettare, costruire, mantenere e infine impiegare tali sofisticate apparecchiature.

Il mercato dei veicoli autonomi subacquei sta subendo tuttavia una rapida espansione – simile a quella dello Spazio – e vedrà passare il volume d'affari da 1,5 miliardi di dollari del 2021 a una stima di 4,3 miliardi di dollari nel 2026 con una crescita stimata annuale del 20%.

Questo fiorente mercato – che aumenterà sia le capacità di accesso sia la conoscenza dei fondali marini – è attualmente dominato dalla presenza americana (40% degli stakeholder) seguita da quella europea con una quota del 33%.

Nel Vecchio Continente la subacquea – in senso lato – vede il mercato dominato per oltre un terzo (35%) da aziende britanniche seguite da quelle tedesche. In Asia il maggior player globale è il Giappone con il 7% del mercato mondiale a fronte di una sempre maggiore presenza cinese visibile, ad esempio, nelle statistiche relative agli articoli scientifici concernenti le tecnologie subacquee.

L'avvento dei ROV (*Remotely Operated Vehicles*, filoguidati) e dei veicoli subacquei autonomi (Glider o AUV, *Autonomous Underwater Vehicles*) ha cambiato profondamente il paradigma grazie a una vera e propria rivoluzione tecnologica che in questi anni ha ricevuto un enorme impulso grazie agli ingenti investimenti di cui ha goduto e all'interesse da parte di moderni esploratori come Victor Vescovo e le sue spedizioni nelle fosse più profonde dell'Oceano¹⁷, o fondazioni a carattere scientifico come Fishink, Schmidt Ocean Foundation e Ocean Exploration Trust. I mezzi subacquei per alti fondali si caratterizzano per alcune

peculiarità come robustezza e resilienza che si riflettono su sistemi di controllo remoto, sull'autonomia, sui sensori imbarcati, sugli strumenti di manipolazione subacquea e infine sui dispositivi di posizionamento e navigazione.

Quest'ultimo aspetto richiede un deciso salto di qualità nei sistemi di navigazione inerziale¹⁸, unici utilizzabili nell'ambiente subacqueo, in quanto i più comuni sistemi di posizionamento satellitare (GPS, Galileo, Glonass, Beidou) trasmettono un segnale elettromagnetico che non penetra in acqua. Per tali sistemi è già in atto un processo di miniaturizzazione che ne permetta l'integrazione (anche energetica) nei ridotti spazi di veicoli subacquei di pochi metri di lunghezza.

Sempre in tema di navigazione in immersione sarà fondamentale a livello di ricerca scientifica una sempre più raffinata conoscenza della forma e natura dei fondali, misurate da batimetria ad alta risoluzione e proprietà acustiche, che potranno affiancare le tecniche di posizionamento autonomo basate su sensori inerziali.

Per quel che riguarda i sensori a bordo dei veicoli subacquei un deciso passo in avanti sarà necessario proprio nel campo di quelli acustici e ottici allo scopo di avere maggiore conoscenza dell'ambiente sottostante e prospiciente il veicolo subacqueo ed effettuare un'efficace raccolta dei dati sui fondali e delle eventuali infrastrutture strategiche sottomarine ivi presenti.

Nel campo dell'acustica per veicoli subacquei sarà necessario rendere i tradizionali sistemi *multibeam* e sonar ad apertura sintetica sempre più miniaturizzati e con ridotto impatto energetico al fine di consentire di mappare in maniera precisa, risolutiva e completa la morfologia e gli oggetti presenti sui fondali marini. Grande impulso innovativo sarà inoltre necessario per i sensori ottici che potranno svilupparsi nelle bande tradizionali con l'uso della fotogrammetria laser.

Altro settore di sviluppo nel prossimo futuro sarà quello della magnetometria i cui sensori permettono di rilevare la presenza e il posizionamento di alcune strutture critiche come i cavi sottomarini.

L'autonomia e persistenza dei veicoli subacquei è un altro tema che determinerà la reale accessibilità degli abissi marini. Le innovazioni nel campo delle batterie agli ioni di litio e le stazioni di ricarica in immersione – *induction charging* – già in uso, ad esempio, dall'italiana SAIPEM – sono alcune delle strade che già oggi fanno intravedere un futuro in cui questa tecnologia e la capacità di permanenza in immersione sarà un punto di forza e non una limitazione.

Tuttavia, il vero cambiamento nella metodologia di accesso agli abissi sarà la capacità di comando e controllo da remoto e in prospettiva quella dell'autonomia decisionale basata su intelligenza artificiale. Questo ambito è legato a due filoni di sviluppo tecnologico: le comunicazioni subacquee in grado di superare le limitazioni imposte alle onde elettromagnetiche da parte dell'acqua e i sistemi di Intelligenza Artificiale (IA) in grado di prendere decisioni in assenza di comunicazioni e in condizioni di limitata trasmissione. Da un lato la capacità di comunicare in maniera efficace e dall'altro lo sviluppo di sistemi di IA. Tali sistemi dovranno anche fornire un indispensabile contributo per gestire l'enorme mole di dati (*big data*) che è necessario trattare sia in fase di esecuzione di una missione sia nelle fasi di analisi dei dati raccolti.

Le comunicazioni subacquee

Un efficace controllo degli spazi subacquei, in virtù delle caratteristiche fisiche dello specifico ambiente, rende necessario poter contare su una moltitudine di assetti e sensori in grado di operare e prendere decisioni anche in maniera autonoma. Un prerequisito fondamentale per la realizzazione di questo concetto è l'infrastruttura di comunicazione. Le possibili tecnologie attualmente impiegate per comunicazioni subacquee sono ottiche, a radiofrequenza e acustiche. Le prime due risultano essere ancora poco mature e affette da limitazioni non trascurabili soprattutto in termini di portata in distanza, nonostante a brevissime distanze possano garantire elevate velocità di scambio dati. Di fatto la tecnologia più utilizzata è quella su portante acustica, mentre quelle ottiche e a radiofrequenza sono comunque impiegate per specifiche applicazioni che richiedono distanze molto contenute.

A oggi quindi, la tecnologia più matura per le comunicazioni subacquee è quella acustica che tuttavia soffre di una serie di limitazioni dovute alle caratteristiche fisiche del canale trasmissivo sottomarino. Quest'ultimo risulta essere caratterizzato da distorsioni in frequenza e nello spazio, dalla presenza di zone d'ombra, percorsi multipli e variazioni nelle tre dimensioni del profilo di velocità del suono (dato principale che influenza la propagazione del suono). Tali caratteristiche portano a valori di Bit Error Rate tipicamente molto elevati, con necessità di adozione di modulazioni robuste e quindi a bassa efficienza spettrale, traducendosi in velocità trasmissive piuttosto modeste nell'ordine al massimo di decine di kbps.

Per il futuro, la base di partenza per poter costituire le auspiccate reti wireless sottomarine consiste nel possedere un sistema di comunicazione subacquea sicuro (contro disturbi intenzionali e intercettazioni), affidabile, a banda larga e che consenta l'utilizzo di architetture di rete multi-hop. Inoltre, nell'ottica di aumentare la velocità di trasmissione, si dovrà fare maggiore ricorso a tecnologie di comunicazione basate su segnali ottici laser. La ricerca mirata a migliorare le capacità delle tecnologie trasmissive "tradizionali" dovrà comunque procedere in parallelo allo sviluppo di nuovi paradigmi e tecnologie disruptive per la comunicazione sottomarina, come, ad esempio, l'impiego della tecnologia quantistica o di nuove forme di generazione e trasmissione di energia elettromagnetica in radio-frequenza. In questi campi anche in ambito nazionale sono attivi diversi progetti di ricerca militare (PNRM: piano nazionale della ricerca militare) con il coinvolgimento di università e imprese che vantano capacità e competenze di eccellenza mondiale.

La gestione dei *big data* è particolarmente impegnativa, ad esempio, per l'equipaggio di un sottomarino, numericamente ridotto e caratterizzato dalla necessità di assolvere contestualmente a diverse mansioni. Gli algoritmi cosiddetti di *deep learning* e *machine learning* sono già oggi largamente impiegati, come supporto alle decisioni umane, in campi quali finanza computazionale, elaborazione di immagini (satellitari o biomedicali), produzione di energia, *automotive*. Essi impiegano metodi computazionali per apprendere informazioni direttamente dai dati grazie a un addestramento umano, senza doversi basare su equazioni predeterminate. Questi algoritmi incrementano le proprie performance all'aumentare del numero di campioni disponibili per i vari cicli di addestramento. Tali funzionalità risultano ancora più critiche nell'impiego di veicoli un-

manned che devono operare e processare le informazioni in totale autonomia non potendo avvalersi, come avviene per i droni aerei, del costante collegamento con i centri di comando e controllo.

Inoltre, la vastità delle infrastrutture critiche subacquee che necessitano di adeguata protezione e le difficoltà imposte dall'ambiente sottomarino, non escludono, per il futuro la necessità di ricorrere a sistemi autonomi che, oltre alla individuazione di una minaccia, arrivino alla neutralizzazione della stessa. Il tema, come intuibile, investe anche il ramo dell'etica, nella ricerca e sviluppo di software in grado di scegliere autonomamente e attuare decisioni complesse. Una sfida tecnica, ma anche un dilemma per i decisori in termini di regolamentazione e di dottrina del comando e controllo remoto.

3. La conoscenza scientifica dei fondali marini

La conoscenza scientifica dei fondali marini nasce in epoca moderna, sebbene l'interesse dell'uomo verso il mare abbia origini nella cultura classica: Anassimandro di Mileto (610 a.C.-546 a.C.) creò una cosmologia e cosmogonia spiegando in particolare l'origine della vita nel mare; Aristotele (384 a.C.-322 a.C.) anticipò il modello quantitativo del ciclo idrologico. La nascita dell'oceanografia moderna si fa tradizionalmente risalire all'anno 1725, quando il conte bolognese Luigi Ferdinando Marsili pubblicò *Historie physique de la Mer*, un testo di oceanografia con una sezione di chimica marina. Otto F. Müller (1730-1784) nella *Zoologiae Danicae Prodromus* descrisse la fauna di fondo delle coste danesi e norvegesi, e introdusse l'uso della draga per il campionamento biologico. A partire dal 1800 si sviluppa l'epoca delle spedizioni scientifiche con i celebri viaggi di Alexander von Humboldt (1769-1859), William J. Hooker (1785-1865), William Scoresby (1789-1857), Christian G. Ehrenberg (1795-1876) e Charles R. Darwin (1809-1882). I grandi risultati ottenuti da questi esploratori e scienziati diedero un notevole impulso all'impiego di mezzi navali per la ricerca. Nel 1868 le navi di Sua Maestà Britannica (*Her Majesty Ship* – HMS), la HMS Regina Vittoria, la HMS Lightning e la HMS Porcupine esplorarono l'Atlantico dalle isole Far Øer fino a Gibilterra, campionando in maniera continuativa i dati sulla temperatura delle acque confermando l'esistenza di organismi anche alle grandi profondità. Uno dei due responsabili della spedizione – Charles W. Thomson – nel 1872 ha redatto il primo trattato generale di oceanografia moderna *The depths of the Sea*.

Successivamente, dal dicembre 1872 la nave Challenger¹⁹ salpò dall'Inghilterra navigando nell'Atlantico, nell'Artico e nel Pacifico, fino al maggio del 1876, acquisendo dati che furono raccolti in 50 volumi per oltre 29.500 pagine, attualmente custoditi presso il Natural History Museum di Londra. Sponsorizzata dal Treasury Museum e dalla Royal Society di Londra e finanziata dall'Ammiragliato inglese la spedizione rappresentava una novità principalmente per la sua consistenza. La corvetta Challenger, durante le sue 68.890 miglia nautiche di navigazione, effettuò 497 misurazioni in acque profonde, 133 dragaggi dei fondali, 151 operazioni di pesca in mare aperto, 263 osservazioni seriali della temperatura dell'acqua, e scoprì 4.717 nuove specie marine, oltre a rilevare settori molto pro-

fondi dell'Oceano come la Fossa delle Marianne e catene montuose sottomarine come la Dorsale Medio-Atlantica. Tutto ciò fu realizzato con metodi di ricerca geografico-descrittivi, lontanissimi da quelli fisico-matematici in uso oggi, per via delle limitate conoscenze e tecnologie disponibili all'epoca.

L'esplorazione degli abissi del Pacifico Occidentale da parte del Challenger rappresentò, per certi versi, l'equivalente della spedizione sulla Luna e preparò il viatico alla crescita dell'oceanografia come scienza indipendente nel XX secolo. Questo fermento diede vita, ad esempio, nel 1902 all'International Council for the Exploration of the Sea con sede a Copenaghen, mentre a Monaco nasceva la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée.

La visione della dimensione subacquea come frontiera scientifica e tecnologica nasce immediatamente dopo la Seconda Guerra mondiale per effetto del progresso tecnologico, facilitato da progetti militari sviluppatisi durante il conflitto. Un ruolo significativo ebbero anche alcuni esploratori e scrittori che sognavano una nuova era sotto la superficie del mare tra cui Arthur Clarke,²⁰ Alvin Toffler,²¹ Isaac Asimov²². Nella loro immaginazione, gli abissi presentavano la potenzialità di un futuro abitativo, commerciale e di sfruttamento. Ma furono due straordinarie scoperte scientifiche che consolidarono il ruolo dell'esplorazione della ricerca marina e subacquea nel XX secolo: la prima è stata la scoperta delle dorsali medio-oceaniche e delle zone di frattura del fondo marino, che hanno permesso la formulazione della teoria della tettonica a placche²³. La seconda scoperta, relativa alle sorgenti idrotermali della dorsale oceanica vicino alle Isole Galapagos²⁴, provocò invece una svolta nelle teorie della nascita della vita sulla Terra dando l'avvio a nuove ipotesi quali ad esempio la scoperta di un intero nuovo ecosistema basato non sulla fotosintesi, in cui la catena alimentare si fonda sull'energia solare, ma sulla chemiosintesi, cioè sull'energia chimica²⁵.

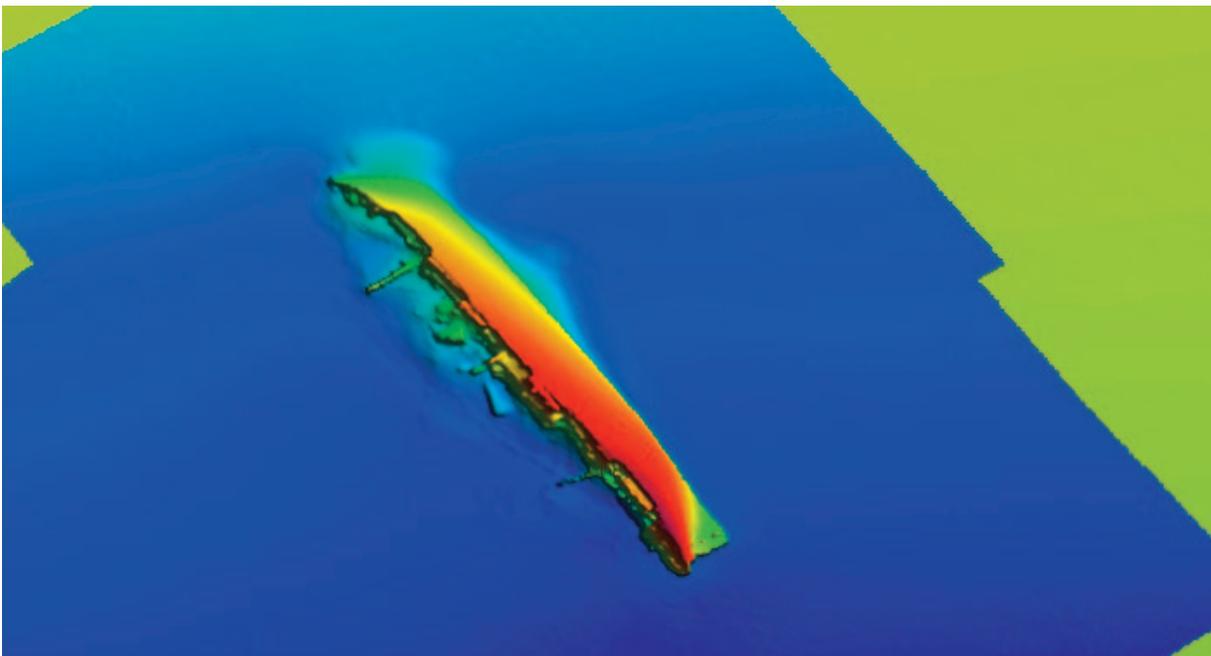


Figura 6 - Rilievo idrografico di relitto (immagine acustica da dati IIM, Genova, 2021-22).

4. Gli impatti dell'essere umano sui fondali marini

I fondali marini rappresentano un ambiente estremamente eterogeneo e un luogo di complesse interazioni tra geosfera, biosfera e idrosfera. In particolare, i fondali marini profondi (definiti come quelli situati al di sotto dei 200 metri di profondità) ricoprono il 70% della superficie della terra rappresentando l'ecosistema più esteso del Pianeta. Il 60% delle superficie dei fondali marini si trova a profondità superiori a 2.000 metri. Questi ambienti, che registrano la deposizione di particelle e materia organica provenienti dalla superficie più produttiva degli oceani (la zona fotica), ospitano la più rilevante frazione della biodiversità marina: oltre il 90% delle specie marine, molte delle quali altamente specializzate, estremamente longeve, capaci di straordinari adattamenti alle condizioni estreme che caratterizzano tali ambienti e di stabilire complesse simbiosi con altri organismi e spesso sconosciute alla scienza. Di queste specie, un'ampia frazione è rappresentata da microrganismi, che sono responsabili di processi di rilevanza globale, come la re-mineralizzazione della materia organica che si deposita sui fondali, e tali da influenzare i cicli biogeochimici planetari del carbonio e dei principali nutrienti. L'immensa diversità genetica e metabolica che caratterizza queste comunità non è ancora stata completamente descritta e viene continuamente aggiornata, man a mano che nuove specie vengono identificate, caratterizzate e catalogate²⁶.

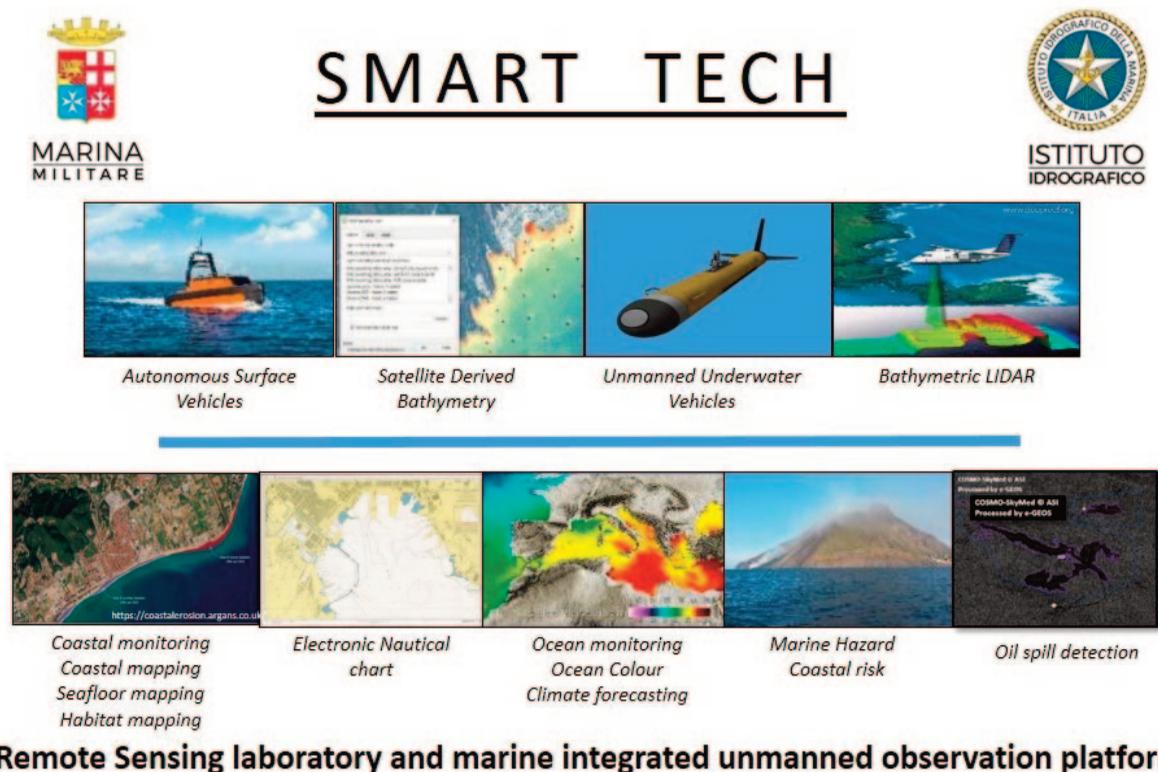


Figura 7 - Progetto SMART TECH. Innovazione tecnologica della Marina Militare nel settore del Mapping Integrato Multipiattaforma, che vede l'utilizzo di segmenti satellitari e di mezzi unmanned finalizzato alla produzione di modelli 3D e 4D dalla superficie al sottofondo (IIM, Genova, 2022).

Nonostante gli straordinari progressi della conoscenza degli ultimi anni, molti di questi ambienti rimangono tuttora inesplorati, così come ancora sono poco o per nulla conosciute la variabilità a scale spaziali e temporali del loro funzionamento ecologico e la risposta, presente e futura, ai sempre crescenti impatti dell'uomo e al cambiamento globale. Impatti che rappresentano minacce capaci di portare al rapido deterioramento degli habitat e all'estinzione di specie. I fondali marini, infatti, sono oggi oggetto di un'ampia varietà di impatti antropici, tra cui l'inquinamento, la pesca a strascico, l'estrazione di idrocarburi, l'estrazione di risorse minerarie (*seabed mining*) e altre tipologie di impatti che stanno aumentando e potrebbero avere maggiore rilevanza in futuro, come il *bioprospecting* che è stato oggetto di negoziazione nell'ambito della Conferenza intergovernativa convocata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite per colmare le lacune sulla conservazione e gestione sostenibile della biodiversità marina e delle risorse genetiche dell'Alto Mare (cd. *Implementing Agreement BBNJ* menzionato nella parte III)²⁷.

4.1 Inquinamento

Un aspetto critico che riguarda l'impatto antropico in ambiente marino si riferisce allo sversamento e accumulo di scarti di lavorazione, prodotti chimici e materiale industriale inquinato in ambienti costieri e off-shore con effetti di trasporto costa-largo soprattutto all'interno dei canyon che connettono la piattaforma continentale con il sistema marino profondo. Si tratta di un impatto rilevante sugli ecosistemi marini con la creazione di aree di contaminazione circoscritte ma con elevato potenziale di dispersione areale. A ciò si aggiunge uno specifico meccanismo di trasporto di materiale e detriti di variabilissima composizione, da costa verso ambienti marini profondi per effetto dei fenomeni alluvionali che colpiscono fiumi brevi e ripidi con regime semiarido e piene improvvise e saltuari di altissima intensità, le cosiddette 'fiumare' che in numerose regioni del nostro Paese caratterizzano il sistema costiero durante periodi di intensa piovosità (Pierdomenico et al., 2019).

È inoltre da sottolineare l'importante impatto sull'ambiente marino costiero e off-shore di munizioni e materiale bellico risalente alle ultime Guerre mondiali, ma anche relativo all'ultimo conflitto nei Balcani, disseminate in ampie aree del Mediterraneo; tale materiale rappresenta un pericolo diretto sull'ambiente e l'ecosistema in funzione dei fenomeni di potenziale rilascio di contaminanti (es. iprite, gas ricchi di arsenico, ecc.) nell'ambiente circostante e con un potenziale di dispersione rilevante anche alla luce della progressiva corrosione della parte esterna, metallica, degli ordigni; a ciò va aggiunto il pericolo diretto (per esplosione e contatto con materiale pericoloso) per i pescatori che accidentalmente possono rinvenire tali ordigni nella pesca a strascico. Infine, riveste un ruolo importante, in termini di impatto sull'ambiente e l'ecosistema, la presenza di relitti sommersi e abbandonati in varie aree del bacino Mediterraneo a cui può risultare associato un significativo rilascio di contaminanti di varia tipologia presenti all'interno delle imbarcazioni affondate.

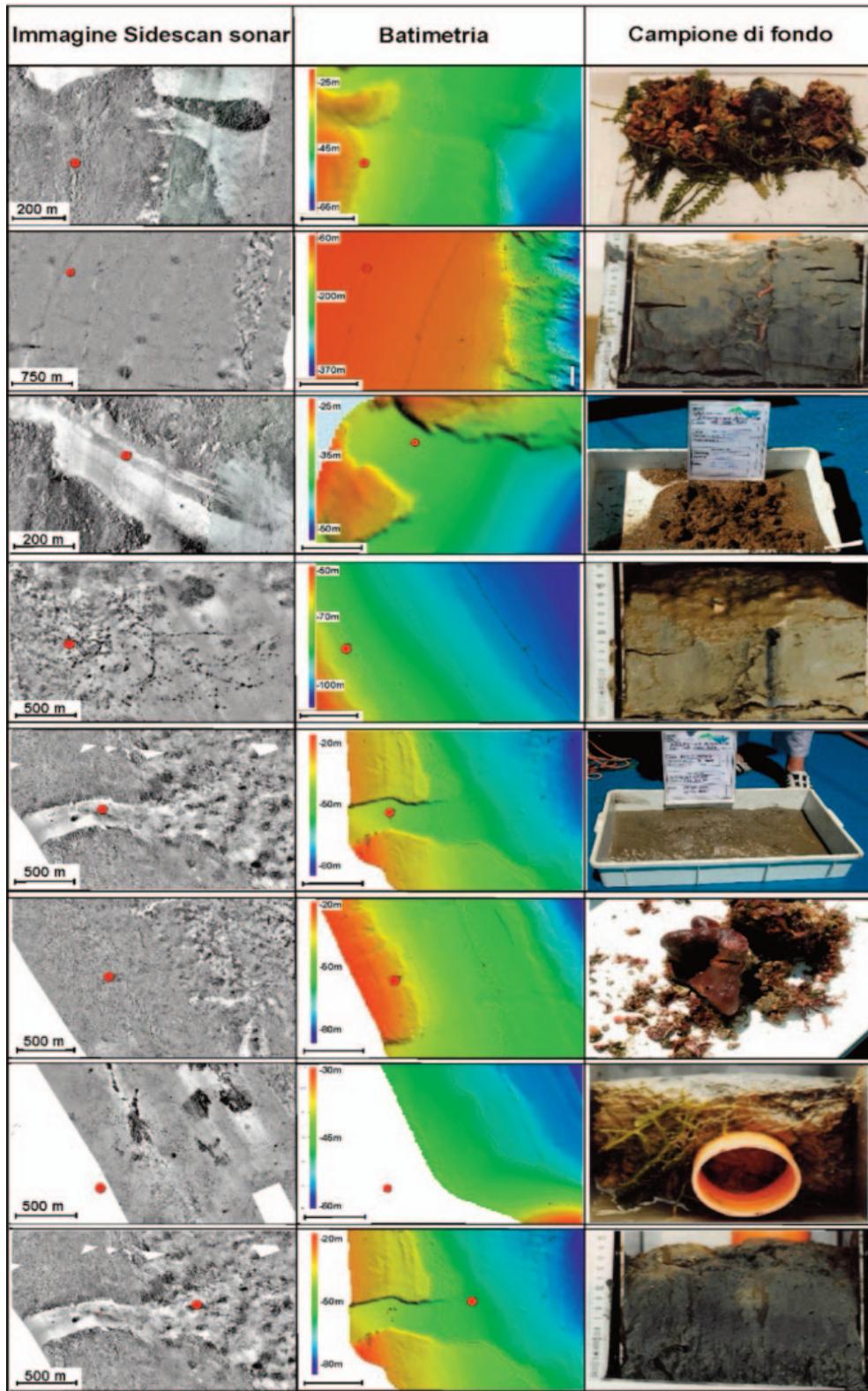


Figura 8 - Mosaico di immagini acustiche e batimetriche del fondale marino che mostrano l'impronta antropica impressa in questi ambienti. Le immagini rispettivamente acustiche e batimetriche delle prime due colonne si riferiscono alle stesse porzioni di fondale, la colonna a destra mostra i campioni di sedimento raccolti sul fondo nei punti esatti indicati dai cerchi rossi delle prime due colonne. (Tratta e modificata da Budillon et al. - 2022).



Figura 9 - Palombaro durante la ricerca subacquea di residuati bellici.

4.2 Pesca a strascico

La pesca a strascico che raccoglie globalmente circa 19 milioni di tonnellate di pesci e invertebrati all'anno (circa un quarto del pescato marino complessivo) è causa di alterazioni profonde degli habitat dei fondali marini. Questo vale in particolare per il Mar Mediterraneo, uno dei mari maggiormente soggetti a questa tipologia di pesca (nel solo Mar Adriatico la percentuale di fondale soggetta a pesca a strascico è superiore al 70% della superficie complessiva).

La pesca a strascico causa inoltre profonde alterazioni del ciclo del carbonio sedimentario. I sedimenti marini rappresentano la più grande riserva di carbonio del Pianeta e un serbatoio cruciale per il suo stoccaggio a lungo termine. Il disturbo di questi depositi di carbonio determina la sua re-mineralizzazione e la successiva trasformazione in anidride carbonica, che viene rilasciata nell'acqua potenzialmente riducendo la capacità di assorbimento dei mari e aumentando l'acidificazione delle acque²⁸.

4.3 Il seabed mining

Tralasciando l'esplorazione e lo sfruttamento degli idrocarburi, i cui impatti sono arealmente meno estesi in condizioni di operatività normale e in assenza di incidenti maggiori, una grande sorgente di disturbo dei fondali marini deriva da attività di sfruttamento delle risorse legate a specifici minerali che si accumulano o si depositano sui fondali²⁹.

La crescente domanda di materie prime metalliche e minerali, necessari alla transizione verde e digitale, accompagnata da consumi insostenibili della popolazione umana di merci tecnologiche spingono continuamente alla ricerca di nuove fonti e proprio per questo i fondali marini rappresentano la nuova frontiera dello sfruttamento minerario³⁰.

La maggior parte delle risorse minerarie marine ricade all'interno della giurisdizione nazionale degli Stati costieri ed è in larga misura rappresentata da sabbia e ghiaia, proveniente da antiche spiagge sommerse dalla risalita del livello del mare avvenuta negli ultimi 18 mila anni, cioè dalla fine dell'ultima glaciazione, quando il livello marino era 120-130 m più basso di oggi. Questi materiali sono estratti quasi al 90% per produrre il calcestruzzo da costruzione, mentre il resto viene utilizzato per il ripristino dei litorali affetti dall'erosione costiera o per la bonifica delle terre³¹.

A partire dalla prima metà degli anni Duemila, gli effetti derivanti da queste pratiche sono emersi con chiarezza e hanno determinato l'implementazione di piani di valutazione dell'impatto ambientale sviluppati a livello nazionale. Ad esempio, nell'area mediterranea, dove l'estrazione di sabbie marine per il ripristino delle spiagge è diventata una pratica diffusa all'inizio degli anni Ottanta, oggi si tende a sfruttare giacimenti che si trovano a profondità maggiori di 30-40 metri per preservare la stabilità del pendio costiero, per proteggere le praterie di Posidonia oceanica e per evitare l'interferenza con le zone di pesca³².

Altre risorse minerarie sono rappresentate dai cosiddetti placer che si formano sulle piattaforme continentali fino a 200 metri di profondità per l'azione di cernita naturale delle onde, delle correnti di marea e, alle alte latitudini, dell'avanzamento e arretramento dei ghiacciai. Esse sono per lo più metalli o gemme dilavate lungo il percorso dei fiumi e accumulate sul fondo marino. Tra esse si possono enumerare pietre preziose come i diamanti, metalli pesanti come lo stagno, metalli preziosi come oro e platino. Anche i fosfati, utilizzati in agricoltura, rappresentano un'ambita risorsa in particolari aree del mondo³³.

Esistono poi categorie di risorse minerarie che più frequentemente si trovano al di fuori della giurisdizione nazionale, quindi soggette a regolamenti di sfruttamento diversi, perché hanno bisogno di elevate profondità e lunghe distanze da costa per formarsi. Tra queste ci sono i noduli polimetallici, scoperti sul finire del secolo XIX nel Mar di Kara, al largo della Siberia, e lungo le pianure abissali degli oceani durante le spedizioni della nave Challenger. I noduli sono delle piccole masse rocciose sferiche ricche in Mn, Cu, Co e Ni che si formano per una combinata azione diagenetica e idrogenetica, con una qualche forma catalizzatrice della componente microbica del fondo, nelle pianure abissali con profondità maggiori di 4500 metri, spazzate da correnti di fondo e con scarsi tassi di sedimentazione. Per via di queste specifiche condizioni necessarie alla loro formazione, i noduli polimetallici si formano in quantità commercialmente interessante solo in poche regioni del mondo localizzate nell'Oceano Pacifico equatoriale e nell'Oceano Indiano centrale. Un meccanismo simile di precipitazione di metalli dall'acqua di mare può agire anche sui fianchi di alcune montagne sottomarine, localizzate soprattutto del Pacifico, che si possono ammantare, nel corso di milioni di anni, di croste rocciose, solidamente attaccate al substrato e ricche non solo in Mn, Co, Cu, Ni, ma anche in Terre Rare e Li³⁴.

Una terza risorsa mineraria dei fondali marini si trova in associazione ad attività idrotermale profonda che induce la lisciviazione delle pareti rocciose attraversate dai fluidi caldi in risalita, i quali una volta a contatto con la fredda acqua del fondo del mare, per shock termico, rilasciano dei metalli portando all'accumulo di depositi a solfuri polimetallici ricchi in Cu, Zn, Pb, e Au/Ag in tracce³⁵. La fuoriuscita di grandi quantità di acido solfidrico surriscaldato, che di per sé sarebbe tossico per la maggior parte degli organismi viventi, consente in realtà l'esistenza di ecosistemi marini profondi molto complessi. La vita qui, che si manifesta in assenza di luce e ossigeno, è sostenuta da consorzi di batteri che invece di espletare la fotosintesi, raccolgono energia chimica da minerali e composti chimici, come l'idrogeno solforato, per rilasciare zolfo³⁶. I solfuri polimetallici si trovano non solo nelle aree oltre la giurisdizione nazionale, ma molti di essi nella ZEE, come ad esempio nell'Arco Eoliano, in Papua Nuova Guinea e nel Mar Rosso.

È evidente che l'estrazione di questi depositi minerali in stretta vicinanza a ecosistemi fragili e rari comporterebbe non solo la distruzione degli habitat, ma anche l'estinzione di specie che probabilmente ancora non sono state scoperte. Specie marine che, tra l'altro, per queste straordinarie abilità di adattamento a condizioni estreme, accumulano nei loro metaboliti alcune proprietà che sono di grande interesse per la prospezione genetica e biomedica. Nonostante gli avanzamenti nella capacità di sequenziare e analizzare i genomi e i metagenomi, lo sporadico campionamento di nuove specie, causato da una esplorazione marina piuttosto lenta e scarsamente finanziata dagli Stati e dal settore privato, rendono gli habitat e gli ecosistemi marini profondi un terreno pressoché sconosciuto, così come le loro potenzialità di utilizzo.

5. Il rumore sottomarino

Oltre all'alterazione dei fondali sottomarini a opera dell'uomo, un ulteriore problema introdotto dai molteplici usi del mare è quello del crescente rumore che ne altera il paesaggio acustico (*soundscape*). L'Oceano è un ambiente in larga parte buio³⁷ dato che la radiazione solare penetra solo gli strati superficiali (zona fotica) della colonna d'acqua. Di conseguenza gli organismi marini non possono utilizzare la vista come principale senso per comprendere l'ambiente che li circonda ma si devono basare su sistemi sensoriali attivi (biolocalizzazione) o passivi (organo della linea laterale, vescica natatoria, timpani, ecc.). Utilizzare suoni e vibrazioni è utile non solo perché fornisce un'alternativa alla vista ma anche perché il suono in ambienti marini si propaga particolarmente bene anche per lunghe distanze creando il panorama acustico sottomarino, ovvero il suono ambientale definito in termini dei suoi attributi spazio-temporali e di frequenze e i tipi di sorgenti che contribuiscono al campo sonoro.

Fino a prima della rivoluzione industriale tale panorama sonoro includeva fondamentalmente la biofonia (suoni generati dagli organismi viventi) e la geofonia (suoni naturali non-biologici, come per esempio quello generato dal vento, dalla pioggia, dai terremoti, ecc.). Con l'aumentare esponenziale delle attività umane in ambiente marino (trasporto marittimo, attività ingegneristiche ed

estrattive, attività di pesca, attività belliche, utilizzo di sonar e sismica oceanografica) è aumentato il rumore sottomarino (o *Underwater Radiated Noise*, URN) a varie frequenze e intensità, dando luogo alla cosiddetta antropofonia.

Il rumore sottomarino è ormai considerato un inquinante emergente e lo studio della sua distribuzione è diventato un importante ambito di ricerca con lo scopo di valutarne gli effetti e proporre legislazione e regolamentazione per limitarne gli impatti. In particolare, in Europa, la Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino dell'UE³⁸, così come integrata dalle successive norme applicative, richiede di considerare la distribuzione spaziale, temporale e i livelli del rumore di origine antropica nella definizione del buono stato ambientale. Le sorgenti di rumore sottomarino includono: il traffico marittimo legato al commercio e al turismo; la costruzione e operatività di infrastrutture off-shore; il dragaggio del fondo, l'uso di sistemi sonar di navigazione; le attività militari.

Gli impatti legati all'esposizione all'URN comprendono 5 tipologie:

- *Effetti di mascheramento*: si verificano quando i suoni prodotti dall'uomo vanno a coprire quelli prodotti da organismi marini per la comunicazione che di conseguenza ne risulta alterata, limitata o addirittura impedita;
- *Risposte di tipo comportamentale*: l'URN, come tutti i fattori di stress, viene percepito per lo più negativamente dagli organismi marini che rispondono allontanandosi dalle sorgenti o dalle aree più rumorose;
- *Limitazioni della capacità di ascolto*: quando i suoni antropici diventano troppo intensi o le loro frequenze si vanno a sovrapporre a quelle utilizzate e prodotte dagli organismi marini i problemi legati alla comunicazione si aggravano e generano fenomeni di cambiamenti temporanei o permanenti delle frequenze o intensità utilizzate;
- *Effetti fisiologici*: come tutti i fattori di stress la presenza di rumore improvviso o prolungato porta a un calo della capacità di fitness di un organismo riducendo la possibilità di caccia, la riduzione dei ritmi di crescita e di riproduzione;
- *Effetti fisici*: si presentano principalmente in caso di URN particolarmente intensi che risultano in danni ai tessuti come lacerazioni timpaniche o rottura di vesciche natatorie.

Le misure di mitigazione dirette o a supporto della riduzione del rumore non possono prescindere una più approfondita conoscenza e comprensione del fenomeno. Anche al fine di colmare la carenza di dati sullo stato di salubrità acustica dei mari, nel 2020 la Marina Militare e l'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) hanno sottoscritto un protocollo d'intesa per lo sviluppo di studi e procedure condivise. Nell'alveo di tale accordo, in particolare, è stata definita congiuntamente una procedura di acquisizione acustica e scambio dati, tra la Forza Armata e l'Istituto, per permettere ai sottomarini della Marina, nel corso delle normali attività in mare, la misura del livello di rumore subacqueo nelle aree di interesse. In questo modo i sottomarini, piattaforme silenziose e quindi ideali per effettuare misure senza alterare le condizioni ambientali, contribuiscono fattivamente al monitoraggio dello stato di salute acustica dei mari, un esempio vincente di sinergia tra amministrazioni dello Stato. Sempre grazie alla citata collaborazione, un rappresentante della MM par-

tecipa ai lavori del *Technical Group on Underwater Noise* (TG NOISE) della Commissione Europea. Il gruppo di lavoro, co-presieduto da un rappresentante di ISPRA, ha proprio l'obiettivo di studiare il rumore sottomarino, definirne gli impatti e proporre le più idonee misure di mitigazione. Nel mese di novembre 2022, il gruppo ha raggiunto un fondamentale risultato concordando dei valori di soglia per il rumore sottomarino, continuo e impulsivo, da adottare quali raccomandazioni per mitigare l'impatto delle attività antropiche sul *soundscape* sottomarino³⁹. Si tratta del primo storico riferimento assunto per affrontare una tematica pressoché sconosciuta, ma che può condizionare pesantemente l'habitat sottomarino.

6. L'evoluzione delle tecnologie per l'indagine batimetrica e acustica dei fondali

L'idea di misurare la profondità dell'Oceano con un filo a piombo risale all'antichità, ma una delle prime illustrazioni di questa tecnica usata in epoca moderna è contenuta nel libro del 1555 a opera dello svedese Olaus Magnus, che aveva solcato in lungo e in largo i mari norvegesi. L'uso del filo a piombo venne impiegato in modo sistematico dal primo oceanografo dell'era moderna, il già citato Luigi Ferdinando Marsili che, nei primi anni del 1700, effettuò quattordici profili batimetrici nel Golfo del Leone, scoprendo così la morfologia caratteristica di un margine continentale descritta nel suo *Histoire Physique de la Mer*. Marsili intuì che la parte più profonda del Mediterraneo doveva trovarsi alla latitudine di Malta, anche se fu solo nel 1887 che l'Ammiraglio Giovan Battista Magnaghi ne misurò il punto considerato allora più profondo a 4.067 metri.

A partire dal 1850, la necessità di posare cavi telegrafici attraverso l'Oceano Atlantico diede un grosso stimolo allo studio della batimetria dei fondali, necessaria per individuare i percorsi meno accidentati su cui stendere i preziosi cavi di comunicazione. Verso la fine del secolo almeno una decina di compagnie telegrafiche impiegavano circa la metà delle nuove navi allora costruite proprio per le misurazioni batimetriche, tanto che queste venivano aggiornate continuamente in una pubblicazione annuale dell'*Hydrographer*.

Al settimo Congresso Geografico Internazionale, tenutosi a Berlino nel 1899 sotto la presidenza del barone Ferdinand von Richthofen (1833-1905), parteciparono scienziati marini quali Otto Pettersson (1848-1941), l'inventore della bottiglia stagna per il campionamento dell'acqua, Sir John Murray (1841-1914) che aveva guidato la spedizione della Challenger, Sua Altezza Serenissima il principe Alberto I di Monaco (1848-1922) che dal 1885 era stato impegnato in crociere oceanografiche in Mediterraneo e Atlantico a bordo dei suoi panfili attrezzati allo scopo. Il Congresso nominò una Commissione internazionale per la nomenclatura del fondo marino e gettò le premesse per la pubblicazione della prima mappa batimetrica degli oceani da presentare in occasione del successivo congresso nel 1904. Da questo impulso e grazie all'interesse di Alberto I di Monaco e dell'oceanografo francese Julien Thoulet (1843-1936) nacque la *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO), la cui prima edizione venne realizzata nel 1903⁴⁰. L'attività di GEBCO continua tutt'oggi ed è uno

dei principali attori del progetto Seabed 2030, che si propone di raggiungere la mappatura globale degli oceani al termine del UN *Ocean Science Decade for Sustainable Development*.

Nel 1884, anche il giovane Regno d'Italia si inserisce in questa competizione scientifica con la Regia Corvetta *Vettor Pisani* del comandante Palumbo (1840-1913). Alla conoscenza del fondo marino contribuì notevolmente il primo Direttore dell'allora Regio Ufficio Idrografico della Marina, poi Istituto Idrografico della Marina, Ammiraglio Magnaghi, attraverso la produzione della prima cartografia completa dei mari italiani con le numerosissime campagne idro-oceanografiche e geodetiche condotte da nave *Washington* a partire dal 1872.

Circa 20.000 misurazioni effettuate tra la fine del XIX e l'inizio del XX Secolo permisero di scoprire e in taluni casi confermare i principali caratteri morfologici del fondo marino, come le piattaforme continentali, le dorsali e le fosse oceaniche. Ma il metodo del filo a piombo, ovvero calate di piombi fissati a cime, risultava comunque largamente influenzato dalle correnti e dalla deriva della nave. Forniva, inoltre, informazioni molto limitate sulla tipologia del fondale e ciò portò a ipotesi che oggi ci appaiono eccentriche, come l'idea di uno strato di ghiaccio che copriva i fondi marini di tutto il pianeta⁴¹. I primi anni del XX secolo videro l'invenzione dell'ecoscandaglio acustico, un dispositivo per la misurazione della profondità per mezzo di onde sonore trasmesse nella colonna d'acqua e riflesse dal fondo. Questi strumenti acustici, montati a chiglia della nave, consentirono a partire dagli anni Trenta l'acquisizione di molti più punti di profondità del fondo (batimetria) e la definizione di mappe via via più accurate rispetto alle misurazioni effettuate col filo a piombo o con i cavi elettrici, ma essendo misure puntuali portavano con sé ancora molte limitazioni e lacune.

I primi sistemi *SOund NAVigation e Ranging* (comunemente chiamati sonar) nacquero durante la Seconda Guerra mondiale per applicazioni militari come il tracciamento dei sommergibili. I sistemi sonar consistono in un trasmettitore di impulsi sonori e un ricevitore che rileva i segnali di ritorno (echi). Tutto si basa sul principio geometrico secondo cui ogni oggetto può essere definito nello spazio attraverso il rilevamento del suo angolo rispetto a una direzione conosciuta (la rotta di navigazione) e la sua distanza calcolata moltiplicando il tempo trascorso tra emissione dell'impulso e ricezione dell'eco e la velocità di propagazione del suono in acqua. L'insieme degli echi ricevuti consente di identificare la posizione relativa di un oggetto sott'acqua e costruire delle immagini del fondo marino o della colonna d'acqua.

A partire dal Secondo dopoguerra, vennero realizzati i sonar *multibeam*, in grado di emettere più fasci acustici contemporaneamente e misurare le profondità batimetriche anche ai lati della rotta percorsa. Inizialmente utilizzati per la ricerca dei relitti in campo militare, l'uso di questi strumenti divenne via via sempre più diffuso tra i centri di ricerca marina più importanti nel mondo e, a partire dalla seconda metà degli anni Novanta, i *multibeam* rappresentano la dotazione di base di tutte le flotte navali dedicate alla ricerca oceanografica e alla mappatura dell'Oceano.

La maggior parte dei sistemi *multibeam* funziona trasmettendo un ampio impulso acustico, utilizzando più raggi di trasmissione/ricezione (beamforming). In pratica, il *multibeam* emette onde sonore da diversi trasduttori in direzione

perpendicolare alla navigazione, in un ventaglio simultaneo di impulsi che si propagano con un angolo di copertura di circa 110-150°. Questo consente di ottenere il 100% della mappatura batimetrica del fondo marino di interesse, effettuando una serie di transetti paralleli fra loro.

L'efficacia dei sistemi sonar è funzione delle frequenze di trasmissione utilizzate. In linea di massima, le onde a bassa frequenza viaggiano più lontano rispetto alle frequenze più alte che vengono assorbite prima nella colonna d'acqua, ma per contro restituiscono maggiore dettaglio dell'oggetto indagato, con risoluzioni spaziali anche centimetriche⁴².

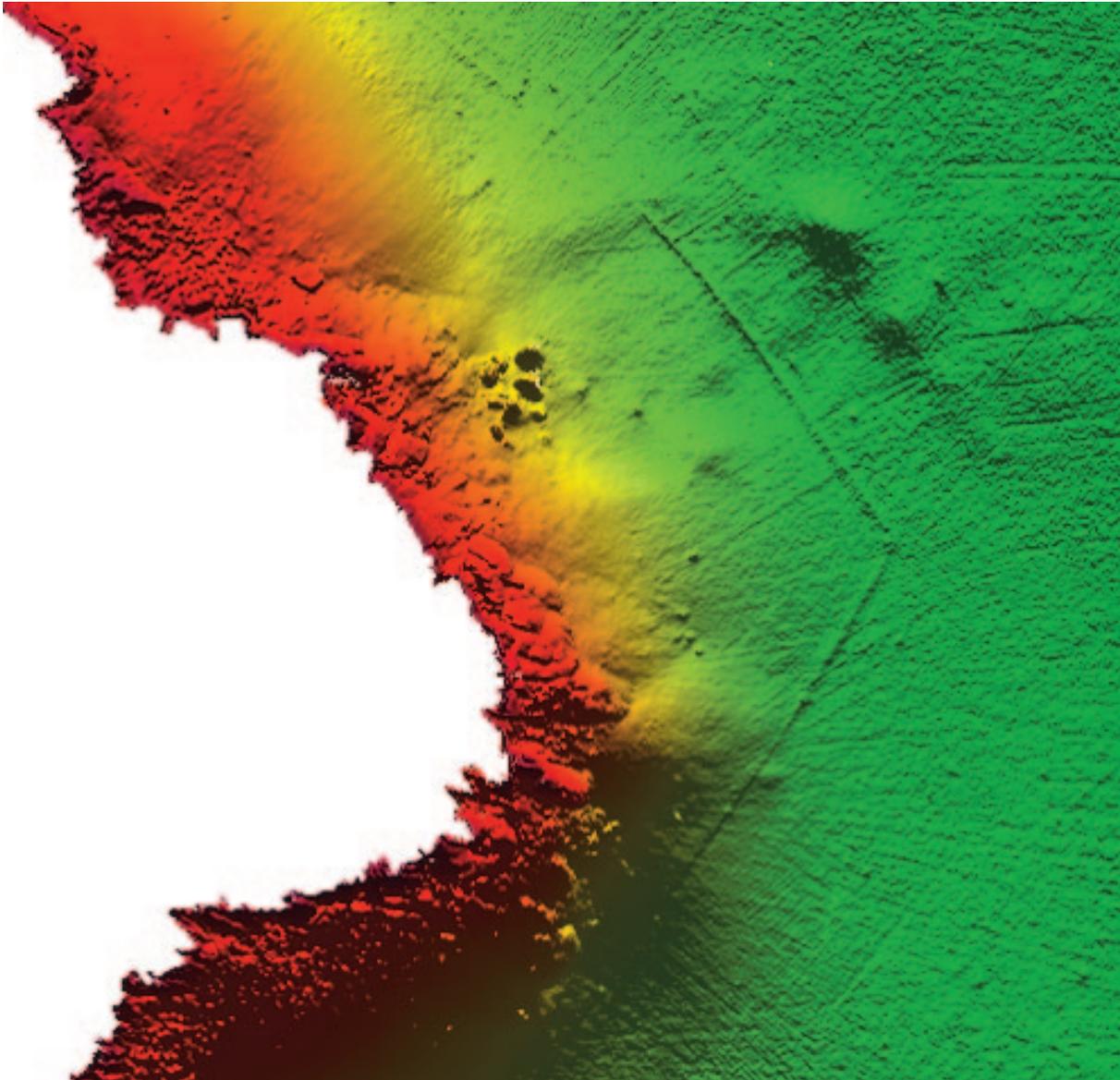


Figura 10 - Golfo Marconi (GE). Condotta sottomarina nelle acque antistanti il promontorio di Portofino - Immagine acustica di condotta subacquea da dati IIM (Genova, 2022).

6.1 Le proprietà acustiche dei fondali

Oltre a conoscere la morfologia dei fondali, è importante conoscerne la natura, ovvero di cosa sono composti in termini litologici e tessiturali. In assenza di campionamenti diretti del fondale, è infatti possibile affidarsi alle loro proprietà acustiche per avere una idea preliminare circa la loro composizione. A questo scopo sono stati inventati sistemi sonar che differiscono dal *multibeam* perché non possono determinare direttamente la profondità degli oggetti. Il *Side Scan Sonar* (SSS) rappresenta un tipo di dispositivo sonar che emette impulsi a singolo fascio ai lati dello strumento che è in genere trascinato dietro la nave a poca distanza dal fondo. L'intensità dei riflessi acustici dal fondo è registrata in una serie di sezioni trasversali. Quando queste vengono mosaicate insieme lungo la direzione di navigazione, esse formano un'immagine quasi fotografica di vaste porzioni del fondale. Il SSS consente di identificare anche piccoli oggetti di natura antropica, tra cui ordigni bellici, cavi e condotte sottomarine ed è in grado di dare indicazioni sulle caratteristiche tessiturali del sedimento o della vegetazione presente sul fondale.

Sia i SSS che i *multibeam*, tipicamente posizionati in chiglia ma in alcuni casi anche su veicolo autonomo, danno informazioni sulla risposta acustica (backscatter) dal fondale come misura dell'energia riflessa dal fondo in funzione delle sue caratteristiche fisiche e della sua micromorfologia.

In pratica, oltre alla morfologia del fondale, si possono avere variazioni di risposta acustica che sono funzione di variazioni della litologia (granulometria dei sedimenti, loro grado di cementazione, presenza di affioramenti rocciosi) oltre che degli ecosistemi bentonici (colonie di coralli di profondità, coralligeno, spugne, fanerogame marine ecc); si tratta quindi di preziose informazioni che oggi si possono acquisire insieme ai dati batimetrici.

6.2 Lo studio della colonna d'acqua e del sotto-fondo

Sono importanti per la conoscenza del subacqueo non solo le proprietà acustiche dei fondali, ma anche quelle della colonna d'acqua che oggi si possono indagare con elevata risoluzione spaziale e temporale attraverso i nuovi sistemi *multibeam*. Con questi è possibile identificare i contrasti di impedenza acustica nella riflettività della colonna d'acqua corrispondenti a masse di densità diversa, le quali possono essere associate a fuoriuscite dal fondale di fluidi e gas, banchi di pesce e materiale biologico, vegetazione, reti da pesca abbandonate (Figura 11). Anche in questo caso si tratta di uno sviluppo tecnologico piuttosto recente, anche se già nelle prime immagini su carta degli ecoscandagli acustici era possibile individuare dei pennacchi di colore più scuro, spesso corrispondenti a forti sorgenti idrotermali sottomarine in vicinanza di edifici vulcanici. Ad esempio questo avviene presso le solfatare subacquee della porzione sommersa della caldera dei Campi Flegrei nel Golfo di Pozzuoli.

La tecnologia è in continua evoluzione e oggi, i sistemi idroacustici hanno consentito nell'ultima decade non solo di identificare le emissioni gassose in acqua, ma anche di tentare di quantificarle usando metodi di inversione del

segnale acustico riflesso dalle bolle gassose. Questi sistemi vengono affiancati da sistemi e tecniche ottiche, come ad esempio stereo-camere e fotogrammetria per arrivare a una sempre maggiore precisione nella quantificazione dei flussi e il calcolo, ad esempio, dei tassi di dissoluzione dei gas in acqua, così importanti per comprendere meglio il contributo di queste emissioni all'acidificazione dell'Oceano o del possibile ingresso in atmosfera di gas serra, come gli idrocarburi gassosi.

Come detto, le anomalie di densità nella colonna d'acqua furono per prime notate sulle stampe degli ecoscandagli a bordo delle navi. Parallelamente a questa tecnologia che per prima era servita a raggiungere una più dettagliata conoscenza della forma dei fondali, si è via via affiancata quella dei profilatori acustici del sottofondo, *Acoustic Sub-Bottom Profiling* (SBP). Questi ultimi sono impiegati per caratterizzare acusticamente gli strati sedimentari, la presenza di particolari strutture sedimentarie e sacche di gas, per alcune decine di metri sotto i fondali con una elevata risoluzione verticale, dell'ordine centimetrico.

Gli SBP sono di fatto delle sorgenti acustiche costituite da un solo canale trasmettitore che invia impulsi sonori verso il fondale. Questi ultimi vengono riflessi sia dal fondale stesso che dagli strati di sedimento sottostanti sulla base della loro differente impedenza acustica ovvero di quanto sono densi e di quanto tempo impiega il suono per attraversarli. Ci sono diversi tipi di SBP, che utilizzano tecnologie e frequenze diverse a seconda dell'oggetto da illuminare e le profondità da raggiungere⁴³. La tecnologia oggi sta evolvendo verso profilatori *sub-bottom* disegnati come dei *multibeam*. Essi, infatti, sono in

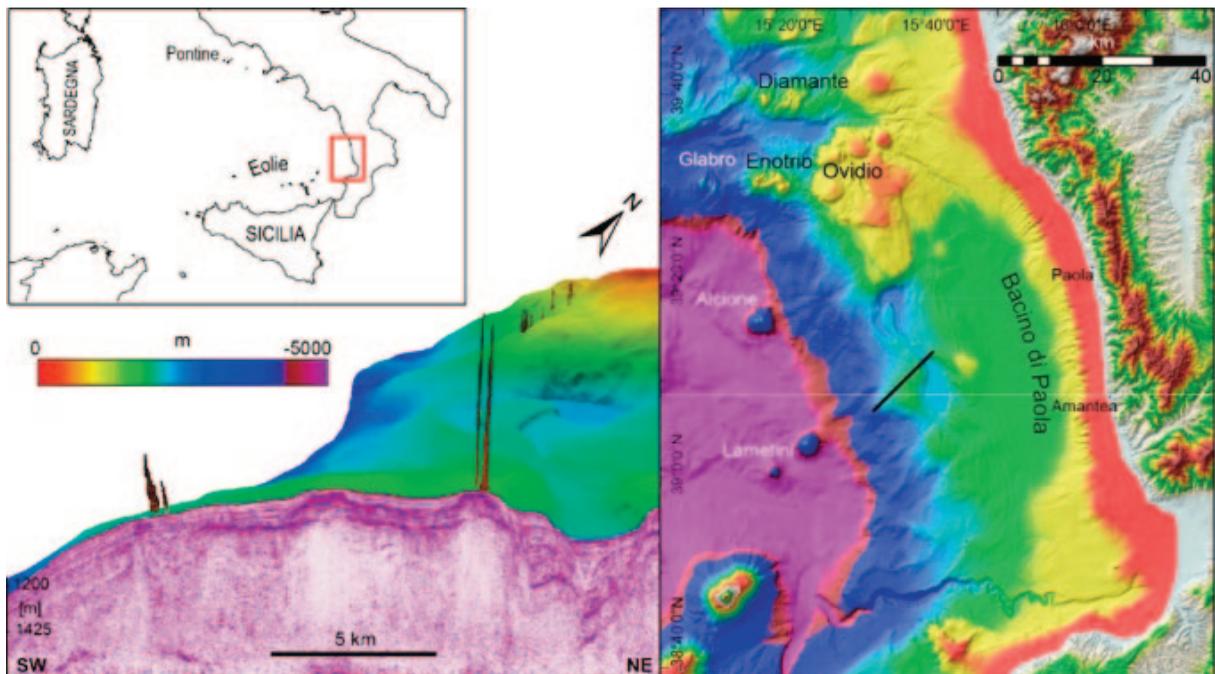


Figura 11 - Bacino di Paola, zona prospiciente il margine tirrenico calabro settentrionale (tratta e modificata da Rovere et al., 2022). Esempio di batimetria e riflettività della colonna d'acqua sovrapposta all'immagine sismica del sottofondo.

grado di trasmettere impulsi in ogni direzione verso il fondale attraverso un proiettore sferico che trasmette frequenze modulate in genere comprese nella banda 3-20 kHz. Un sistema di idrofoni misura la riflettività del fondo. Le diverse informazioni vengono poi raccolte e focalizzate in modo da ricreare una immagine ad altissima risoluzione del fondale marino, in grado di restituire in futuro una visione quasi reale di oggetti molto piccoli che si trovano a elevate profondità.

6.3 La nascita del telerilevamento satellitare per lo studio dei fondali

A partire dagli anni Settanta anche il telerilevamento satellitare dell'altimetria (tramite RADAR) della superficie dell'Oceano è divenuto importante per compensare le carenze di informazione circa la batimetria dei fondali oceanici. Tuttavia, il fenomeno chiamato della "propagazione verso l'alto" dei segnali gravimetrici provenienti dai corpi rocciosi e sedimentari posti in profondità limita la risoluzione spaziale delle previsioni derivate dall'altimetria a oggetti più grandi di circa il doppio della profondità oceanica globale. Consente, pertanto, una stima soltanto grossolana delle morfologie dei fondali oceanici a più larga scala (8 km), come le grandi montagne sottomarine e le strutture tettoniche associate alla formazione degli oceani e alle aree di subduzione. Quindi, la batimetria derivata dall'altimetria satellitare non fornisce una risoluzione spaziale sufficiente per eseguire le dettagliate analisi geomorfometriche. Queste ultime sono necessarie per comprendere l'origine e il significato delle morfologie di fondo legate alle correnti e ai ghiacci, degli habitat bentonici, delle pericolosità geologiche, come faglie e frane sottomarine e degli impatti antropici.

Le informazioni derivate dall'altimetria costituiscono pur tuttavia parte integrante della carta GEBCO, che viene rinnovata di anno in anno a partire dal 2019, integrandola laddove non esistono misurazioni dirette del fondale. Attualmente solo il 23% dei fondali oceanici sono stati mappati con metodi acustici moderni.

Per le acque costiere, il telerilevamento satellitare si basa su sistemi ottici che determinano la distanza di un oggetto e quindi la sua profondità analizzando le riflessioni di un impulso laser. Questi sistemi in genere sono montati su aerei, non solo su satelliti, e usano due range di frequenze della luce: una frequenza più bassa che viene riflessa dalla superficie del mare e fornisce indicazioni sulla elevazione costiera, mentre le frequenze più alte penetrano la colonna d'acqua e vengono riflesse dal fondo, raggiungendo elevate risoluzioni spaziali. Questi sistemi sono particolarmente indicati nel caso di coste alte e rocciose e sono efficaci solo in presenza di acque limpide.

A partire dagli anni Ottanta, anche le immagini satellitari sono state impiegate per la determinazione della batimetria, sfruttando il principio fisico secondo cui le differenti lunghezze d'onda della luce penetrano l'acqua fino a profondità differenti.

I sensori ottici sono via via evoluti nel multispettrale (13 bande del visibile e dell'infrarosso) e, attualmente, il sensore montato su Sentinel-2 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito del programma Copernicus è da considerarsi fondamentale per la cartografia e il monitoraggio delle variazioni morfo-batime-

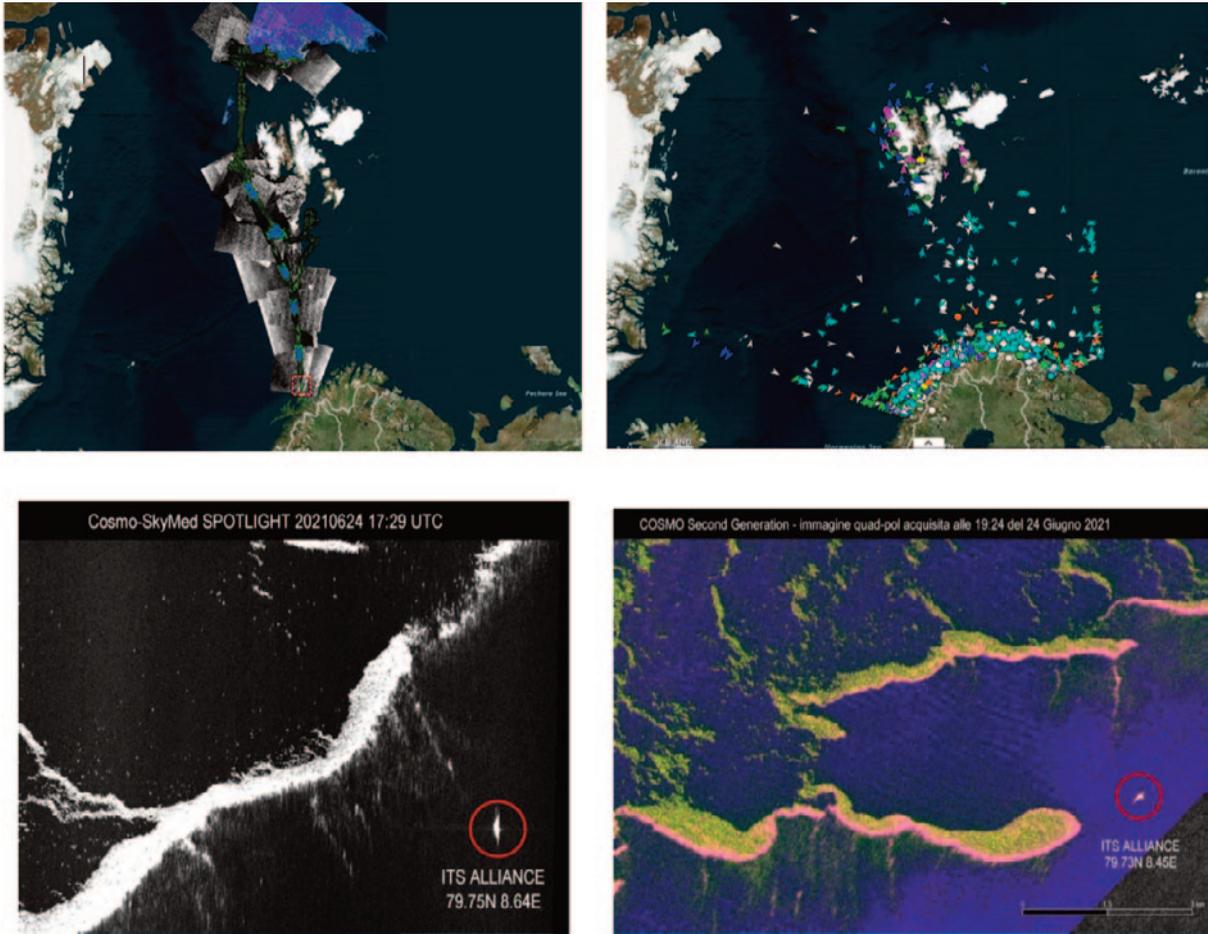


Figura 12 - Immagini elaborate ambito Progetto Anacorsky (progetto congiunto e-GEOS-IIM – ARNACOSKY – COSMO-SkyMed ©ItalianSpaceAgency (ASI)) durante il Programma di ricerca in Artico della Marina Militare HIGH NORTH.

triche e bentoniche dei fondali costieri. Questo sensore costituisce un salto di qualità per la sua discreta risoluzione spaziale (10 m), l'accessibilità senza restrizioni all'utilizzo delle immagini e il sorvolo della stessa area ogni 5 giorni.

Pur tuttavia, questi sistemi di telerilevamento satellitare dipendono fortemente dalla trasparenza dell'acqua e sono davvero efficaci solo nella fascia tropicale e lungo le luminose barriere coralline. Nella maggior parte dei casi ciò significa acque profonde < 20 m, mentre in acque torbide costiere e interne può significare acque profonde anche solo 1-3 m.

6.4 L'approccio 4D allo studio dell'ambiente marino, verso un modello digitale dell'Oceano

Un aspetto altrettanto interessante è la possibilità di effettuare rilievi batimetrici (e di *backscatter*) ripetuti in uno stesso sito per valutarne l'evoluzione geomorfologica nel tempo e il conseguente cambiamento nella distribuzione degli

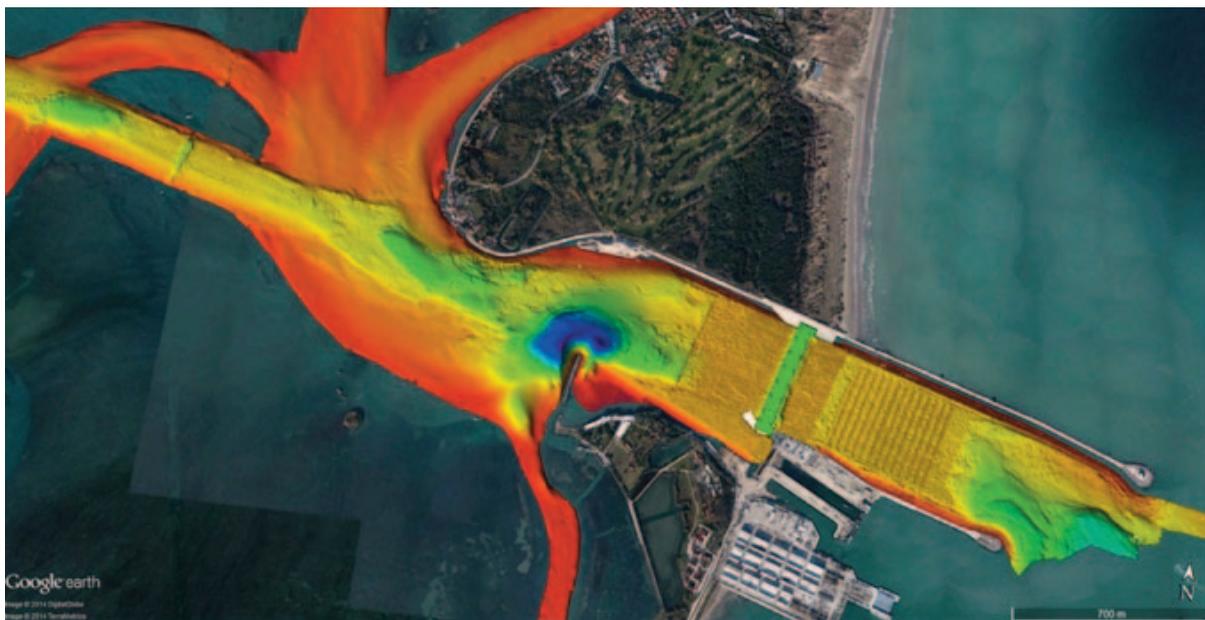


Figura 13 - Bocca di porto di Malamocco (Laguna di Venezia). Esempio di batimetria in ambiente lagunare. Il rettangolo verde al centro del canale rappresenta l'alloggio delle casse che compongono il sistema di difesa dalle acque alte (MOSE) (da Madricardo et al., 2019).

ecosistemi bentonici. Questo approccio presuppone la massima accuratezza nel posizionamento degli strumenti rispetto al fondale e permette di quantificare i processi naturali erosivo-deposizionali in aree di forte dinamica, come le zone lagunari e costiere (Figura 13), i delta, aree di scarpata soggette a frane sottomarine, aree di emissione di fluidi attraverso il fondale, aree di intensa deformazione tettonica o attività vulcanica subacquea. Rilievi ripetuti sono molto utili anche per valutare nel tempo la presenza e l'impatto di strutture antropiche di ogni genere.

Il moderno approccio scientifico nello studio dei fondali richiede una grande diversificazione e specializzazione con un continuo scambio interdisciplinare. La moderna ricerca scientifica degli oceani e dei relativi fondali si basa sull'analisi dei processi geologici che hanno determinato l'evoluzione degli oceani e dei margini continentali con studi di geodinamica, tettonica, sedimentologia e stratigrafia. Gli stessi studi sono in grado di definire le pericolosità connesse a questi processi, in particolare relativamente ad attività vulcaniche e idrotermali, faglie e frane sottomarine. La conoscenza dei fondali si combina con lo studio dei processi idrologici, ecologici ed eco tossicologici, e l'interazione che questi hanno con l'ambiente fisico che li ospita. Il comportamento dell'Oceano è studiato, infatti, a partire dalle sue interfacce, superiore (acqua-atmosfera) e inferiore (acqua-fondo mare), combinando approcci osservativi e modellistici con l'ambizione futura di creare un *digital twin* dell'Oceano per emularne e predirne il comportamento e quindi meglio tutelarlo. Per questo l'approccio 4D, nel senso di rilievi ripetuti in grado di catturare la componente dinamica dei processi marini prospicienti il fondo, è così importante da condurre e incentivarne anche e grazie allo sviluppo tecnologico.

7. Collaborazione tra pubblico e privato. L'esempio del Polo Nazionale della dimensione Subacquea

L'ambiente sottomarino determina dunque un nuovo scenario di confronto e competizione la cui attrattiva va di pari passo con l'effettiva capacità di accedervi e per le sfide che impone, richiede perciò un approccio collaborativo e sinergico da parte di chiunque debba operarvi. La tecnologia richiesta e la vastità delle aree da conoscere, monitorare, sfruttare (per gli operatori economici) e difendere sono tali per cui solo pochi *player* globali possono permettersi di operare individualmente. Diverso è, invece, il fronte dei rischi emergenti. Si pensi, ad esempio, alla necessità di presidiare e tutelare un'infrastruttura sottomarina lunga migliaia di chilometri, come può essere un gasdotto o un cavo sottomarino di comunicazione. L'esponenziale crescita delle tecnologie subacquee sta rendendo gli abissi sempre più accessibili alle attività umane, attirando anche interessi di associazioni dedite ad attività criminali, terroristiche o di sabotaggio. Quanto avvenuto nel Baltico nel settembre 2022 è quanto di più reale e concreto si potesse manifestare.

È necessaria quindi una stretta collaborazione tra operatori privati, proprietari o gestori dell'infrastruttura, e attori statali quali provider di sicurezza. Sul fronte opposto invece, una minaccia può essere apportata da un singolo veicolo subacqueo, con un costo sicuramente accessibile ai principali *network* terroristici.

Questo evidente sbilanciamento impone la necessità di sviluppare nuove forme di cooperazione non solo tra forze militari, nel tradizionale regime delle alleanze, ma anche tra settore militare e mondo civile. Ancor più tali aspetti assumono una rilevanza strategica per l'Italia di storica vocazione marittima al centro del Mediterraneo, che ha in corso l'istituzione di una ZEE e con una capacità industriale di assoluta eccellenza nello specifico settore. È importante che l'Italia affronti questa nuova sfida in maniera strutturata, affidandosi a mezzi e capacità all'avanguardia, in grado di garantire il controllo del dominio subacqueo a tutela dei propri interessi. È richiesto, pertanto, un forte impulso al processo di definizione della dottrina e d'innovazione, ricerca e sviluppo tecnologico nella dimensione subacquea.

In tal senso, il processo in atto in campo nazionale per la costituzione di un Polo Nazionale della dimensione Subacquea, rappresenta un esempio di convergenza di interessi tra pubblico e privato in grado di creare sinergie positive a beneficio di tutti i partecipanti. Da qualche anno, infatti, è emersa nel Paese la necessità di impostare un approccio unitario, in termini di visione e gestione, di tutte le realtà operanti nel settore subacqueo, per orientare efficacemente alle reali esigenze del Paese, la sicurezza, la ricerca e lo sviluppo di tecnologie e sistemistica *underwater* di eccellenza. Il settore subacqueo, infatti, pur contando su un pregiato e variegato portfolio di capacità e progettualità risente di una forte frammentazione del settore. Il Polo Nazionale della dimensione Subacquea nasce, pertanto, come una sfida aggregante che, facendo leva sulla presenza della Marina Militare e sull'elevata capacità innovativa della filiera della subacquea possa contribuire a un miglioramento della competitività dell'intero Paese.

L'esigenza in esame è stata riconosciuta anche in ambito politico-istituzionale con una Risoluzione votata all'unanimità presso la IV Commissione Difesa della

Camera dei deputati nel dicembre 2021⁴⁴. In particolare, tale Risoluzione – che impegnava il Governo a provvedere alla costituzione di un polo nazionale della subacquea – è culminata in un emendamento alla legge di bilancio 2023⁴⁵. Quest’ultima, nello specifico, riconduce le attività di valorizzazione delle potenzialità e della competitività del settore della subacquea nazionale a una specifica “competenza particolare” della Marina Militare attraverso un’integrazione dell’art. 111 del D.Lgs. 15 marzo 2010, n. 66 (Codice dell’Ordinamento Militare). Si tratta dell’istituzione del Polo Nazionale della Subacquea mediante un Decreto del Ministro della Difesa già emesso di concerto con i Ministri delle Imprese e del Made in Italy e dell’Università e della Ricerca, assegnando una prima dotazione finanziaria per il funzionamento del Polo e per le attività di innovazione tecnologica.

Il Polo Nazionale della dimensione Subacquea (PNS) agirà da incubatore per spin-off e start-up che restituiranno alta competitività, anche internazionale, alle aziende italiane. Nella consapevolezza che la corsa per il controllo degli abissi marini sia solo all’inizio, risulta necessario per il Paese farsi trovare pronto a fronteggiare le nuove sfide attraverso capacità operative all’avanguardia. Allo stesso tempo, le grandi multinazionali del settore sono particolarmente proattive nel proporsi nell’area di *business underwater*. Finanche i provvedimenti adottati per la costituzione del PNS dimostrano una particolare attenzione nei confronti del settore subacqueo, che assume la forma di una “entità autonoma”, una vera e propria nuova dimensione fisica, anche a tutela degli interessi nazionali nel dominio subacqueo. Si aprono, quindi, prospettive di sviluppo, non solo nel settore tecnologico, ma anche in quello della regolamentazione normativa e del coordinamento di tutte le attività legate al mare.

NOTE

¹⁶ David Prescott-Steed *A New Frontier for Visual Culture. Thoughts On The Production And Consumption Of Digital Deep-Sea Imagery*. David Prescott Steed, KINEMA, Fall 2012.

¹⁷ Stewart and Jamieson, *The Five Deeps*, *Earth Science reviews*, 2019.

¹⁸ I sistemi di navigazione inerziale stimano il moto e la posizione di un corpo partendo da una posizione iniziale nota e dalla misura delle accelerazioni cui è sottoposto il corpo.

¹⁹ Il *Challenger* salpò con due precisi mandati: uno commerciale ed uno scientifico. La spedizione della HMS *Challenger* venne incaricata di identificare gli ostacoli che avrebbero potuto impedire il futuro posizionamento e recupero dei cavi telegrafici sul fondo: temperature estreme, irregolarità del fondale, creature marine che potevano aggredire l’involucro del cavo. Più di tre anni e mezzo dopo e dopo circa 70.000 miglia percorse, un enorme mole di dati era stata raccolta riguardo a temperature, correnti, profondità, profili e biologia marina, risultando base essenziale per la nascita della scienza oceanografica.

²⁰ *Sir Arthur Charles Clarke* è stato un autore di fantascienza e inventore britannico. Noto ai più per il suo romanzo *2001: Odissea nello spazio* del 1968. Lo scrittore, considerato un autore di fantascienza *hard* o “classica”, dato che una caratteristica saliente dei suoi romanzi è l’attenzione per la verosimiglianza scientifica, ha al suo attivo una produzione letteraria assai estesa che comprende anche diversi testi sul mare.

²¹ *Alvin Toffler* è stato un sociologo statunitense, che definiva sé stesso un “futurologo”. Per molti anni ha studiato i mezzi di comunicazione di massa e il loro impatto sulla compagine sociale e sul mondo della cultura. Da futurologo considerava la metafora della vittima dello “choc del futuro” come immersione in un mondo in rapida e radicale trasformazione.

²² *Isaac Asimov*, è stato uno scrittore, biochimico e divulgatore scientifico russo naturalizzato statunitense

di enorme successo, ritenuto uno dei principali autori di fantascienza e uno dei padri del genere, pubblicato in tutto il mondo, ideatore delle tre leggi della robotica, divenute un riferimento fondamentale per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale.

Fu autore di numerosi romanzi e racconti di fantascienza e di volumi di divulgazione scientifica.

²³ La teoria della tettonica a placche afferma che la crosta terrestre è costituita da una serie di placche in movimento. Quando queste placche si spostano grazie ai moti nel mantello sottostante la crosta, esse possono allontanarsi, inserirsi una sotto l'altra o collidere, generando oceani, catene montuose e terremoti. Il meteorologo tedesco *Alfred Wegener* formulò, nel 1920, una versione propedeutica che si chiamava la teoria della deriva dei continenti ma essa non venne pienamente accettata per molto tempo, principalmente in quanto non si conosceva l'esistenza del mantello e quindi quale forza potesse essere così potente da guidare il movimento di interi continenti. L'esplorazione e la conoscenza degli abissi hanno fornito evidenze fondamentali per validare la teoria delle placche tettoniche.

²⁴ L'esistenza di questi hot-spot sul fondo del mare, lungo le dorsali oceaniche e in contesti vulcanici sottomarini, fu scoperta al largo delle Galapagos solo nel 1977, e si tratta quindi di una conoscenza relativamente nuova per la comunità scientifica.

²⁵ Il tipo più spettacolare di sistema di attività idrotermali sono i *black and white smokers* che si possono individuare in gran parte dei siti termali attivi. Sono strutture a camino composte di solfuri e solfati che ricoprono il sito termale.

²⁶ Nelle ultime due decadi, grazie all'avanzamento delle tecnologie e della capacità di esplorazione dei mari e degli oceani, si è passati da una visione iniziale dei fondali come ambienti relativamente uniformi e caratterizzati da una pressoché omogenea distribuzione delle variabili ambientali, ad una visione più moderna che li riconosce come ambienti estremamente complessi ed eterogenei, caratterizzati da un'ampia varietà di paesaggi ed ecosistemi.

²⁷ Ardito G., Andreone G. and Rovere M. (2023). Overlapping and fragmentation in the protection and conservation of the marine environment in areas beyond national jurisdiction. *Front. Mar. Sci.* 9:1094266.doi: 10.3389/fmars.2022.1094266 1.

²⁸ Recenti studi mostrano che il disturbo arrecato ai fondali pescati (circa 4,9 milioni di km² corrispondenti all'1,3% della superficie globale) causa l'emissione di 1,47 Pg di CO₂, una quantità equivalente al 15-20% della CO₂ atmosferica assorbita dall'Oceano ogni anno e paragonabile alle stime di perdita di carbonio nei suoli terrestri a causa dell'agricoltura (Sala et al., 2021).

²⁹ Anche il *seabed mining* rappresenta un'altra potenziale minaccia emergente per il carbonio presente sui fondali, ma i suoi impatti sono ancora poco conosciuti essendo più recenti e mediamente più profondi rispetto a quelli della pesca.

³⁰ Un report della Banca mondiale pubblicato nel maggio 2020 ha, infatti, stimato che, per raggiungere l'obiettivo di una economia circolare, la produzione di minerali come il cobalto crescerà del 500% entro il 2050. La stessa Commissione Europea ha redatto uno studio che prevede la triplicazione di domanda di Co e Ni, tra il 2030 e il 2050, esclusivamente per la produzione di batterie e componenti per le energie rinnovabili.

³¹ Dal 1995, nella sola Europa, una media di 56 milioni di m³ sono estratti ogni anno dai fondali dell'Atlantico nord-orientale e del Mare del Nord. Ma è l'Asia a rappresentare il maggiore consumatore di sabbie marine nel mondo, basti pensare che una città come Singapore ha aumentato la sua estensione terrestre del 22% rispetto agli anni '60, è di gran lunga il più grande importatore di sabbia al mondo (14,6 milioni di tonnellate di sabbia all'anno). Lo sviluppo costiero di città come Singapore, Dubai, Abu Dhabi ha portato alla perdita sistematica di habitat marini, come mangrovie, barriere coralline, fondali a coralligeno.

³² A livello europeo, la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina, con il Descrittore 6 "Integrità del fondale marino" intende vincolare gli stati a programmi nazionali di monitoraggio volti a contribuire al raggiungimento di un buon stato ambientale, incluso quello del fondo marino.

³³ Ad esempio, al largo delle coste della Namibia e della Nuova Zelanda, a profondità di 300-400 m, il loro tentativo di sfruttamento da parte di compagnie private ha incontrato l'opposizione dei governi, delle comunità indigene e dell'industria della pesca e dell'ecoturismo. Le attività di dragaggio e dispersione dei sedimenti di risulta causerebbero infatti impatti significativi non solo diretti sulle comunità bentoniche, ma anche sulla produttività biologica della colonna d'acqua, sui tassi di respirazione degli ecosistemi bentonici e potrebbero provocare la dispersione di metalli pesanti.

³⁴ Mn: manganese. Cu: rame. Co: cobalto. Ni: nichel, Li: litio.

³⁵ Cu: rame. Zn: zinco. Pb: piombo. Au: oro. Ag: argento

³⁶ Lo zolfo è utilizzato da altri tipi di batteri che lo ossidano e lo trasformano in zuccheri utilizzati come fonte di energia da organismi superiori, come policheti e mitili, che vivono in simbiosi con questi batteri ospitandoli all'interno dei loro corpi.

³⁷ Il limite inferiore della zona fotica viene posto alla profondità a cui arriva l'1% della radiazione solare e al massimo a 200 m nel caso di aree particolarmente limpide come l'Oceano aperto.

³⁸ Direttiva quadro 2008/56/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 giugno 2008. La successiva DECISIONE UE 2017/848 DELLA COMMISSIONE del 17 maggio 2017 definisce i criteri e le norme metodologiche relativi al buono stato ecologico delle acque marine nonché le specifiche e i metodi standardizzati di monitoraggio e valutazione.

³⁹ Maggiori informazioni e i documenti redatti dal TG-NOISE sono reperibili sul sito della Commissione Europea: https://environment.ec.europa.eu/news/zero-pollution-and-biodiversity-first-ever-eu-wide-limits-underwater-noise-2022-11-29_en.

⁴⁰ J. K. Hall, "GEBCO Centennial Special Issue - Charting the Secret World of the Ocean Floor: The GEBCO Project 1903-2003," *Marine Geophysical Researches*, vol. 27, no. 1, 2006.

⁴¹ P. Smith Menandro and A. Cardoso Bastos, *Seabed Mapping: A Brief History from Meaningful Words, Geosciences*, vol. 10, no. 7, 2020.

⁴² I multibeam ad alta frequenza 200-700 kHz sono utilizzati infatti da acque molto poco profonde (< 5 m) fino a mediamente profonde (100-150 m), frequenze attorno ai 70-100 kHz sono usate lungo la piattaforma continentale esterna e la scarpata, frequenze attorno a 30 kHz sono utilizzate per le profondità abissali.

⁴³ Le frequenze possono andare dai 500 Hz di un classico boomer ai 40 kHz di un CHIRP che significa Compressed High-Intensity Radiated Pulse e che rappresenta l'evoluzione più moderna di questi sistemi acustici, introdotta verso la metà del 1990. Un CHIRP in sostanza consente la modulazione degli impulsi di frequenza, sulla scorta della tecnologia RADAR (Radio Detection And Ranging), arrivando ad una maggiore risoluzione e una migliore classificazione dei sedimenti.

⁴⁴ Risoluzione n. 7-00746 del 15 dicembre 2021 della IV Commissione Difesa della Camera dei Deputati.

⁴⁵ Legge 29 dicembre 2022, n. 197, articolo 1, commi 658 e 659.

PARTE III

LO STATO DELLA REGOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ SUBACQUEE: LO SVILUPPO DI UN QUADRO NORMATIVO AFFERENTE ALLA DIMENSIONE SUBACQUEA



1. Inquadramento

Dal punto di vista giuridico internazionale, la dimensione subacquea non viene considerata in modo unitario. La tendenza operata dagli Stati nel corso dei secoli è stata piuttosto quella di lento e costante “accaparramento” di spazi e poteri sui mari (cd. *creeping jurisdiction*). Ne è derivata una frammentazione del sistema regolatorio in una molteplicità di principi giuridici, regole consuetudinarie e patrizie, nonché concetti e istituti astratti di matrice esclusivamente giuridica, che non trovano corrispondenza nella realtà fisica e geomorfologica dei mari e ne condizionano profondamente tanto la gestione quanto la protezione.

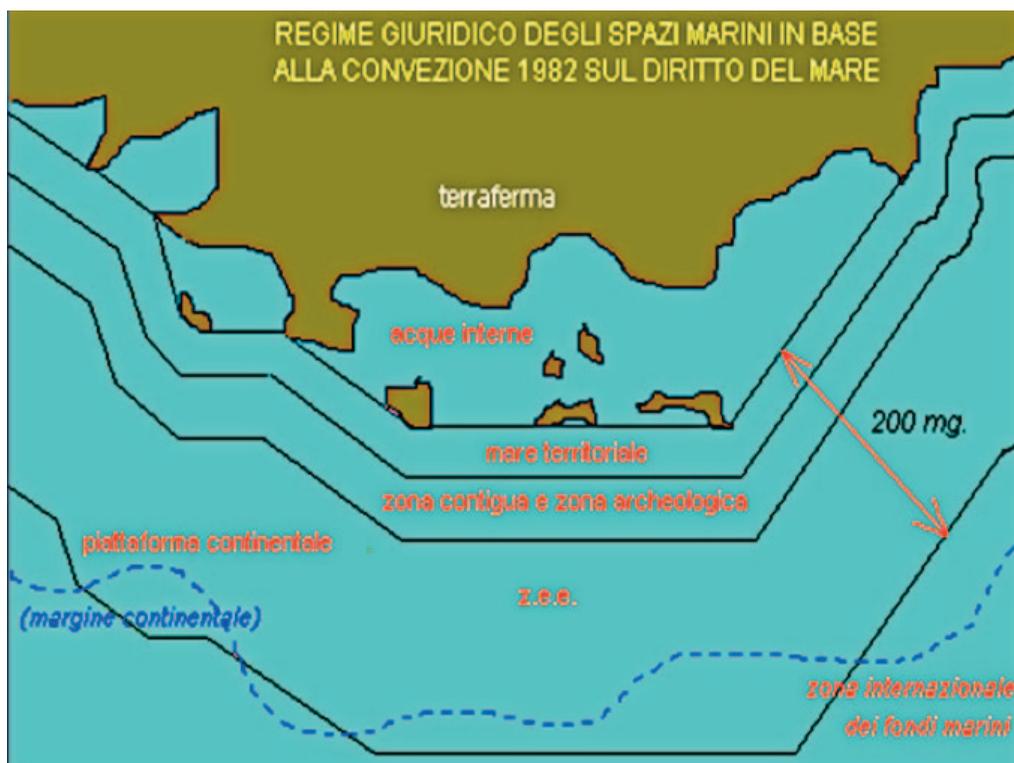


Figura 14 - Regime giuridico degli spazi marini in base alla Convenzione 1982 sul Diritto del Mare.

Inoltre, come è evidente, il mare ha storicamente rappresentato il luogo critico per l'esercizio della sovranità statale, stante le difficoltà correlate al suo dominio o "controllo effettivo". Oggi questa "fuga" dal potere statale caratterizza anche ad altri domini, come quello spaziale e quello cibernetico. In passato, peraltro, proprio in ambito marittimo è avvenuta la maggiore sperimentazione delle forme di esercizio del potere statale esclusivo, concorrente o, persino, in assenza di regole dettagliate scritte.

In tale contesto, la UNCLOS ha avuto un ruolo fondamentale nel regolamentare in modo ampio tutte le attività umane in mare, e nell'individuare e disciplinare l'allocazione dei poteri statali in mare (si rinvia alla Figura 14). Per questo, e per il suo carattere omnicomprendente e universale, viene considerata come la Costituzione degli oceani e come largamente riprodottrice del diritto internazionale generale (di tipo consuetudinario), e di conseguenza vincolante per tutti gli Stati, anche quelli che non ne sono parte.

La questione dell'esercizio esclusivo dello Stato in mare rappresenta un punto di partenza centrale nell'analisi del dominio marittimo. La tripartizione del potere statale in prescrittivo (*jurisdiction to prescribe*), coercitivo (*jurisdiction to enforce*) e giudiziario (*jurisdiction to adjudicate*) diventa sempre più cruciale quanto più ci si allontana dalla costa. Al di là delle proprie acque interne, infatti, lo Stato costiero deve sempre condividere alcuni poteri con altri Stati e solo in alcuni casi esercita alcuni dei suoi poteri in modo esclusivo.

L'analisi delle zone marittime, così come regolamentate dal diritto internazionale vigente, appare prodromica a delineare i caratteri salienti e più dibattuti delle questioni di gestione sostenibile e di sicurezza delle attività marittime, con particolare riferimento alle infrastrutture subacquee e la posa di cavi e condutture sottomarine.

2. Il mare territoriale e la zona contigua

Com'è noto, il diritto internazionale del mare è caratterizzato da un antico dualismo tra la visione giuridico-istituzionale del mare e la sua realtà fisica e geomorfologica. L'esempio più evidente è dato dalla scissione tra la regolamentazione del fondo e del sottofondo marino, da un lato, e quella dello spazio sovrastante, cioè della colonna d'acqua, dall'altro.

Questa scissione ha inizio già dal limite interno del mare territoriale, la cui estensione massima è di 12 miglia nautiche dalla linea di base. Infatti, il fondo e il sottofondo del mare territoriale rientrano nella piena sovranità dello Stato costiero, mentre nella corrispondente colonna d'acqua vige la limitazione del diritto di passaggio inoffensivo che può essere esercitato dalle navi straniere.

In base all'art. 2, comma 1, della UNCLOS la sovranità dello Stato costiero si estende – al di là del suo territorio e delle sue acque interne (e nel caso di uno Stato-arcipelago, delle sue acque arcipelagiche) – a una fascia adiacente di mare, denominata mare territoriale, e deve essere esercitata conformemente alla stessa convenzione e al diritto internazionale.

Lo Stato costiero gode di una sovranità limitata sul mare territoriale; infatti, alle navi di tutti gli Stati, costieri o privi di litorale, è riconosciuto il diritto di pas-

saggio inoffensivo nel mare territoriale di un altro Stato (art. 17 UNCLOS). Il “passaggio” consiste nell’attraversare il mare territoriale senza entrare nelle acque interne né fare scalo in una rada o installazione portuale situata al di fuori delle acque interne e/o nel dirigersi verso le acque interne o uscirne, oppure fare scalo in una rada o installazione portuale. Il passaggio deve essere continuo e rapido, e comprende la fermata e l’ancoraggio soltanto se questi costituiscono eventi ordinari di navigazione o sono imposti da forza maggiore o in condizioni di difficoltà, oppure sono finalizzati a prestare soccorso a persone, navi o aeromobili in pericolo o in difficoltà (art. 18 dell’UNCLOS).

Il passaggio è inoffensivo fintanto che non arreca pregiudizio alla pace, al buon ordine e alla sicurezza dello Stato costiero e l’art. 19, comma 2, dell’UNCLOS individua una serie di circostanze nella quale il passaggio è ritenuto pregiudizievole per gli interessi citati e “offensivo”. Nel mare territoriale, i sommergibili e altri veicoli subacquei sono tenuti a navigare in superficie ed esibire la bandiera nazionale (art. 20 UNCLOS). Tale obbligo, stabilito quando i sommergibili erano in linea di massima operati dalle sole forze armate, si applica anche alla navigazione subacquea commerciale, inclusa l’ipotesi in cui il mezzo sia *unmanned*. Le operazioni di mezzi come i *Remotely Operated Vehicles* (ROV) quando costituiscono estensione della nave non sono compatibili con l’ipotesi del passaggio “continuo e rapido”.

L’art. 21 della UNCLOS prevede che lo Stato costiero possa adottare nel proprio mare territoriale leggi e regolamenti relativi al passaggio inoffensivo – dei quali deve essere data idonea diffusione oltre l’ambito strettamente nazionale – in una o tutte le materie indicate nello stesso articolo⁴⁶.

Le navi straniere che esercitano il diritto di passaggio inoffensivo nel mare territoriale devono attenersi a tali leggi e regolamenti.

In ogni caso lo Stato costiero non può impedire o ostacolare il passaggio inoffensivo e non può adottare misure discriminatorie (art. 24 UNCLOS).

Lo Stato costiero non dovrebbe esercitare la propria giurisdizione penale a bordo di navi in transito nel mare territoriale al fine di procedere ad arresti o condurre indagini connesse con reati commessi a bordo durante il passaggio. Tuttavia, si deroga quando le conseguenze del reato si estendono allo Stato costiero, il reato è di natura tale da disturbare la pace del paese o il buon ordine nel mare territoriale, l’intervento delle autorità locali è stato richiesto dal comandante della nave (o da un agente diplomatico o funzionario consolare dello Stato di bandiera della nave) oppure quando tali misure sono necessarie per la repressione del traffico illecito di stupefacenti o sostanze psicotrope (art. 27 UNCLOS).

Lo Stato costiero non dovrebbe, inoltre, fermare o dirottare una nave straniera che passa nel suo mare territoriale, allo scopo di esercitare la giurisdizione civile nei riguardi di una persona che si trovi a bordo della nave. Lo Stato costiero non può, invece, procedere a misure esecutive o cautelari nei confronti della nave nell’ambito di un procedimento civile, se non per effetto di obblighi o di responsabilità in cui la nave sia incorsa o che abbia assunto durante o in previsione del suo passaggio nelle acque dello Stato costiero (art. 28 UNCLOS). Tali limitazioni non pregiudicano il diritto dello Stato costiero, conformemente alle sue leggi, di procedere a misure esecutive o cautelari nell’ambito di un procedimento civile nei confronti di una nave straniera che stazioni nel mare territoriale o che transiti nel mare territoriale dopo aver lasciato le acque interne.

Passando alla zona contigua, che è lo spazio di mare immediatamente adiacente al mare territoriale, e per un massimo di ulteriori 12 miglia nautiche (mn) – in totale quindi la zona contigua può avere una estensione massima di 24 mn dalla linea di base –, l'UNCLOS consente allo Stato costiero di esercitare in tale zona il controllo necessario a prevenire e reprimere la violazione di proprie leggi e regolamenti in materia doganale, fiscale, sanitaria o di immigrazione commesse nel proprio territorio e nelle proprie acque territoriali, entro quindi le 12 mn, (art.33 UNCLOS). Le disposizioni letterali dell'UNCLOS sono state, tuttavia, oggetto di interpretazione più o meno estensiva da parte degli Stati e della dottrina. Nella prassi statale, infatti, la determinazione dei limiti del potere coercitivo e giudiziario dello stato costiero sulle navi straniere nella zona contigua dipende dall'interpretazione più o meno restrittiva che si accorda alla previsione dell'art.33 della UNCLOS, e cioè se si intende, più estensivamente, che anche la commissione di violazioni avvenute nelle 12 mn oltre il mare territoriale (cioè nella zona dalle 12 alle 24 mn) possa essere oggetto dei poteri di vigilanza ampi riconosciuti agli Stati, oppure se solo le violazioni commesse all'interno del territorio o del mare territoriale (quindi non oltre le 12 mn) siano perseguibili dalle autorità nazionali dello stato costiero. La dottrina, ma anche la prassi, tendono a preferire la prima, e più ampia, interpretazione. La zona contigua deve essere debitamente proclamata dallo Stato costiero.

3. La piattaforma continentale e la zona economica esclusiva

Anche nel caso della zona contigua, la menzionata scissione rispetto al fondo risulta evidente. Infatti, oltre le 12 mn del mare territoriale, il fondo e il sottofondo marino rientrano nell'istituto della piattaforma continentale (PC). Esso è entrato a far parte del diritto internazionale generale molto prima dell'UNCLOS ed è poi stato quasi del tutto "inglobato" all'interno dell'istituto giuridico della ZEE, che invece è uno delle innovazioni introdotte da questa Convenzione. La ZEE, tuttavia, deve essere proclamata dallo Stato costiero con un atto interno *ad hoc* e portato a conoscenza degli altri Stati, poiché tale zona non è considerata come una zona automatica come la PC e il mare territoriale.

a. La piattaforma continentale

L'istituto giuridico della piattaforma continentale (non coincidente con la nozione geologica di piattaforma) riconosce, *ipso facto* e *ab initio*, allo Stato costiero diritti sovrani esclusivi di esplorazione e sfruttamento delle risorse naturali in essa rientranti. La giurisprudenza internazionale ha confermato più volte che la piattaforma continentale costituisce un naturale prolungamento del territorio di uno Stato e, pertanto, su di essa lo Stato costiero gode di diritti sovrani per l'esplorazione e sfruttamento delle risorse naturali viventi e non viventi.

Come il mare territoriale, la PC è una zona cd. automatica, nel senso che tutti gli Stati costieri ne possono disporre senza alcuna proclamazione. La PC si estende fino a un limite massimo di 200 mn. Come già accennato nella parte I, laddove gli Stati costieri ritengano di avere diritto a una piattaforma continentale estesa (cd. Piattaforma continentale estesa equivalente all'*Extended Continental*

Shelf - ECS), essa non potrà superare le 350 mn dalla linea di base oppure i 100 mn dalla isobata dei 2500 m. (art.76 UNCLOS).

Lo Stato costiero esercita sulla piattaforma continentale diritti sovrani allo scopo di esplorarla e sfruttarne le risorse naturali. Tali diritti sono “esclusivi” nel senso che, se lo Stato costiero non esplora la piattaforma continentale o non ne sfrutta le risorse, nessun altro può intraprendere tali attività senza il suo espresso consenso (art. 77, commi 1 e 2 UNCLOS) e non necessitano di una specifica proclamazione (art. 77, comma 3, UNCLOS).

Le citate “risorse naturali” consistono nelle risorse minerali e altre risorse non viventi del fondo marino e del sottosuolo come pure negli organismi viventi appartenenti alle specie sedentarie, cioè organismi che, allo stadio adulto, sono immobili sul fondo o sotto il fondo, oppure sono incapaci di spostarsi se non restando in continuo contatto fisico con il fondo marino o con il suo sottosuolo.

L’art. 78 dell’UNCLOS precisa che “i diritti dello Stato costiero sulla piattaforma continentale non pregiudicano il regime giuridico delle acque e dello spazio aereo sovrastanti” e il loro esercizio non deve impedire la navigazione o produrre alcuna ingiustificata interferenza nei riguardi di essa e di altri diritti e libertà di altri Stati, sanciti dalla Convenzione.

L’UNCLOS attribuisce allo stato costiero, il “diritto esclusivo di autorizzare e regolamentare le perforazioni nella piattaforma continentale, qualunque sia il loro scopo” (art. 81) e il diritto esclusivo di costruire e di autorizzare e disciplinare la costruzione, la conduzione e l’utilizzo di isole artificiali, installazioni e strutture realizzate per fini di sfruttamento e per altri fini economici e installazioni e strutture che possano interferire con l’esercizio dei diritti dello Stato costiero nella zona (art. 80). Inoltre, le disposizioni della Convenzione relative alla piattaforma continentale “non pregiudica il diritto dello Stato costiero di sfruttare il sottosuolo per mezzo di gallerie, qualunque sia la profondità delle acque sovrastanti il fondo marino” (art. 85).

b. La Zona Economica Esclusiva (ZEE)

La ZEE è una zona adiacente al mare territoriale e con una estensione massima di 200 miglia nautiche dalla linea di base. Lo Stato costiero sulla ZEE gode di diritti sovrani ai fini dell’esplorazione, dello sfruttamento, della conservazione e della gestione delle risorse naturali, biologiche o non biologiche, che si trovano nelle acque soprastanti il fondo del mare, sul fondo del mare e nel relativo sottosuolo; esercita la stessa sovranità nei confronti delle attività connesse con l’esplorazione e lo sfruttamento economico della zona, quali la produzione di energia derivata dall’acqua, dalle correnti e dai venti (art. 56, comma 1, UNCLOS).

Allo Stato costiero è inoltre riconosciuta giurisdizione in materia di:

- installazione e utilizzazione di isole artificiali, impianti e strutture;
- ricerca scientifica marina;
- protezione e preservazione dell’ambiente marino.

Nella ZEE lo Stato costiero gode, ai sensi dell’art. 60, comma 1, dell’UNCLOS, del diritto esclusivo di costruire e di autorizzare e disciplinare la costruzione, la conduzione e l’utilizzo di: isole artificiali; installazioni e strutture realizzate per gli scopi dell’esplorazione, dello sfruttamento, della conservazione e della gestione delle risorse naturali, biologiche o non biologiche e per altri fini economici;

tutte le “installazioni e strutture che possano interferire con l’esercizio dei diritti dello Stato costiero nella zona”.

Coerentemente, lo Stato costiero deve dare un debito preavviso della costruzione di tali isole artificiali, installazioni e strutture, e debbono essere predisposte attrezzature permanenti per segnalarne la presenza. Le installazioni o strutture che siano state abbandonate o disattivate debbono essere rimosse per garantire la sicurezza della navigazione, tenuto conto di ogni disposizione internazionale generalmente accettata, emanata a questo proposito dalla competente organizzazione internazionale. Tale rimozione viene effettuata tenendo in debito conto anche la pesca, la protezione dell’ambiente marino e i diritti e gli obblighi degli altri Stati. Adeguata informazione viene data in merito alla profondità, alla posizione e alle dimensioni di qualunque installazione o struttura che non sia stata completamente rimossa (art. 60, comma 3, UNCLOS). È importante sottolineare che le isole, le installazioni e le altre strutture artificiali non hanno lo status di isole e di conseguenza non possiedono un proprio mare territoriale, e la loro presenza non modifica la delimitazione del mare territoriale, della ZEE o della piattaforma continentale (art. 60 comma 8 della Convenzione). In ogni caso, le isole artificiali, installazioni e strutture, non possono creare interferenze con l’utilizzo di corridoi riconosciuti essenziali per la navigazione internazionale.

In caso di necessità, lo Stato costiero può istituire, intorno a tali isole artificiali, installazioni e strutture, ragionevoli zone di sicurezza all’interno delle quali possa adottare misure atte ad assicurare la sicurezza sia della navigazione sia delle stesse isole artificiali, installazioni e strutture. La larghezza delle zone di sicurezza viene stabilita dallo Stato costiero, tenuto conto delle pertinenti norme internazionali. Tali zone vengono stabilite secondo criteri idonei a garantirne la ragionevole rispondenza alla natura e alla funzione delle isole artificiali, installazioni e strutture, e non si estendono oltre la distanza di 500 metri intorno a esse, misurata da ciascun punto del loro bordo esterno, salvo quanto autorizzato dalle norme internazionali generalmente accettate o quanto raccomandato dalla competente organizzazione internazionale. Dell’estensione delle zone di sicurezza viene data opportuna informazione.

Tutte le navi debbono rispettare tali zone di sicurezza e si conformano alle norme internazionali generalmente accettate, relative alla navigazione in prossimità delle isole artificiali, installazioni, strutture e zone di sicurezza.

Lo Stato costiero ha giurisdizione esclusiva su tali isole artificiali, installazioni e strutture, anche in materia di leggi e regolamenti doganali, fiscali, sanitari, di sicurezza e di immigrazione (art. 60, comma 2, UNCLOS). Relativamente ai cavi e alle condutture, il regime della ZEE richiama quello della piattaforma continentale.

La sicurezza delle isole, strutture e installazioni artificiali situate nella PC e nella ZEE

Un problema di sicurezza, che di recente ha avuto grande risonanza anche nella giurisprudenza internazionale, e che richiama il tema dell’esiguità dei poteri degli Stati costieri all’interno della propria ZEE, riguarda il regime giuridico previsto dall’UNCLOS per tutte e tre le categorie di costruzioni (isole artificiali, installazioni e strutture), che possono essere costruite dallo stato costiero nella ZEE o sulla PC (art. 60 e art.80 UNCLOS).

Sebbene la Convenzione riconosca allo Stato costiero ampi poteri e giurisdizione esclusiva sulle proprie costruzioni artificiali, le possibilità di difesa e protezione di esse, e delle attività che si svolgono al loro interno, risultano alquanto limitati, in virtù della libertà di navigazione che deve essere comunque assicurata a tutti gli altri Stati. In particolare, tali costruzioni sono facilmente accessibili poiché lo Stato costiero può vietare il transito alle navi straniere solo all'interno di zone di sicurezza di ampiezza non superiore ai 500 metri (cd. safety zone).

La prassi recente ha mostrato la vulnerabilità delle piattaforme petrolifere proprio per la facilità con cui possono essere raggiunte da navi e persone in transito nella ZEE. Particolarmente complesso si è rivelato il caso, verificatosi nel 2013, dell'abbordaggio della piattaforma petrolifera Gazprom situata nella ZEE della Federazione Russa da parte di un gruppo di attivisti di Greenpeace che manifestavano contro la creazione e l'uso di piattaforme petrolifere nell'Oceano Artico. Le autorità russe avevano disposto il sequestro della nave Arctic Sunrise, battente bandiera olandese e dei due gommoni utilizzati per l'avvicinamento alla piattaforma oltre all'arresto del suo equipaggio composto da attivisti ambientali.

Le misure coercitive e giudiziarie, poste in essere dalla Russia sulla nave di bandiera olandese, mentre era ancorata fuori della zona di sicurezza, ma nella ZEE russa, erano, in principio, illegittime perché non previste da nessuna norma della Convenzione. Ciò ha indotto l'Olanda ad adire il Tribunale Internazionale del Mare perché adottasse misure provvisorie disponendo l'immediato rilascio delle persone detenute e della nave sequestrata. Il Tribunale, pur non intervenendo nel merito della legittimità delle misure coercitive e giudiziarie dello Stato costiero, e, decidendo in assenza della Russia, che non ha preso parte al giudizio, ha accolto la richiesta dell'Olanda di pronto rilascio dietro corrispettivo di una cauzione ragionevole⁴⁹. Il caso è stato, poi, deciso nel merito dalla Corte Permanente di Arbitrato che, anche in questo frangente senza la partecipazione della Russia, ha statuito che la Federazione Russa aveva violato gli articoli 56(2), 58(1), 58(2), 87(1)(a), e 92(1) della UNCLOS per non aver ottenuto il previo consenso dell'Olanda al momento dell'abbordaggio, delle investigazioni, delle ispezioni e dell'arresto, della detenzione e del sequestro della nave Arctic Sunrise.

Due sono gli aspetti cruciali relativi sia alle costruzioni artificiali in mare sia allo sfruttamento delle risorse petrolifere. In primo luogo, il diritto internazionale attribuisce agli Stati costieri diritti sovrani sulle risorse petrolifere della ZEE/PC e giurisdizione esclusiva sulla costruzione delle piattaforme per la loro estrazione, ma non attribuisce poteri di coercizione preventiva che possano proteggere adeguatamente i propri interessi; in secondo luogo, la creazione di zone di sicurezza non è da considerare sufficiente a garantire le piattaforme da possibili attacchi di navi e persone di Stati terzi.

Durante i negoziati della III Conferenza delle Nazioni Unite sul diritto del mare, il dibattito sulle zone di sicurezza e sulla loro estensione si era concentrato sul necessario bilanciamento tra l'interesse generale alla libertà di navigazione e l'interesse dello Stato costiero di proteggere le proprie installazioni. Il timore che gli Stati costieri avrebbero potuto usare in modo arbitrario il potere determinare l'estensione delle zone di sicurezza intorno alle proprie isole artificiali aveva condotto a mantenere il limite dei 500 metri, già previsto dalla Convenzione sulla Piattaforma Continentale del 1958. Tuttavia, l'art. 60, comma 5, prevede anche la possibilità di estendere le zone di sicurezza oltre i 500 metri, qualora questo fosse autorizzato da standard internazionali generalmente accettati oppure raccomandato dalle competenti organizzazioni internazionali, cosa che finora non si è realizzata.

Infine, l'esercizio dei diritti conferiti allo Stato costiero dalla UNCLOS sia sulla PC che nella ZEE deve avvenire nel rispetto dei diritti e dei doveri degli altri Stati. Infatti, all'interno di queste due zone marine, quasi sempre corrispondenti in senso spaziale, persiste, almeno nello spirito originario della UNCLOS, il regime della libertà dei mari tipico dell'Alto Mare.

Pertanto, anche nelle aree sottoposte alla giurisdizione nazionale oltre il mare territoriale, occorre sempre distinguere tra fondo marino e colonna d'acqua; inoltre, per accertare quali poteri lo Stato costiero e gli altri Stati possano esercitarvi, occorre un costante e attento bilanciamento tra i diritti degli Stati costieri, le libertà dell'Alto Mare di tutti gli Stati, nonché gli interessi della comunità internazionale nel suo complesso, sia alla luce delle disposizioni dell'UNCLOS sia in base alla prassi e alla giurisprudenza internazionale.

4. Poteri di enforcement dello Stato costiero nella ZEE

All'interno della ZEE, lo Stato costiero gode di significativi poteri di *enforcement* nell'esercizio dei propri diritti sovrani di esplorazione, sfruttamento, conservazione e gestione delle risorse biologiche consistenti nel potere di adottare tutte le misure, ivi compresi l'abbordaggio, l'ispezione, il fermo e la sottoposizione a procedimento giudiziario, necessarie a garantire il rispetto delle leggi e dei regolamenti" dello Stato costiero (art. 73 UNCLOS)⁴⁷.

Simili poteri non sono riconosciuti allo Stato costiero negli ambiti nei quali gode di mera giurisdizione e non di diritti sovrani, come quello della protezione ambientale.

Infatti, in tale ambito, la giurisdizione dello Stato costiero non è esclusiva dovendo essere coordinata con i poteri di *enforcement* riconosciuti anche allo Stato della bandiera sulle proprie navi nella ZEE altrui.

Pertanto, si rinviene all'interno della UNCLOS una distinzione tra gli ampi poteri prescrittivi, coercitivi e giudiziari dello Stato costiero sulle navi straniere per tutelare i propri diritti esclusivi in materia di pesca e i più limitati poteri in materia di protezione dell'ambiente marino all'interno della stessa zona marittima.

Ne consegue che l'UNCLOS non riconosce allo Stato costiero un potere esclusivo e generale in materia di protezione dell'ambiente marino, ma solo poteri prescrittivi volti a garantire la preservazione dell'habitat della ZEE, e poteri coercitivi e giudiziari non pieni ed esclusivi, ma condivisi con lo Stato della bandiera.

Il caso dell'*enforcement* ecologico realizzato dalla Francia all'interno della sua ZEE sia nell'Atlantico che nel Mediterraneo⁴⁸, è emblematico di come le attività di tutela dell'ambiente marino da parte dello Stato costiero possano essere nullificate dall'applicazione di alcune disposizioni della Convenzione e di come, quindi, i poteri dello Stato costiero in questa zona non siano né pieni né esclusivi, ma piuttosto concorrenti con quelli dello Stato della bandiera, nonché limitati sul piano delle misure preventive e repressive di *enforcement*. Questi limiti dei poteri di protezione ambientale dello Stato costiero nella propria ZEE sono emersi in vari casi decisi dalle Corti francesi. In particolare, nei due casi "Fast Independence" e "Trans Arctic", la Corte di cassazione francese, in applicazione dell'art. 228 della Convenzione del 1982, ha statuito l'estinzione dei procedimenti

giudiziari penali nei confronti dei responsabili delle due navi straniere, che avevano sversato illecitamente idrocarburi nella ZEE francese, poiché i rispettivi Stati della bandiera delle navi coinvolte, Malta e Norvegia, avevano avviato procedimenti sanzionatori di tali comportamenti ed erano giunti a decisioni definitive nei confronti dei responsabili delle attività illecite. L'art. 228 della Convenzione, quindi, ha funzionato come mezzo procedurale per determinare l'estinzione della azione penale, indipendentemente dall'accertamento che le decisioni degli Stati della bandiera fossero decisioni di condanna, e indipendentemente dall'ammontare dell'ammenda eventualmente comminato dalle autorità nazionali delle due navi. Questa posizione della Corte di cassazione francese rappresenta uno dei pochi casi noti di attuazione dell'art. 228, ma questo non esclude che in futuro situazioni simili possano rinvenirsi anche in altri casi di *enforcement* ecologico. Questa prassi dimostra che gli Stati della bandiera possono legittimamente adottare misure coercitive e sanzionatorie nei confronti delle proprie navi che abbiano inquinato la ZEE di altri Stati. Inoltre, quando tali misure conducono all'adozione di decisioni definitive, sia pure non necessariamente giudiziarie, ma anche solo di tipo amministrativo, come era stato nel caso del procedimento delle autorità maltesi nei confronti della "Fast Independence", lo Stato costiero, pur avendo impegnato mezzi e risorse per proteggere la propria ZEE, non potrà portare a termine i propri procedimenti giudiziari. Dall'esempio illustrato emerge che l'esatta determinazione dei poteri che possono essere legittimamente esercitati da ciascuno Stato, costiero o della bandiera, deriva da una ricostruzione caso per caso delle norme e della prassi degli Stati.

5. Il regime giuridico dell'Alto Mare e dell'Area

Il regime giuridico dell'Alto Mare è specificatamente disciplinato dalla Parte VII della UNCLOS. Si tratta di un'area oltre la giurisdizione nazionale e, dunque, non sottoposta alla sovranità di alcuno Stato, riservata a soli usi pacifici. In essa trova applicazione il principio della libertà dei mari, il quale prevede, per tutti gli Stati, la libertà di navigazione e sorvolo, pesca, ricerca scientifica, posa di cavi e condotte, creazione di isole artificiali e altre installazioni. Le riferite libertà, enumerate all'articolo 87, non sono assolute, ma come la medesima disposizione prevede, incontrano due limiti. Infatti, nell'esercizio delle stesse, ciascuno Stato è, da un lato, tenuto a considerare l'interesse degli altri Stati all'esercizio delle medesime libertà e, dall'altro, a usufruire di tali libertà nel rispetto dei diritti sanciti dalla UNCLOS in materia di attività sul fondo e sottofondo marino situato oltre la giurisdizione nazionale.

Pertanto, in Alto Mare esistono alcune limitazioni rilevanti per gli Stati derivanti sia dalle norme della UNCLOS che da altre norme pattizie come i due *Implementing Agreement* di tale Convenzione, cioè l'Accordo del 1994 relativo all'attuazione della Parte XI dell'UNCLOS e l'Accordo del 1995 finalizzato all'applicazione delle disposizioni della UNCLOS relative alla conservazione e alla gestione degli stock ittici transzonali e degli stock ittici altamente migratori (conosciuto come *Fish Stock Agreement*). Le principali limitazioni esistenti in Alto Mare sono il divieto di appropriazione, il limite dell'uso pacifico di esso, il

dovere di utilizzare le sue risorse in modo da non rendere impossibile la medesima libertà di sfruttamento altrui e l'obbligo di protezione dell'ambiente marino.

Di fatto tali limitazioni sono di difficile implementazione a causa dell'assenza di poteri di *enforcement* di organismi sovranazionali che possano monitorare e controllare l'operato degli Stati. Ciò però non esclude, in via di principio, la possibilità che uno Stato possa deferire ad una corte o a un tribunale il comportamento illecito, compiuto in Alto Mare, da un altro stato parte alla UNCLOS.

Limitatamente al fondo e sottofondo marino situato oltre la giurisdizione degli Stati e alle risorse abiotiche ivi reperibili, la UNCLOS ha previsto per la prima volta l'applicazione del concetto di patrimonio comune dell'umanità (*Common Heritage of Mankind* - CHM).

Sulla base di una proposta dell'ambasciatore maltese Arvid Pardo, il concetto di patrimonio comune dell'umanità è stato discusso all'interno dei negoziati per la UNCLOS in relazione alle risorse subacquee, ed è poi stato concretamente applicato limitatamente al fondo marino e alle sue risorse abiotiche oltre i limiti delle giurisdizioni nazionali, che ai sensi della Convenzione, rientrano nell'istituto della cd. Area proclamato come patrimonio comune dell'umanità.

La Parte XI della UNCLOS nonché l'Annesso III prevedono un regime giuridico *ad hoc* per l'Area e per le relative risorse abiotiche (art.136 UNCLOS). Esso prevede cinque elementi costitutivi: il divieto di rivendicazione ed esercizio di sovranità sull'Area e le sue risorse, i cui diritti sono conferiti all'umanità; la realizzazione delle attività esplorative e di sfruttamento a beneficio dell'umanità, con particolare riguardo ai paesi in via di sviluppo; la destinazione a usi pacifici dell'Area e delle sue risorse; la loro conservazione nell'interesse delle generazioni presenti e future; la realizzazione di attività nell'Area per il tramite di un meccanismo internazionale di gestione. Tale internazionalismo istituzionale si è, in particolare, tradotto nella creazione dell'Autorità Internazionale dei fondali marini (*International Seabed Authority*, ISA) nel 1994 che si occupa di amministrare, per conto dell'umanità, le risorse minerarie dei fondali marini dell'Area, nonché di assicurare che l'ambiente marino sia protetto nello svolgimento di queste attività e infine che la ricerca scientifica marina e la conoscenza dei fondali vengano promosse.

L'articolo 150 della UNCLOS chiarisce che le attività nell'Area devono essere condotte nell'ottica di un sano sviluppo dell'economia mondiale, di una espansione equilibrata del commercio e della promozione della cooperazione internazionale. È compito dell'ISA assicurare una gestione metodica, sicura e razionale delle risorse dell'Area, la redistribuzione dei proventi da esse derivanti, il trasferimento della tecnologia all'Impresa e ai paesi in via di sviluppo e la crescita delle opportunità per tutti i paesi di accedere alle risorse dell'Area, evitandone una monopolizzazione.

Ai sensi dell'articolo 158 della UNCLOS, l'ISA – prima organizzazione internazionale dichiaratamente *profit-oriented* – si compone di tre organi principali: l'Assemblea, a cui partecipano tutti i paesi sottoscrittori dell'UNCLOS, il Consiglio, composto da 36 Stati membri e il Segretariato. A essi si aggiungono l'Impresa e tre organi sussidiari previsti dalla Parte XI e dall'Accordo: una commissione tecnico-legale, un comitato finanze e la commissione di pianificazione economica.

L'Italia e l'Autorità internazionale dei fondali marini: sviluppi recenti

L'Italia è membro del gruppo A del Consiglio della Autorità Internazionale per i Fondali Marini (International Seabed Authority - ISA). Per molti anni, fin dalla sua istituzione nel 1994, essa è stata tra i top 5 membri finanziatori dell'ISA (> 500.000 \$ anno), oggi è scesa al 6° posto ma continua a versare annualmente circa 370.000 \$. All'inizio degli anni Novanta, Eni, con la sua controllata Samin Ocean Inc., aveva mostrato interesse nell'esplorazione delle risorse minerarie dei fondali marini e sostegno all'ISA. La Samin infatti, negli anni Settanta, faceva parte della Ocean Management Incorporated che aveva partecipato ed eseguito dei test sui sistemi di mining dei noduli polimetallici in Oceano Pacifico. Inoltre, l'Italia ha contribuito ai lavori della commissione tecnico legale in tutte le fasi più rilevanti delle attività dell'ISA, da quelle organizzative del suo funzionamento, alla redazione dei regolamenti di esplorazione sino alla preparazione del codice di sfruttamento. Esperti italiani provenienti da diverse discipline sono, infatti, stati eletti membri della Commissione sin dal 1997. Per oltre 25 anni l'ISA si è dedicata alla regolamentazione dell'esplorazione mineraria, concludendo oltre 30 contratti con più di 20 enti pubblici e privati. Dal 2011 il Consiglio ha intrapreso la stesura del regolamento sullo sfruttamento minerario. Una profonda accelerazione verso l'adozione del codice minerario è stata impressa dalla richiesta del Presidente della Repubblica di Nauru (uno stato insulare dell'Oceania, con dieci mila abitanti) con la quale egli ha espresso il proprio convincimento che i negoziati sul regolamento siano oramai prossimi alla conclusione e non soffrirebbero alcun pregiudizio dalla scadenza imposta al luglio 2023. Il 25 giugno 2021 con una lettera indirizzata all'ISA, il Presidente della Repubblica di Nauru ha attivato la procedura prevista dall'Accordo di attuazione della Parte XI dell'UNCLOS (l'Accordo), in virtù della quale l'Autorità è tenuta entro due anni a completare la redazione del codice di sfruttamento minerario per consentire alla compagnia Nauru Ocean Resources Inc (NORI), di procedere allo sfruttamento minerario dell'Area entro il 2024. La decisione di Nauru non è giunta in maniera inattesa. Nell'ultimo quinquennio, infatti, sono aumentate le attività di test condotte dagli operatori più attivi nell'ambito dei programmi di esplorazione mineraria nell'Area (contrattisti di nazionalità belga, cinese, coreana, giapponese, britannica, tedesca, francese), che da tempo lasciano presupporre l'imminente sfruttamento dei noduli polimetallici presenti nel Pacifico Equatoriale nella cosiddetta Clarion Clipperton Fracture Zone. I principali nodi del codice di sfruttamento minerario riguardano la tutela ambientale e l'applicazione del principio di precauzione, in un contesto in cui gli impatti che le attività estrattive produrranno sono difficilmente calcolabili poiché l'Oceano è per lo più inesplorato. Per questo motivo, grandi campagne ambientaliste si stanno opponendo alla realizzazione di attività estrattive e alla negoziazione del codice minerario, con la richiesta di una moratoria internazionale al deep seabed mining promossa nel 2022 alla UN Ocean Conference di Lisbona da Palau e Fiji, due stati insulari dell'Oceano Pacifico le cui economie sarebbero fortemente minacciate dagli impatti negativi dello sfruttamento minerario dei fondali.

6. La conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità marina nelle aree fuori dalla giurisdizione nazionale

Come menzionato, in attuazione del principio del patrimonio comune dell'umanità, il fondo e il sottofondo marino sono oggetto di specifica regolamentazione all'interno dell'UNCLOS e grazie all'*Implementing Agreement* relativo alla Parte XI del 1994. Le risorse ittiche reperibili in Alto Mare sono invece oggetto del menzionato secondo *Implementing Agreement* conosciuto come *Fish Stock Agreement* del 1995.

La colonna d'acqua che sovrasta l'Area resta, quindi, uno spazio di Alto Mare non ancora pienamente regolamentato soprattutto in materia di tutela dell'ambiente marino e di conservazione della biodiversità.

Per questo la comunità internazionale ha avviato un ampio dibattito in ordine alla necessità di una regolamentazione internazionale della biodiversità delle aree oltre la giurisdizione nazionale e, in particolare, delle risorse marine genetiche ivi reperibili. Dando seguito a tale dibattito, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, con la risoluzione 72/249 del 24 dicembre 2017 ha previsto la convocazione di una Conferenza intergovernativa per concludere un terzo *Implementing Agreement* della UNCLOS in materia di conservazione e uso sostenibile della biodiversità marina nelle aree fuori dalla giurisdizione nazionale (*Biodiversity of areas Beyond National Jurisdiction*, conosciuto con l'acronimo inglese BBNJ Agreement). Tale negoziato è finalizzato ad affrontare e regolamentare alcuni dei maggiori temi lasciati irrisolti dall'UNCLOS, come la tutela dell'ambiente marino e della biodiversità dell'Alto Mare, anche attraverso strumenti come le *Area Based Management Tools* (ABMT) o come le *Marine Protected Areas* (MPA), nonché lo sfruttamento sostenibile delle risorse marine genetiche.

Tra le questioni allo studio in tali negoziati quella più controversa è la possibilità di applicare il peculiare regime del patrimonio comune dell'umanità, che al momento è previsto solo per le risorse abiotiche dell'Area, anche alle risorse marine genetiche dell'Area e dell'Alto Mare.

Il regime giuridico applicabile a tali risorse costituisce uno degli elementi del package deal negoziale per la conclusione del terzo *Implementing Agreement* della UNCLOS. Inoltre, grazie all'introduzione di nuove e più approfondite norme, anche in materia di aree marine protette e di valutazione d'impatto ambientale, l'Accordo mira a garantire che le attività antropogeniche nell'Alto Mare e nell'Area, verso cui si stanno progressivamente spostando, siano condotte in maniera sostenibile e che esse bilancino le necessità di sviluppo economico con la tutela dei fragili ecosistemi marini oltre la giurisdizione nazionale. Si tratta, in gran parte, di aree inesplorate o comunque poco conosciute del nostro pianeta, a causa degli ingenti costi delle attività di ricerca scientifica, ma che potrebbero ospitare una biodiversità unica e potenzialmente utile a comprendere l'evoluzione della vita sulla Terra, ma anche molto attraente dal punto di vista economico e commerciale nella prospettiva dei futuri sviluppi scientifici e tecnologici. L'attività di *bioprospecting* e la manipolazione genetica di risorse marine è già una realtà economica significativa in molti paesi industrializzati. Gli specifici capitoli oggetto di negoziato sono i seguenti: le risorse marine genetiche e le con-

nesse questioni di condivisione dei benefici derivanti dal loro utilizzo; le misure ABMT, incluse MPA per la tutela delle aree marine oltre la giurisdizione nazionale; la valutazione di impatto ambientale; il *capacity building* e il trasferimento della tecnologia marina.

La prima sessione di tale Conferenza intergovernativa si è tenuta nel settembre 2018, e ha lavorato in gran parte sui documenti precedentemente elaborati da un Comitato preparatorio. Nel corso delle successive tre sessioni, la Presidente della Conferenza, l'Ambasciatrice Rena Lee, ha distribuito varie versioni della bozza dell'accordo, con l'intento di concludere il trattato entro il 2020. Tuttavia, lo scoppio della pandemia da COVID-19, e le opposte posizioni assunte dagli Stati sulle questioni più delicate disciplinate hanno reso necessario indire una sessione aggiuntiva nell'agosto 2022, che è stata sospesa, poi, ripresa, nel mese di febbraio 2023 e, infine, conclusa il 3 marzo 2023.

Il testo che ha finalmente raggiunto l'accordo degli oltre 190 Paesi aderenti, non ancora formalmente adottato, prevede che il 30% degli oceani del mondo sia fatto rientrare in aree protette entro il 2030, stabilisce lo stanziamento di maggiori fondi per la conservazione dell'ambiente marino e disciplina l'accesso e l'uso delle risorse marine.

7. La regolamentazione nazionale

L'Italia, pur partecipando attivamente alle negoziazioni delle convenzioni internazionali, cui segue l'autorizzazione alla ratifica e l'esecuzione non si è ancora dotata di una normativa interna idonea a disciplinare in maniera comprensiva e con un sufficiente dettaglio di competenze, priorità e parametri per l'azione amministrativa. Anche le misure per l'adeguamento dell'ordinamento statale alle Convenzioni internazionali, quando adottate, costituiscono delle normative speciali dal contenuto circoscritto che rendono il quadro normativo generale frazionato e non coerente. Tale modo di normare disorganico comporta la presenza di vuoti significativi e il mancato sfruttamento di ambiti spaziali che il diritto internazionale assegna alla sovranità o alla giurisdizione dello Stato.

Con il D.Lgs. 17 ottobre 2016, n. 201, sono attuate le disposizioni della Direttiva 2014/89/UE relativa alla pianificazione degli spazi marittimi e con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1 dicembre 2017 sono state approvate le Linee Guida contenenti gli indirizzi e i criteri per la predisposizione dei piani di gestione dello spazio marittimo, attualmente in fase di definizione. Alla creazione di un *framework* per la gestione degli spazi marittimi non è seguita una razionalizzazione normativa atta a definire gli usi del mare.

Guardando alla suddivisione delle zone marittime in precedenza illustrate, e muovendo dalle acque territoriali verso le zone più esterne, si rileva che l'estensione a 12 miglia risale alla L. 14 agosto 1974, n. 359 modificativa dell'art. 2 del Codice della navigazione. L'adozione delle norme di applicazione della legge di ratifica ed esecuzione della Convenzione di Ginevra del 1958 – L. 8 dicembre 1961, n. 1658 – è avvenuta a distanza di oltre quindici anni da quest'ultima, con il D.P.R. 26 aprile 1977, n. 816, che ha definito le cosiddette "linee di base". L'innesto normativo non ha comportato altri adattamenti e risulta mancante una di-

disciplina relativa al “passaggio inoffensivo”. In tale ambito, il combinato disposto degli articoli 83 (“divieto di transito e sosta”) e 1102 (“navigazione in zone vietate”) permette solo l’adozione di divieti di navigazione e sosta e la sanzione penale degli stessi, ma esprime una “disciplina” del transito. Né una disciplina compiuta del passaggio inoffensivo è ricavabile dalla normativa in materia di gestione dei flussi migratori (da ultimo, D.L. 14 giugno 2019, n. 53, cd. “decreto sicurezza bis”, come modificato dal D.L. 2 gennaio 2023, n. 1). Le disposizioni relative all’allontanamento delle navi da guerra dalle acque territoriali e interne (R.D., 27 novembre 1933, n. 2423) sono state parzialmente abrogate e appaiono comunque vetuste. Non è, infine, rinvenibile una disciplina nazionale della navigazione subacquea nelle acque territoriali che articoli ed attui le disposizioni convenzionali.

La disciplina della zona contigua è oggetto di disposizioni normative specifiche che, nel quadro dell’UNCLOS, regolano l’esercizio di specifici poteri, in assenza di un intervento organico teso ad attuare la Convenzione e della prescritta “dichiarazione” della zona. La nozione di “zona contigua” è pertanto evocata in materia di contrasto al traffico e trasporto illegale di migranti nell’art. 12, comma 9-bis, del D.Lgs. 25 luglio 1998, n. 286 (Testo unico delle disposizioni concernenti la disciplina dell’immigrazione e norme sulla condizione dello straniero) come modificato dalla L. 30 luglio 2002, n. 189. In materia doganale e fiscale, l’estensione a 12 miglia delle acque territoriali ha assorbito la “zona di vigilanza doganale” già prevista tra le 6 e le 12 miglia dalla costa, dalla L. 25 settembre 1940, n. 1424. La zona di vigilanza doganale marittima, prevista dall’art. 29 del D.P.R. 23 gennaio 1973, n. 43 (Testo unico delle disposizioni in materia doganale) attualmente coincide con le acque territoriali e non sfrutta le possibilità della creazione di una zona contigua. Analogamente non vi sono disposizioni per l’esercizio dei poteri che l’UNCLOS riconosce allo Stato costiero in materia sanitaria. La “zona contigua” è, invece, evocata dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42) con riferimento alle “ricerche e ai rinvenimenti fortuiti nella zona contigua e nel mare territoriale (artt. 94 ss.); aspetto trattato dall’art. 303 dell’UNCLOS laddove uno Stato abbia dichiarato una “zona contigua”. Il quadro di indeterminazione del regime della “zona contigua” è aggravato dalle posizioni della Cassazione⁴⁹ che hanno ritenuto la zona “non opponibile” a imbarcazione (e finanche a cittadini) di Stati che non hanno ratificato l’UNCLOS, senza verificare se l’istituto possa ormai ritenersi diritto consuetudinario e senza considerare che le delimitazioni marittime verso l’Alto Mare devono ritenersi valide *erga omnes*.

La normativa relativa alla piattaforma continentale contenuta nella L. 21 luglio 1967, n. 613, è interamente incentrata sullo sfruttamento della piattaforma per fini di estrazione e attività prodromiche e manca di disposizioni per il passaggio di *pipeline*, destinate o meno ad approdare nel territorio nazionale. La normativa risultava carente in tema di sicurezza degli impianti off-shore. Infatti, in seguito all’emergere di problematiche di sicurezza nella gestione degli impianti minerari marittimi, innescate dall’incidente della “Deepwater Horizon” nel Golfo del Messico nel 2010 è stato disciplinato, tra l’altro, il processo di valutazione delle operazioni di pozzo, attraverso il Comitato previsto dall’art. 8 del D.Lgs. 18 agosto 2015, n. 145. Nonostante il decreto introduca una nozione di “impianto” che, per

quanto suscettibile di applicazione più ampia ed estesa a impianti differenti rispetto a quelli di estrazione off-shore, per ragioni connesse con il processo di valutazione, è di fatto rimasta confinata a questi ultimi. Gli impianti per la rigassificazione off-shore, disciplinati dal D.L. 1 ottobre 2007, n. 159 convertito con modificazioni dalla L. 29 novembre 2007, n. 222, nonostante abbiano un potenziale di rischio superiore a quello di un impianto di estrazione off-shore, sfuggono alle disposizioni di cui al D.Lgs. 145 del 2015. Sebbene i diritti sovrani di sfruttamento consistenti nella “produzione di energia derivata dall’acqua, dalle correnti e dai venti” siano riconducibili nell’UNCLOS alla giurisdizione dello Stato costiero sulla propria ZEE (art. 56(1)(a)), la normativa nazionale in materia di eolico off-shore è apparentemente connessa con il regime della piattaforma continentale. D’altra parte il regime delle isole artificiali e installazioni della zona economica esclusiva è mutuato da quello della piattaforma continentale. Nella specifica materia, il D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79, nel liberalizzare il mercato elettrico, ha delineato alcuni aspetti applicabili anche ai campi eolici off-shore, come le quote obbligatorie di immissione nel sistema elettrico nazionale con le potenziali “alternative”. In seguito, l’art. 12 del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 ha previsto che “... per gli impianti off-shore l’autorizzazione è rilasciata dal Ministero dei trasporti, sentiti il Ministero dello sviluppo economico e il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare, con le modalità di cui al comma 4 e previa concessione d’uso del demanio marittimo da parte della competente autorità marittima”. Le attività che sono condotte sulla piattaforma continentale ma che sono prive di una normativa sostanziale di riferimento, sono oggetto di una procedura di coordinamento, anche attraverso conferenze di servizi che, se astrattamente idonee a portare le differenti amministrazioni a esprimersi, mancano di parametri di carattere tecnico.

Per quanto attiene alla ZEE, della quale è stata autorizzata l’istituzione con la L. 14 giugno 2021, n. 91, si rileva che la legge citata non contiene disposizioni di carattere sostanziale per l’attuazione delle disposizioni dell’UNCLOS o una delega normativa per tale fine. La disciplina applicabile in materia ambientale alle Zone di Protezione Ecologica (ZPE), istituita ai sensi della L. 8 febbraio 2006, n. 61, rappresenta un antecedente storico in quanto “zona derivata” delle questioni che saranno poste dalla ZEE. La ZPE ha un focus sulla “protezione ambientale” (art. 1 L. 61/2006) e sull’esercizio della giurisdizione in materia di protezione del patrimonio archeologico e storico marino (art. 2, L. 61/2006) conformemente alla Convenzione UNESCO del 2001 sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo, adottata a Parigi il 2 novembre 2001.

La Convenzione UNESCO è stata in seguito autorizzata con ratifica e disposta l’esecuzione con L. 23 ottobre 2009, n. 157. La legge citata contiene anche le disposizioni per l’attuazione della Convenzione. Relativamente alla protezione ambientale, l’art. 2 della L. 61/2001 circoscrive l’applicazione, alle navi straniere, “delle norme del diritto italiano, del diritto dell’Unione Europea e dei trattati internazionali in vigore per l’Italia in materia di prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino, ivi compresi l’inquinamento da navi e da acque di zavorra, l’inquinamento da immersione di rifiuti, l’inquinamento da attività di esplorazione e di sfruttamento dei fondi marini e l’inquinamento di origine atmosferica, nonché in materia di protezione dei

mammiferi, della biodiversità”, alla sola ZPE. La ZPE è stata, in seguito, istituita con il D.P.R. 27 ottobre 2011, n. 209 che precisa altresì, le misure di protezione dell’ambiente, degli ecosistemi e del patrimonio culturale subacqueo (art. 3) e, in quest’ultimo caso, appare mantenere la stessa limitazione dell’applicazione delle disposizioni nazionali alla ZPE, laddove, invece, la L. 157/2009 lascia, invece, intendere un’applicazione all’intera piattaforma continentale delle disposizioni della Convenzione UNESCO e della normativa di attuazione. L’esperienza della ZPE mostra che la tecnica del mero rinvio alle norme nazionali per disciplinare le misure di protezione da adottare in zone marittime nazionali, non assicura l’idoneità delle disposizioni sostanziali richiamate, non consentendo di esercitare pienamente i poteri dello Stato costiero e lascia, inoltre, del tutto prive di disciplina le situazioni simmetriche nella quali una nave nazionale si trova in una ZEE straniera. Si tratta di un aspetto che con l’istituzione della ZEE nazionale andrà accuratamente considerato.

Sulle zone marittime nazionali si allunga, inoltre, l’ombra del conflitto tra le attribuzioni dello Stato e quelle delle Regioni che risente di una storica mancanza di chiarezza delle disposizioni costituzionali. Inoltre, l’ambito della competenza regionale sul mare territoriale costituisce, infatti, un aspetto non adeguatamente trattato e soggetto a oscillazioni giurisprudenziali a partire dalle sentenze della Corte Costituzionale n. 23 del 1957, n. 49 del 1958, n. 21 del 1968, n. 102 del 2008, fino alla sentenza n. 39 del 2017. In particolare, il mare non costituisce di per sé materia attribuita alla competenza esclusiva dello Stato (art. 117, comma 2, lett. a) - s). Specifici aspetti relativi a infrastrutture anche critiche – il riferimento è alle grandi reti di trasporto e di navigazione; ordinamento della comunicazione, produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell’energia – sono oggetto, laddove non ne sia affermata la riconducibilità agli aspetti della difesa e sicurezza dello Stato o ai rapporti internazionali dello Stato, alla legislazione concorrente di Stato e Regioni con attribuzione al primo della definizione dei principi fondamentali. Il mare territoriale non è ricompreso tra i beni demaniali, ma per la sua occupazione e l’uso si applicano le disposizioni del Codice della Navigazione e del Regolamento di esecuzione (art. 524 Reg. esecuzione Codice navigazione DPR 15 febbraio 1952 n. 328). Prima della riforma dell’art. 117 Cost., con il D.Lgs. 112 del 1998 erano state conferite (art. 105) alle Regioni a statuto ordinario e agli Enti locali le funzioni al rilascio di concessioni di beni del demanio marittimo e di zone del mare territoriale per finalità diverse da quelle di approvvigionamento di fonti di energia salve le aree dei porti e nelle aree di interesse nazionale individuate con il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21 dicembre 1995. Il succitato D.Lgs. 112 del 1998 lasciava anche allo Stato (art. 104, lett. pp) le funzioni relative all’utilizzazione del pubblico demanio marittimo e di zone del mare territoriale per finalità di approvvigionamento di fonti di energia. Con la sent. n. 39 del 2017 la Corte Costituzionale ha affermato con riguardo al divieto introdotto in legge regionale di esplorazione e ricerca di idrocarburi che “sul fondo e sul sottofondo marino si esplicano poteri di contenuto e di intensità uguali per tutta la fascia che va dalla linea della bassa marea fino al limite esterno della piattaforma” e che pertanto non è possibile “riconoscere alle Regioni una competenza neppure con riguardo alle attività che possono esercitarsi sulla porzione di fondo e di sottofondo sottostante al mare

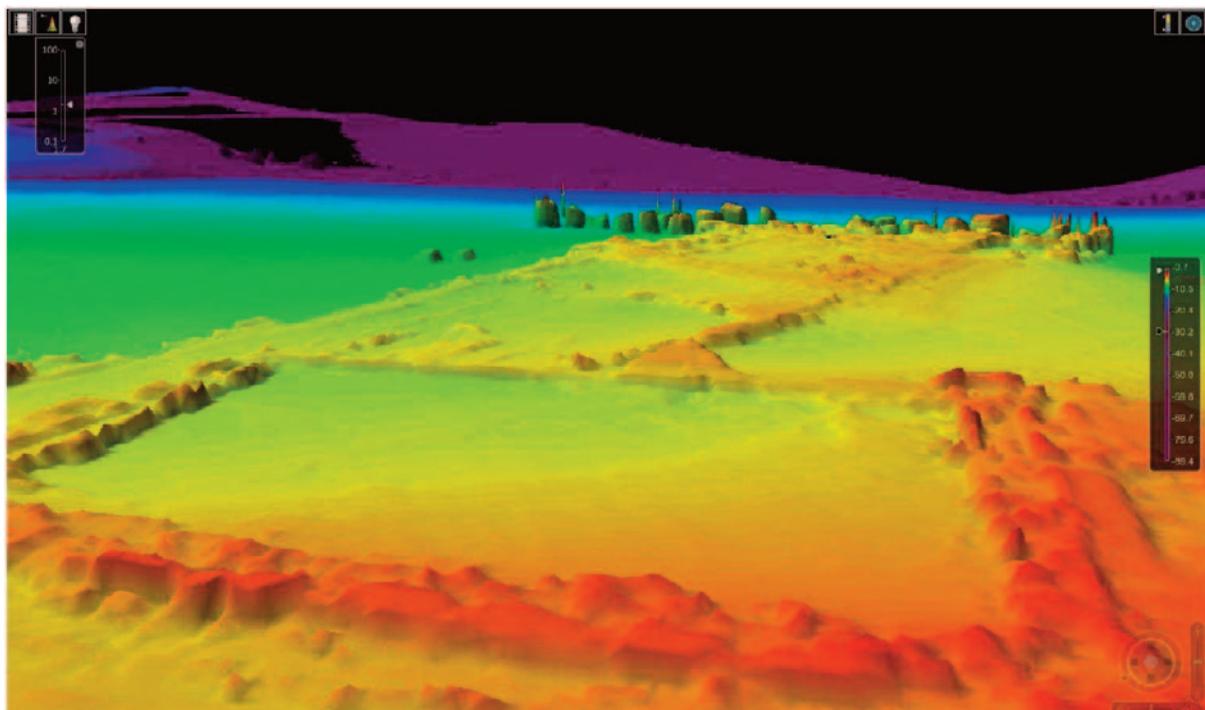


Figura 15 - Villa dei Pisoni, città sommersa di Baia - Golfo di Pozzuoli. Elaborazione modello tridimensionale da dati acustici multifascio acquisiti nella campagna idrografica della Marina Militare per il progetto RICAMAR (IIM, Genova, Rilievi per la Caratterizzazione dell'Ambiente MARino nel Golfo di Pozzuoli) e primo premio CARIS Calendar Contest 2015 (Grassi et al. 2013; Armanino et al. 2016; GEBCO, 2016).

territoriale”. Nel caso di specie la Corte Costituzionale si è collegata alla impostazione della sentenza n. 21 del 1968: tracciando una delimitazione “verticale” (superficie *versus* fondale e sottosuolo marino) e teorizzando una continuità tra zone di sovranità e zone di giurisdizione (piattaforma continentale e in futuro ZEE) che sono di esclusiva competenza nazionale.

NOTE

⁴⁶ Il primo comma dell'art.21 dell'UNCLOS prevede che “Lo Stato costiero può emanare leggi e regolamenti, conformemente alle disposizioni della presente convenzione e ad altre norme del diritto internazionale, relativamente al passaggio inoffensivo attraverso il proprio mare territoriale, in merito a tutte o a una qualsiasi delle seguenti materie”:

- a. sicurezza della navigazione e regolamentazione del traffico marittimo;
- b. protezione delle attrezzature e dei sistemi di ausilio alla navigazione e di altre attrezzature e installazioni;
- c. protezione di cavi e condotte;
- d. conservazione delle risorse biologiche del mare;
- e. prevenzione delle violazioni delle leggi e dei regolamenti dello Stato costiero relativi alla pesca;
- f. preservazione dell'ambiente dello Stato costiero e prevenzione, riduzione e controllo del suo inquinamento;
- g. ricerca scientifica marina e rilievi idrografici;
- h. prevenzione di violazioni delle leggi e regolamenti doganali, fiscali, sanitari o di immigrazione dello Stato costiero.

⁴⁷ In tale caso, le navi fermate e i loro equipaggi debbono essere prontamente rilasciati dietro pagamento di una cauzione ragionevole o di altra forma di garanzia. Inoltre, le sanzioni previste dagli Stati costieri in caso di violazione delle leggi e dei regolamenti di pesca nella ZEE non possono includere misure di restrizione della libertà personale salvo accordi diversi tra gli Stati interessati, nè alcuna altra forma di pena fisica. In caso di fermo o di sequestro di navi straniere, lo Stato costiero deve prontamente notificare allo Stato di bandiera, attraverso i canali appropriati, le azioni intraprese e ogni sanzione conseguentemente applicata.

⁴⁸ La legislazione francese in materia di ZEE era originalmente rappresentata dalla “*Loi n°76-655 du 16 juillet 1976 relative à la zone économique et à la zone de protection écologique au large des côtes du territoire de la République*”. E in particolare dagli artt. 4 e 14 di quest’ultima. Le condizioni per l’esercizio della giurisdizione francese in materia ambientale sono definite dall’art. 706-107 del *Code de procédure pénale* (“*Pour l’enquête, la poursuite, l’instruction et, s’il s’agit de délits, le jugement des infractions en matière de pollution des eaux marines et des voies ouvertes à la navigation maritime prévues et réprimées par le chapitre VIII du titre Ier du livre II du code de l’environnement, qui sont commises dans les eaux territoriales, les eaux intérieures et les voies navigables, la compétence d’un tribunal judiciaire peut être étendue au ressort d’une ou plusieurs cours d’appel. Les dispositions du premier alinéa s’appliquent également lorsque les infractions mentionnées dans cet alinéa sont commises dans la zone économique exclusive ou dans la zone de protection écologique et sur le plateau continental*”). Disposizioni queste ultime, che sono applicabili anche in caso di reati in danno del patrimonio culturale (art. 706-111-2). Le previsioni relative all’esercizio della giurisdizione francese, sono in ogni caso soggette all’applicazione dell’art. 228 dell’UNCLOS che prevede, la sospensione del procedimento dello Stato costiero all’avvio del procedimento da parte dello Stato di bandiera. La legislazione del 1976 è stata in seguito abrogata e sostituita dalla *Ordonnance n° 2016-1687 du 8 décembre 2016 relative aux espaces maritimes relevant de la souveraineté ou de la juridiction de la République française*. Quest’ultima si limita a definire in via generale le attribuzioni della Repubblica Francese sulla ZEE, lasciando il quadro repressivo rappresentato dal codice dell’ambiente e dalle disposizioni sopra citate del codice di procedura penale, immutato, incluse le interazioni con l’art. 228 dell’UNCLOS.

⁴⁹ Sez. I penale, 5 maggio 2010, n. 32960.

PARTE IV

**PROSPETTIVE:
VERSO UNA NUOVA *GOVERNANCE*
DELLA DIMENSIONE SUBACQUEA**



1. La sicurezza delle zone sottoposte a giurisdizione nazionale e delle attività poste in essere in Alto Mare nonché delle infrastrutture in posa sui fondali marini

La sempre più fitta rete di infrastrutture collocate sui fondali marini, è oggetto di interessi strategici. Talvolta si tratta di interessi confliggenti; da un lato i Paesi, che aspirano al mantenimento in sicurezza della rete e alla sua possibile espansione, dall'altro i Paesi costieri che intendono salvaguardare la sicurezza ambientale, il sovrano sfruttamento delle risorse nelle zone di giurisdizione e la definizione di rotte e percorsi che agevolino approdi nazionali e controllo. La pretesa alla definizione delle rotte si manifesta, anche oltre quanto previsto dall'UNCLOS, attraverso il condizionamento delle attività prodromiche di esplorazione e prospezione e la condizionalità degli approdi.

Le infrastrutture citate possono essere rappresentate come il sistema nervoso delle moderne società, costituito dalle dorsali dati, mentre il sistema sanguigno, costituito a sua volta dalle condutture per l'alimentazione energetica non potrà fare a meno di risorse, seppur proveniente da idrocarburi. Meno conosciuta, ma in costante crescita, è inoltre la rete sottomarina di elettrodotti costituita da alcune linee ad alta tensione in corrente continua o alternata che servono alcune dorsali critiche tra la Sardegna e il Lazio e tra la Sicilia e la Calabria. In tale ambito, il nostro Paese vanta un rilevante posizionamento tecnologico internazionale grazie ad alcune realizzazioni come la più lunga linea elettrica in alternata, la Sorgente-Rizziconi, inaugurata nel 2016. Anche questi collegamenti sono destinati a divenire sempre più rilevanti. Si consideri ad esempio il potenziale in termini di produzione di energia solare del continente africano che, attraverso collegamenti sottomarini, potrebbe veicolare energia elettrica verso l'Italia.

Quanto al sistema nervoso delle moderne società, che si è detto essere costituito dai cavi sottomarini per il traffico dati, questi costituiscono un *asset* tecnologico che grazie al passaggio dal rame alla fibra ottica ha permesso negli ultimi trent'anni all'*Information Technology* di affermarsi in ogni campo dello sviluppo civile e militare. Nel prossimo futuro, infatti, oltre al traffico dati, i fondali marini ospiteranno anche i server dei provider di servizi *cloud*. Una tecnologia sperimentata dal progetto Natick della Microsoft presso l'*European Marine*

Energy Centre con il *Northern Isles Underwater Data Centre* e che prospetta una nuova – e inaspettata – geografia dei paesi in grado di custodire i dati necessari al funzionamento del mondo moderno.

Tra i primi potenziali rischi per l'integrità delle infrastrutture subacquee vi sono sicuramente fenomeni di tipo naturale, primi tra tutti i terremoti che possono seriamente danneggiare le condotte di *oil&gas*, i cavi sottomarini e gli elettrodotti. Un esempio di tale fenomeno sono i danni ai cavi asiatici dopo lo tsunami del 2011. Ulteriori rischi di carattere naturale sono legati ai cambiamenti climatici e ai collegati fenomeni meteorologici la cui estremizzazione potrebbe causare nei prossimi anni un aumento dei potenziali impatti sulla sicurezza delle strutture sottomarine che, naturalmente, sono più deboli nella loro porzione prossima alla superficie. Un caso è quello del ciclone *Vardah* che nel dicembre 2016 ha danneggiato alcuni cavi sottomarini in India (*Chennai*) così come il caso dell'eruzione del vulcano nel gennaio 2022 a Tonga, nel Pacifico. Vi sono, inoltre, fenomeni naturali come gli smottamenti subacquei che dovrebbero essere tenuti in conto nella definizione dei percorsi di cavi e condutture.

La seconda tipologia di rischi cui sono esposte le infrastrutture subacquee è di tipo antropico accidentale, essenzialmente dovuta alla pesca o alle ancore di unità navali alla fonda. La maggior parte di tali incidenti avviene su fondali inferiori ai 200 metri – all'interno della piattaforma continentale – dove sono presenti le connessioni dei cavi per telecomunicazioni verso i *landing point* che connettono la rete marina a quella continentale. Per grandi linee dei circa 100 incidenti all'anno che impattano la rete di cavi per comunicazioni almeno un 35/38% è riconducibile all'attività di pesca, mentre il 25% è attribuibile agli ancoraggi delle navi mercantili. Una fonte potenziale di rischio è rappresentata dalle stesse attività di posa di cavi o condutture laddove queste si sovrappongono a cavi o condutture esistenti e dalle azioni prodromiche come la "pulizia" del percorso con rampini.

Mentre tale tipologia di incidenti, almeno per quel che riguarda le telecomunicazioni, può eventualmente essere fronteggiata in maniera rapida ed efficace per la presenza di ridondanze intrinseche alla rete globale e la possibilità di ripristinare agevolmente interruzioni che si sono verificate su bassi fondali. Sicuramente più complessi sono gli interventi sugli elettrodotti, gasdotti e oleodotti.

La terza tipologia di rischi da trattare riguarda invece le azioni intenzionali poste in essere da soggetti statali, gruppi terroristici e, potenzialmente, della criminalità organizzata. La strategicità di tali infrastrutture, infatti, le rende target appetibili. Al fine di illustrare l'entità dei danni diretti di azioni di danneggiamento, occorre considerare che la stesura di un cavo sottomarino per telecomunicazioni costa dai 35.000 agli 80.000 euro per chilometro, un elettrodotto si attesta sui 250.000 euro per km, mentre per una condotta di gas i costi si attestano intorno a 6/8 milioni di euro per km. I danni indiretti dovuti a un sabotaggio sono al contrario difficilmente calcolabili a priori e sono legati alla "resilienza di sistema" della nazione – o gruppo di nazioni – sotto attacco. Le immagini dei danni ambientali dovuti all'incidente nel 2010 alla piattaforma *Deepwater Horizon* sono sotto gli occhi dell'opinione pubblica mondiale ma anche le conseguenze di un "giorno senza internet" nella nostra società iperconnessa sfuggono a ogni possibile quantificazione razionale.

Il tema delle operazioni militari di sabotaggio contro il traffico di comunica-

zioni mondiale non è affatto nuovo e ha un solido background storico già nella Prima Guerra mondiale⁵⁰. Un altro e ben documentato episodio è l'operazione *Ivy Bells* condotta negli anni Settanta dai sottomarini USS *Halibut*, USS *Sea-wolf* e USS *Parche*. I tre sottomarini per circa un decennio collocarono in maniera occulta dei dispositivi di registrazione magnetica sui cavi usati dalla Flotta russa del Pacifico e che passavano sui fondali del Mare di Okhotsk. Si tratta di incursioni complesse e rischiose, ma che le moderne tecnologie subacquee – AUV in primis – rendono invece oggi accessibili a numerosi e purtroppo imprevedibili attori già palesatisi negli scorsi anni con l'attacco da parte di alcuni sommozzatori a uno snodo di cavi nei pressi di Alessandria d'Egitto (marzo 2013). Più recentemente, gennaio 2022, il misterioso incidente al cavo sottomarino SUCS delle isole Svalbard ha sollevato molti dubbi sulla sicurezza di tali infrastrutture in mari poco controllabili. Una preoccupazione che viene alimentata anche dall'enfasi posta dal Governo di Mosca sulle capacità raggiunte dalla propria Marina, e nello specifico dalla flotta subacquea, di poter operare negli alti fondali con veicoli subacquei dotati di capacità di manipolazione con bracci robotici. Se tali capacità si prestano anche alla raccolta di dati scientifici le stesse hanno, nell'ultimo quinquennio, comunque destato preoccupazioni in seno all'Alleanza Atlantica che discute oramai apertamente di *Seabed Strategy* e *Seabed Warfare*. Il tema comincia a suscitare attenzione anche in Europa sia in termini di *Integrated Maritime Policy*⁵¹ che di *EU Maritime Security Strategy*⁵² a protezione delle infrastrutture⁵³.

2. Il “regime internazionale” della protezione dei cavi e delle condutture: norme arcaiche, prassi ed esigenze di una disciplina moderna

La protezione dei cavi costituisce il modello primo di protezione internazionale di una infrastruttura subacquea, in seguito parzialmente recepito nel diritto internazionale marittimo. Il regime convenzionale per la protezione dei cavi risale alla Convenzione di Parigi del 1884. Il regime citato riguardava (e riguarda tuttora per gli aspetti che non sono disciplinati dall'UNCLOS), i soli “cavi” con esclusione delle condutture. All'interno di questa categoria, originariamente costituita dai soli cavi telegrafici, rientrano in una interpretazione evolutiva della Convenzione, quelli che hanno una precipua funzione di trasmissione di comunicazione e, pertanto, i cavi telefonici e quelli atti alla trasmissione di dati, inclusi i cavi di fibre ottiche. Più difficoltosa appare l'inclusione dei cavi di alimentazione elettrica; alimentazione che, in origine, riguardava isole in prossimità della costa e che oggi contempla anche cavi internazionali e quelli utilizzati per condurre a terra l'energia prodotta nell'ambito di campi eolici. Le *pipeline* usate per la trasmissione di acqua nonché oleodotti e gasdotti costituiscono un'estensione del regime della libertà della navigazione che include la libertà di posa di condutture e presentano attualmente una disciplina internazionale incompiuta quanto al regime della protezione. Il regime delle *pipeline* sotto il diritto del mare presenta, pertanto non solo significativi margini di completamento attraverso disposizioni atte a prevenire e ridurre inquinamenti, ma richiederebbe anche una compiuta disci-

plina quanto alla protezione internazionale. Prima dell'adozione della Convenzione, la problematica della protezione dei cavi telegrafici aveva già suggerito l'assimilazione della distruzione intenzionale di cavi alla pirateria. In seguito, nel 1879, l'Istituto di Diritto internazionale ha adottato in una propria risoluzione che, a ben vedere, anticipa gli attuali auspici per una assimilazione della rottura dei cavi e *pipeline* alla pirateria o agli atti di terrorismo marittimo⁵⁴. Le disposizioni della Convenzione di Parigi del 1884 non costituiscono un regime universale e si applicano ai cavi sottomarini che approdano nei territori dei firmatari e per la parte in cui questi si trovano al di fuori delle rispettive acque territoriali (art. I). L'articolo II prevede che sia considerato quale reato o offesa punibile la rottura o il danneggiamento deliberato o imputabile a negligenza colposa in maniera tale da impedire di interrompere in tutto o in parte il traffico telegrafico e che la repressione del reato non sia di ostacolo a un'azione civile per danni. La previsione si è dimostrata nella prassi assai difficoltosa rispetto all'individuazione del diritto applicabile⁵⁵. La previsione non si applica nei casi di emergenza o difficoltà quando sono state adottate le precauzioni necessarie per evitare la rottura. Le parti contraenti, ai sensi dell'art. III si impegnano, nel garantire una concessione per l'approdo di un cavo, di insistere, per quanto possibile, sull'adozione di adeguate misure di sicurezza, tanto per quanto riguarda il percorso, quanto per le dimensioni. La finalità delle misure, in questo caso era collegata all'intendimento di minimizzare le situazioni di rottura del cavo. Il proprietario del cavo che nella fase di posa o riparazione, rompe o danneggia un altro cavo si fa carico, ai sensi dell'art. IV, dei costi della riparazione della rottura o del danno, senza pregiudizio per l'applicazione delle sanzioni previste nell'art. II⁵⁶. L'art. V prevede che le navi che sono impregnate nella posa e nella riparazione di cavi devono conformarsi ai regolamenti in materia di segnali adottati d'accordo tra i contraenti al fine di evitare collisioni. La compensazione dei proprietari delle navi che possono provare di aver sacrificato un'ancora o una rete per evitare danni a un cavo sottomarino da parte del proprietario del cavo, è prevista dall'art. VII⁵⁷. La giurisdizione in materia di reati per rottura e danneggiamento di cavi è attribuita dalla Convenzione (art. VIII) ai tribunali dello Stato di bandiera della nave a bordo della quale è stato commesso il reato. "Resta, inoltre, inteso che, nei casi in cui [non possano applicarsi le disposizioni sulla giurisdizione di bandiera], le infrazioni [previste dalla Convenzione] saranno trattate in ciascuno degli Stati contraenti conformemente, nella misura in cui rispettivamente i sudditi e i cittadini di detti Stati siano interessati, con le regole generali di giurisdizione penale prescritte dalle leggi di quel particolare Stato, o dai trattati internazionali"⁵⁸. I reati previsti dalla Convenzione, inclusi quelli relativi all'avvicinamento a nave che posa o ripara cavi, devono essere perseguiti dallo Stato o in suo nome (art. IX). L'art. X⁵⁹ prevede che i reati previsti dalla Convenzione possono essere verificati con ogni mezzo di prova consentito dalla *lex fori*: "Quando gli ufficiali al comando delle navi da guerra, o navi appositamente incaricate da una delle altre Parti contraenti, hanno motivo di ritenere che un'infrazione delle misure previste dalla presente Convenzione sia stata commessa da una nave diversa da una nave di guerra, possono esigere dal capitano o comandante la produzione dei documenti ufficiali comprovanti la na-

zionalità di detta nave”. Della esibizione del predetto atto è presa nota. Inoltre, i comandanti della nave da guerra possono predisporre dichiarazioni formali relative allo svolgimento dei fatti, qualunque sia la nazionalità della nave incriminata. Le dichiarazioni formali sono redatte nella forma e nella lingua in uso nel paese di appartenenza dell'ufficiale che le rende e le stesse possono essere valutate, nel paese in cui sono prodotte, come prove ai sensi delle leggi di quel paese. L'imputato e i testimoni hanno il diritto di aggiungere, o di farvi aggiungere, nella propria lingua, le spiegazioni che riterranno utili. Tali dichiarazioni devono essere debitamente firmate.

La Convenzione di Parigi del 1884 appare superata dai moderni strumenti di accertamento dell'identità della nave e della sua nazionalità. La stessa limita, inoltre, le misure di *enforcement* alla pretesa dell'esibizione dell'atto di nazionalità ed eventualmente la visita, con esclusione di *diversion* e *seizure* o arresto dei responsabili. L'unico caso riportato riguarda l'abbordaggio e l'ispezione del peschereccio sovietico *Novorossiysk* da parte della USS *Roy o Hale* nel mese di febbraio 1959, allorché al largo di Terranova si registrò la rottura di ben cinque cavi utilizzati per le comunicazioni transatlantiche⁶⁰. La successiva UNCLOS non menziona la situazione della nave colta nell'atto della rottura di un cavo tra quelle che legittimano il diritto di visita ai sensi dell'art. 109.

Non solo il regime della protezione internazionale e quello delle misure di carattere ambientale sono incompiuti, ma anche la posa, manutenzione e gestione di cavi e *pipeline* costituisce un ambito nel quale gli attori, costituiti da grandi aziende, preferiscono gestire aspetti e relazioni direttamente con gli Stati costieri. L'adozione della regolamentazione internazionale potrebbe infatti non agevolare le attività e le discipline degli Stati costieri, che avrebbero potuto sollevare determinate rimostranze per la violazione della libertà di navigazione, non hanno ricevuto particolare risalto. Questa preferenza per una funzionale risoluzione commerciale di aspetti controversi emerge dall'assenza di una prassi di rimostranze statuali per i regimi di previa notifica delle attività di manutenzione di cavi nelle ZEE e sulla piattaforma continentale. Quanto precede vale nonostante le disposizioni dell'UNCLOS prevedano che non possa essere impedita la manutenzione e la riparazione di cavi e *pipeline* (art. 79, commi 2 e 5). L'esigenza di tempi contenuti e certi per la notifica e l'autorizzazione è veicolata, piuttosto che per mezzo degli Stati, nell'ambito del Comitato internazionale che raccoglie i produttori e i gestori dei cavi (*International Cable Protection Committee*). Inoltre, gli incroci di cavi e *pipeline* sono oggetto di appositi accordi – i *crossing agreements* – tra i soggetti gestori dei cavi oggetto di posa⁶¹.

Rimangono estranei al regime del diritto internazionale marittimo aspetti come il *re-streaming* o *repurposing* delle *pipeline*⁶² e la conversione di oleodotti e gasdotti in condutture per idrogeno – prospettiva connessa alla transizione ecologica – come anche quella del reimpiego di oleodotti e gasdotti per il trasporto, in vista dello stoccaggio off-shore nei giacimenti esauriti. Il reimpiego delle *pipeline* in atto, dovrebbe ritenersi espressione di una libertà senz'altro meno invasiva di una “nuova posa” delle condutture e, dal punto di vista delle misure atte a contrastare l'inquinamento, una forma d'impiego potenzialmente meno problematica. Il *re-streaming* presenta, invece, implicazioni quanto al *decommissioning* e alla dismissione di impianti e piattaforme e, li-

mitatamente all'immagazzinamento del carbonio, implicazioni potenziali quanto al trasferimento di rifiuti. Il potenziale rischio derivante da atti intenzionali diretti contro impianti di stoccaggio off-shore costituisce attualmente un aspetto da non trascurare.

È indubbia, pertanto, la necessità di poter contare su infrastrutture ridondanti e resilienti, tanto a fenomeni naturali quanto nei confronti di attività umane e, al contempo, è necessario poter contare su capacità di monitoraggio, in grado di rilevare potenziali minacce, e di intervento in caso di necessità. Capacità di monitoraggio e intervento che non devono solo fronteggiare rischi di danneggiamento o sabotaggio delle infrastrutture ma anche il non trascurabile rischio di spionaggio dei dati che vi scorrono.

Tra i rischi emergenti da tenere in considerazione per la tutela delle infrastrutture sottomarine vi è infine quello legato alla cosiddetta "saturazione degli spazi subacquei" che, per analogia, può essere assimilato a quanto avviene negli spazi aerei ormai congestionati e anche nello spazio esterno laddove l'esplosiva crescita nel numero di satelliti messi in orbita determina un elevato rischio di collisione tra di essi o con detriti spaziali. Il crescente ricorso a veicoli *unmanned* sempre più performanti e accessibili determinerà, infatti, sempre più il rischio di incidenti dovuti a errato posizionamento o semplice interferenza tra le missioni di più veicoli non opportunamente coordinati, con il rischio di arrecare danni, oltre ai veicoli coinvolti, alle infrastrutture subacquee nelle immediate adiacenze.

Anche in questa prospettiva appare lungimirante la costituzione del Polo Nazionale della dimensione Subacquea (PNS), quale importante opportunità per valorizzare competenze, *know-how* e potenzialità nazionali nello strategico ambito della ricerca tecnologica e dello sviluppo capacitivo *underwater*.

3. La protezione dei cavi in tempo di guerra e i diritti degli Stati che non sono parte del conflitto

La discussione circa la protezione dei cavi nell'ambito delle leggi e degli usi di guerra risale alla Conferenza di Bruxelles del 1874 e la disciplina sarà, infine, adottata solo nel 1907. Nell'intermezzo tra il 1884 e il 1907, la distruzione di cavi nel corso di operazioni belliche – in questo caso la Guerra Ispanico-Americana – è stata trattata nella procedura arbitrale nel caso *Eastern Extension et al v. The United States*⁶³. Nell'ambito delle citate Convenzioni dell'Aia i cavi sono trattati relativamente agli usi di guerra e agli obblighi e ai diritti che derivano dalla neutralità. Quanto al primo aspetto, l'art. 54 della Convenzione IV, prevede che i cavi sottomarini che connettono un territorio occupato con un territorio neutrale non devono essere catturati o distrutti se non in caso di assoluta necessità e devono di conseguenza essere ripristinati riconoscendo una compensazione quando è fatta la pace⁶⁴. Gli obblighi di ripristino in tale caso incombono in prima battuta al belligerante che ha distrutto o interrotto il cavo. Onere, quello del ripristino all'epoca decisamente più semplice rispetto all'ipotesi di una "ricongiunzione" di un moderno cavo o fascio di cavi di fibre ottiche. La Convenzione V sul rispetto dei diritti e dei doveri delle potenze e

delle persone neutrali in caso di guerra all'art. 8 prevede che non è richiesto a una potenza neutrale di restringere l'uso per conto dei belligeranti di cavi telegrafici e telefonici sottomarini appartenenti a compagnie o a privati della potenza neutrale. La previsione risalente al 1907 è pensata per il traffico telegrafico e il rilancio della relativa messaggistica, appare straordinariamente moderna in un contesto nel quale la provenienza delle comunicazioni convogliate sulle dorsali dati appare difficile da tracciare quando non indirizzato su specifici cavi di un fascio di cavi di fibre ottiche. Il successivo art. 9 esprime un divieto di discriminazione per le potenze neutrali in quanto prevede che le misure adottate rispetto all'uso dei cavi devono applicarsi imparzialmente a entrambi i belligeranti, anche rispetto alle misure adottate dalle compagnie e dai privati possessori di cavi di tale Stato. Le disposizioni di cui agli artt. 7 e 9 citati della Convenzione V, sono incentrate sulla "proprietà" dei cavi e non sull'approdo o connessione del territorio neutrale al quale si riferisce, invece, l'art. 54 della Convenzione IV. In seguito, il Manuale di Oxford del 9 agosto 1913 sulla guerra navale, fa emergere la preoccupazione di limitare il danneggiamento dei cavi⁶⁵. Il successivo Manuale di Sanremo sulla guerra marittima del 1997 – attualmente in revisione – tiene conto dell'evoluzione del diritto marittimo e della convenzione di Montego Bay e prevede che le azioni in Alto Mare debbano essere condotte tenendo in debito conto l'esercizio dei diritti degli Stati neutrali nell'esplorazione e nello sfruttamento delle risorse naturali dei fondali marini e che i belligeranti evitino di danneggiare cavi sottomarini e anche *pipeline* che "non servono esclusivamente ai belligeranti". Il Manuale prevede, inoltre, che un mercantile divenga un obiettivo militare quando impegnato nella distruzione di cavi e *pipeline*. Altrimenti, la protezione di cavi e *pipeline* da attacchi non fisici, ma informatici, è disciplinata dal Manuale di Tallinn del quale è in corso di redazione la terza edizione. Le regole della Convenzione dell'Aia del 1907 sono recepite nel R.D. 8 luglio 1938, n. 1415, portante "Approvazione dei testi della legge di guerra e della legge di neutralità" e, in particolare, nell'art. 39 (Cavi telegrafici e telefonici). Quest'ultimo prevede che "i cavi telegrafici e telefonici, che mettono in comunicazione territori nemici od occupati dalle forze armate nemiche, sono soggetti a tutti gli atti di guerra. I cavi, che mettono in comunicazione i territori suddetti col territorio neutrale, sono anch'essi soggetti a tutti gli atti di guerra in caso di assoluta necessità, o quando ricorrano motivi per ritenere che siano utilizzati dal nemico per operazioni di guerra".

4. L'espansione delle competenze dell'Unione Europea nel settore marittimo e dell'underwater

Con la decisione 98/392/CE, l'allora Comunità Europea ha approvato l'adesione alla UNCLOS, rendendo quest'ultima un tipico esempio di "accordo misto", nel quale gli Stati terzi si trovavano di fronte, da un lato, le CE – divenuta poi UE – e dall'altro gli Stati membri di queste come Stati parte della Convenzione. Tali tipologie di accordi che includono non solo l'UNCLOS, ma anche il GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*) e in genere gli accordi riconducibili

all'Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC, nota anche come *World Trade Organization* – WTO) pongono sempre delicate questioni riguardo alla responsabilità per l'adempimento degli obblighi e l'eventuale violazione degli stessi, ripartito lungo una linea di demarcazione spesso non chiarissima tra l'UE e gli Stati membri e soprattutto soggetta alle dinamiche dell'espansione delle competenze dell'Unione Europea⁶⁶.

La decisione 98/392/CE all'art. 2 prevede che “la Comunità e gli Stati membri coordinano le posizioni che essi adotteranno nell'ambito degli organi dell'Autorità internazionale dei fondi marini”. Conformemente all'art. 5 dell'Annesso IX all'UNCLOS, la linea di demarcazione tra le competenze che hanno formato oggetto di conferimento alla CE/UE e quelle degli Stati membri come parti della Convenzione.

La ripartizione di competenze riflette in primo luogo, quelle che sono le competenze dell'Unione Europea. Quest'ultima, ai sensi dell'art. 3, paragrafo 1, lett. d) del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (TFUE) esercita una competenza esclusiva nel settore della “conservazione delle risorse biologiche del mare nel quadro della Politica Comune della Pesca (PCP)”. La gestione della pesca nel quadro della PCP si fonda sulla necessità di garantire lo sfruttamento sostenibile dal punto di vista ambientale delle risorse biologiche marine e la vitalità del settore nel lungo termine. Per conseguire tale obiettivo, l'Unione Europea ha adottato una normativa che disciplina l'accesso alle sue acque, l'assegnazione e l'utilizzo delle risorse, i totali ammissibili di catture, la limitazione dello sforzo di pesca e altre misure tecniche. Risulta inoltre a tutt'oggi aperta la questione relativa alla delimitazione delle aree marittime tra Stati costieri confinanti che esula dalle competenze dell'Unione Europea.

Oltre alla competenza esclusiva sopra menzionata, l'Unione Europea ha una competenza concorrente con quella degli Stati membri in una serie di materie (art. 4, comma 2) che possono presentare una diretta implicazione marittima, quali il mercato interno, la politica sociale, la coesione economica-sociale-territoriale, l'ambiente, i trasporti, le reti transeuropee e l'energia. In tali materie (oltre a quelle di competenza esclusiva), le zone di giurisdizione marittime degli Stati membri come la piattaforma continentale e la ZEE, sebbene estranee all'ambito territoriale di applicazione dei Trattati fondanti ai sensi dell'art. 355, sono state ricondotte in via pretoria all'applicazione del diritto dell'Unione⁶⁷. Ciò è avvenuto per esempio in materia di gasdotti con l'estensione della disciplina apprestata dalla direttiva europea sul gas, anche ai gasdotti come *Nordstream* che provenendo dall'esterno del territorio dell'Unione Europea, vi approdano. Nell'ambito della politica ambientale dell'Unione Europea, prevista dall'art. 191 del TFUE, l'Unione può legiferare con procedura ordinaria (art. 192 in riferimento all'art. 114 del TFUE) anche riguardo al sottosuolo marino. Richiedono l'unanimità quelle misure di carattere ambientale che incidono significativamente sulle scelte degli Stati membri tra differenti fonti di energia⁶⁸.

Ai sensi dell'art. 4, paragrafo 3, nei settori della ricerca, dello sviluppo tecnologico e dello spazio, l'Unione ha competenza per condurre azioni, in particolare la definizione e l'attuazione di programmi, senza che l'esercizio di tale competenza possa avere per effetto di impedire agli Stati membri di esercitare la loro. Tale previsione è ulteriormente articolata attraverso specifiche disposizioni che si collegano ad altre competenze dell'Unione Europea che includono la ricerca

industriale in un sistema di mercati aperto e concorrenziale (art. 173 TFUE), e specificamente il Titolo XIX dedicato alle “ricerca, sviluppo tecnologico e spazio” (artt. 179 ss. TFUE).

In prospettiva la avvertita necessità di sviluppare, una disciplina concernente la tematica della *cable security* si colloca nell’alveo della *European Digital Sovereignty*: infatti la gestione, il controllo e la protezione di questi cavi sono vitali per le ambizioni di autonomia strategica dell’Europa. La sovranità digitale è invero espressione della competenza dell’Unione in materia di mercato interno e commercio che, nel caso di specie sta mostrando una capacità di estensione al dominio subacqueo.

Gli eventi recenti hanno illustrato la posta in gioco. Nel 2017 un taglio del cavo SEA-ME-WE-4 che collega l’Algeria alla rete europea ha comportato un calo dell’80% del traffico internet algerino. Nel giugno 2021, la stampa ha rivelato che l’Agenzia per la sicurezza nazionale degli Stati Uniti aveva utilizzato questi cavi per spiare le comunicazioni di alti funzionari in Germania, Svezia, Norvegia e Francia. Ci si è chiesti come l’Unione Europea, nell’ambito della propria strategia di sicurezza informatica, intenda proteggere le infrastrutture e si è posta l’esigenza di una procedura per far fronte all’eventuale uso dei cavi sottomarini a scopo di spionaggio.

5. Linee di indirizzo per una implementazione normativa

La normativa internazionale mostra significative lacune e sarebbero auspicabili affinamenti che tuttavia sembrano di difficile attuazione per l’attuale crisi che coinvolge lo stesso modello multilaterale. In tale contesto, ferma la necessità di assicurare il rispetto dei vincoli internazionali, emerge comunque, l’esigenza di adozione di una normativa nazionale che disciplini le differenti attività che hanno luogo nell’ambiente subacqueo e che colga, nella misura massima possibile, gli spazi per l’esercizio della giurisdizione nazionale normando taluni aspetti critici.

La disciplina delle attività che interessano l’ambiente subacqueo appare idealmente collocabile nell’ambito di una normativa applicabile alle zone marittime di giurisdizione nazionale. Dovrebbe recepire le disposizioni della legge sulla piattaforma continentale, modernizzarne i contenuti e completarne la disciplina. Dovrebbero infine essere definiti gli usi del fondale che non sono strettamente connessi con lo sfruttamento degli idrocarburi, individuando in maniera chiara le competenze e i presupposti per le necessarie autorizzazioni.

Rientrano tra tali usi, la posa di cavi e condutture e le disposizioni finalizzati alla prevenzione degli inquinamenti da condutture e attività di manutenzione sulle stesse. Vi rientrano, altresì, lo stoccaggio off-shore del CO₂ e l’installazione di strutture ancorate al fondale per l’eolico off-shore comprensive delle condutture per la trasmissione dell’energia prodotta a terra. In tale contesto, è ipotizzabile l’adozione di disposizioni per la disciplina delle *pipeline* che connettono le isole artificiali con la terraferma e tra di loro con estensione alle stesse delle zone di sicurezza.

Il riferimento a una normativa comprensiva per le zone marittime è giustificato dalla necessità di definire, in conformità all’UNCLOS, il passaggio inoffen-

sivo nelle acque territoriali e le disposizioni di carattere ambientale applicabili nella ZEE e nel caso di cavi e condutture, sulla piattaforma continentale.

Relativamente alla ZEE sopra citata, oltre alla puntuale definizione delle normative applicabili alla stessa in materia ambientale in conformità con gli standard internazionali (aspetto che costituisce l'oggetto di obblighi internazionali) occorre definire le misure per l'*enforcement* e per la sorveglianza che, in ragione della notevole estensione richiede un'azione sinergica di coordinamento.

Nel contesto delle misure sopra citate, la disciplina della navigazione subacquea appare realizzabile attraverso l'adozione di una normativa che, nel consentire lo svolgimento più coordinato, sicuro e sostenibile delle attività:

- a. attui l'art. 113 dell'UNCLOS rendendo più moderne le misure per la protezione dei cavi rispetto all'attuale disciplina nel codice delle comunicazioni elettroniche. Dovrebbero essere adottate norme penali per il danneggiamento di *pipeline* e cavi di alimentazione elettrica.

Inoltre, la giurisdizione piena su "cavi e *pipeline* installate o utilizzate nel quadro dell'esplorazione della sua piattaforma continentale" prevista dall'art. 79, comma 4, dell'UNCLOS assoggetta le *pipeline* al medesimo regime delle piattaforme. Vengono quindi permesse le derivazioni che approdano a terra, e vengono adottate misure specifiche per attività potenzialmente pericolose, inclusa la creazione di zone di protezione rispetto alla navigazione di prossimità subacquea. Per le condutture/*pipeline* una tale misura trova giustificazione nell'art. 79, comma 2.

- b. preveda misure atte a ridurre il rischio di inquinamento da *pipeline* sulla piattaforma continentale/nella ZEE e relative manutenzioni e operazioni di attraversamento, prevedendo la previa notifica per attività in prossimità della *pipeline* con ROV subacquei. Il requisito di siffatte misure è quello della ragionevolezza (art. 79, comma 2) rispetto al fine perseguito. In quest'ultimo ambito rientrano senz'altro le misure prescritte per verificare la rispondenza agli standard tecnici delle attività di manutenzione, in particolare quelle condotte direttamente sulle *pipeline* per fini di manutenzione e riparazione con mezzi subacquei come i ROV. Il medesimo art. 79, comma 2, consente di imporre l'adozione di divieti di ogni tipo di attività per fini estranei alla manutenzione o riparazione da parte di soggetti non autorizzati su *pipeline* sulla piattaforma continentale/nella ZEE. Tali misure appaiono suscettibili di includere la proibizione della navigazione subacquea civile non autorizzata e il rilascio di ROV in prossimità delle *pipeline* anche se non approdano sulla costa. Non presenta problemi di compatibilità con la normativa internazionale, l'adozione di misure per la protezione di cavi e *pipeline* nelle acque territoriali.

- c. preveda una disciplina della navigazione subacquea attraverso una autorità che operi una valutazione delle interferenze acquisendo una piena consapevolezza di tutto quel che avviene nella zona di giurisdizione sotto la superficie del mare, attraverso la valorizzazione degli ambiti già individuati dalla normativa internazionale, della giurisdizione sulle navi di bandiera ed eventualmente attraverso l'incentivazione di comportamenti virtuosi che possono ridurre i rischi anche sul piano assicurativo.



Figura 16 - Consolle di manovra ROV.

6. Esigenza di un approccio univoco, multidisciplinare e onnicomprensivo

La gestione delle responsabilità connesse agli spazi marittimi rientranti nella giurisdizione del nostro Paese è piuttosto frammentata a seconda della specifica materia. Tale situazione riflette di un approccio non più attuale né tantomeno efficace. L'attuale procedura per il rilascio di autorizzazioni necessarie per condurre attività subacquee nelle zone citate, vede intervenire diverse amministrazioni dello Stato, senza una definizione chiara delle competenze reciproche e sulla base di una prassi consolidatasi nel tempo e comunque senza una visione olistica del dominio subacqueo nel suo insieme. Le richieste di nulla osta per condurre attività subacquee vengono, infatti, inoltrate ai diversi ministeri interessati in base alla tipologia di attività, dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, a quello dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (per la pesca) e al Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica. Per i riflessi prettamente militari, ed eventuali interferenze con attività

dei sottomarini, queste richieste vengono veicolate verso lo Stato Maggiore della Marina che, dopo aver interessato tutti gli elementi di organizzazione competenti esprime il proprio nulla osta. A valle dell'autorizzazione a condurre attività subacquee, i comandi marittimi competenti per giurisdizione sono responsabili della notifica dell'attività sia in ambito civile (con l'emissione di appositi Avvisi ai Naviganti) sia in ambito NATO per evitare che l'attività interferisca con le operazioni dei sottomarini dell'Alleanza. Per talune tipologie di attività che non sono riconducibili all'esplorazione, prospezione ed estrazione di idrocarburi le suindicate valutazioni di "non interferenza" esauriscono le valutazioni dello Stato costiero, pur attenendo a situazioni che è prerogativa di quest'ultimo disciplinare e autorizzare.

Anche in vista dell'istituzione della ZEE e dell'accesa competizione in Mediterraneo per le risorse provenienti dagli abissi marini, le attuali lacune dovranno essere superate in tempi brevi per consentire un approccio univoco – in termini economici e politici – e connesso con il generale interesse del Paese. Al riguardo è altresì necessario un contemperamento dei differenti interessi ambientali, economici e securitari per pervenire a una visione unitaria che individui le priorità per la realizzazione degli interessi nazionali e che tenga conto del fatto che gli spazi subacquei sono un'arena di competizione globale. Non riflettere compiutamente e seriamente in questa prospettiva, significherebbe non aver compreso appieno la potenzialità di questo ambiente e le sue interrelazioni con il resto del Pianeta. Il mare e gli abissi sono ponti verso il mondo e non superfici fini a sé stesse. Il bilanciamento degli interessi è mancato sino a ora, a causa della diffusa miopia nei confronti dell'importanza della marittimità. Inoltre, la scarsa chiarezza normativa sui punti di riferimento e di accesso per le richieste di autorizzazione e di intervento di diverse amministrazioni, senza una chiara definizione delle rispettive competenze, non assicura un'adeguata tutela degli interessi nazionali coinvolti e impedisce la conoscenza delle attività che si svolgono sotto la superficie del mare. Una gestione unitaria civile e militare potrebbe essere quindi funzionale e necessaria alla pianificazione futura dell'impiego degli spazi marittimi, alla tutela delle vie di comunicazioni marittime al di là del limite esterno del mare territoriale, nonché all'espletamento delle attività di sorveglianza per la prevenzione dell'inquinamento nell'ambiente marino.

La natura frammentaria del quadro normativo nazionale non riflette una simile frammentazione del quadro internazionale, che appare più organico e sviluppato, ma piuttosto la mancanza di una tempestiva attuazione e di un coerente adeguamento a quest'ultimo. Nondimeno anche il quadro normativo internazionale, per quanto più comprensivo, presenta delle lacune in punto di salvaguardia del patrimonio subacqueo comune e di equo e sostenibile sfruttamento delle risorse.

L'approccio olistico auspicato per rinforzare e rendere completo il quadro normativo nazionale, addivenendo a una migliore gestione e protezione di tutte le risorse subacquee, naturali e antropiche, deve necessariamente essere affiancato da una coerente e coordinata azione sul piano internazionale per realizzare un efficace aggiornamento degli strumenti normativi internazionali – inclusa l'UNCLOS per colmare le lacune esistenti. Tra queste ultime, rientra sicuramente il quadro delle misure per la tutela delle infrastrutture strategiche subacquee.

7. Il tracciamento del traffico subacqueo - L'istituzione di un'Autorità Nazionale per il Controllo del Traffico Subacqueo (ANTS), possibili compiti, attribuzioni e competenze

Nel corso degli ultimi anni, lo sviluppo tecnologico correlato anche al crescente interesse per l'ambiente subacqueo, ha comportato il proliferare di sistemi civili di navigazione subacquea a controllo remoto o anche autonomi. Le finalità di tali sistemi spaziano dal supporto alle piattaforme, alla posa e manutenzione cavi, alla ricerca scientifica, al diporto ad attività criminali come il traffico di stupefacenti.

Il contestuale incremento di mezzi in grado di operare in profondità, associato alla crescente necessità di accedere a questo ambiente per la ricerca e l'utilizzazione di risorse energetiche e minerarie, per la posa di infrastrutture di comunicazione, per scopi scientifici o militari, ha portato a situazioni, ancora localizzate, di potenziale saturazione degli spazi subacquei con conseguenti rischi di interferenze e anche di collisione con mezzi militari dotati di equipaggio.

I recenti episodi di sabotaggio di gasdotti e cavidotti (indipendentemente dalle modalità con le quali si sono realizzate) hanno richiamato l'attenzione a livello internazionale sulla vulnerabilità delle infrastrutture subacquee, soprattutto se situate su fondali relativamente accessibili. Tale attenzione, oltre che idonea a sensibilizzare i *decision makers* è suscettibile dare corso a fenomeni di emulazione.

Emerge quindi la necessità di creare le condizioni per un ordinato e coerente accesso a tale ambiente, agendo lungo due direttrici: classificazione e certificazione dei mezzi che operano sotto la superficie e controllo e coordinamento del traffico subacqueo. Il primo aspetto è fondamentale per elaborare una matrice dei rischi connessi all'impiego di un determinato veicolo. Questo vale anche per l'affidabilità dei sistemi di navigazione: un veicolo con sistemi di navigazione particolarmente accurati e ridondati porrà minori rischi di un mezzo con sistemi di posizionamento meno affidabili.

Mutuando quanto da decenni già avviene per regolamentare le attività dei sottomarini, è possibile stabilire delle procedure che, sulla base di alcuni parametri identificativi, ad esempio dimensioni e velocità massima, permettano di individuare delle distanze minime e separazioni anche verticali, per consentire a più unità di operare in sicurezza nella stessa porzione di mare.

Una tale attività di coordinamento e controllo non può che avvenire da parte di un'unica "centrale operativa" in grado di assolvere il compito di referente unico per le attività che si svolgono sotto la superficie del mare nelle acque sottoposte a giurisdizione nazionale, compresa la ZEE. Una siffatta centrale operativa potrebbe dunque svolgere la funzione di autorità nazionale per il traffico subacqueo (ANTS).

Questa Autorità potrebbe operare come *entry point* per tutte le richieste di accesso agli spazi subacquei e di navigazione e per le attività nell'ambiente subacqueo rientrante negli spazi marittimi di giurisdizione nazionale. Dovrebbe rilasciare i relativi nulla osta, laddove non vi sia interferenza con attività militari e risolvere eventuali problemi derivanti dalla sovrapposizione di attività nella medesima area o in aree contigue, sulla base dei criteri di separazione ai quali si

è accennato in precedenza. Risulta evidente come l'istituzione di un tale organismo porterebbe una serie di benefici a vantaggio di tutti i soggetti interessati a operare efficacemente e in sicurezza nell'ambiente subacqueo. Lo stesso assicurerebbe, inoltre, la piena consapevolezza delle attività che si svolgono sotto la superficie nelle acque di giurisdizione nazionale, anche in chiave di protezione delle infrastrutture critiche subacquee.

La mappatura delle attività autorizzate, praticamente in tempo reale in un unico punto, permetterebbe un più facile monitoraggio delle cosiddette "anomalie", quali attività non autorizzate o problematiche legate, ad esempio, a veicoli autonomi regolarmente autorizzati a operare ma fuori dalla propria area assegnata per avarie o errato posizionamento.

Infine, ma non meno importante, una siffatta organizzazione permetterebbe di minimizzare i rischi di incidenti consentendo a tutti gli operatori del settore di svolgere le proprie attività nella dimensione subacquea con migliori condizioni di sicurezza con plausibili riduzioni dei costi assicurativi per le attività.

Non secondaria dovrebbe essere, per tale organismo, la completa e capillare conoscenza dell'ambiente subacqueo, dal punto di vista idrografico, oceanografico, geofisico e con riferimento a tutte le caratteristiche peculiari in esso presenti, con particolare enfasi sui siti naturali e antropici che necessitano di essere protetti.

In un quadro pragmatico di sviluppo di strumenti di pianificazione, gestione e monitoraggio dell'ambiente subacqueo devono essere raccordate tutte le conoscenze tecnologiche, scientifiche e la produzione di supporti cartografici di ultima generazione, integrate con le più avanzate infrastrutture di dati e gli strumenti resi disponibili dalla più moderna Intelligenza Artificiale.

Oltre alla gestione del traffico subacqueo, l'Autorità prefigurata si porrebbe come il soggetto istituzionale che, in quanto individuato nella medesima articolazione già investita della ricerca e del soccorso ai sottomarini sinistrati, è nella migliore posizione per sviluppare una capacità di intervento e soccorso anche a eventuali sommergibili civili con equipaggi sinistrati e per il recupero di carichi potenzialmente pericolosi in seguito a sinistri.

A differenza di quanto osservato per il mare territoriale e il passaggio inoffensivo, la disciplina della ZEE non menziona la navigazione dei sommergibili, militari o civili. L'esercizio dei diritti sovrani di sfruttamento dello Stato costiero non può spingersi a vietare lo svolgimento nella propria ZEE di attività militari di altri Stati o di esercitazioni militari, incluse quelle con sommergibili. Tali esercitazioni non possono, tuttavia, violare i diritti dello Stato costiero, di definire zone di sicurezza nelle adiacenze delle piattaforme e delle infrastrutture critiche subacquee. Nell'ambito dell'Alleanza Atlantica, la navigazione dei sottomarini è oggetto di un articolato sistema di informazione reciproca tra gli Stati parte, definito da norme di *soft law*, che permette di ridurre i rischi di collisioni grazie alla separazione delle differenti zone di operazioni anche sul piano verticale (quota). Tale sistema è reso necessario dal fatto che i sottomarini navigano ricercando la massima discrezione ed evitando l'utilizzo di sensori attivi (sono tali quelli che emettono un impulso) che permetterebbero di individuare il sommergibile a decine di miglia di distanza. Posto che la possibilità di rimanere occulti è ricercata ricorrendo a tecnologie avanzate che costituiscono una sfida alla funzionalità dei sensori passivi, la condivisione



Figura 17 - Operatori incursori della Marina Militare durante attività di fuoriuscita da sottomarino.

delle informazioni è essenziale alla navigazione in sicurezza e permette di concentrarsi sull'individuazione di mezzi di altri Stati non appartenenti all'Alleanza che possono costituire un potenziale rischio. La navigazione subacquea privata nell'attuale contesto geostrategico costituisce un fattore di rischio in sé e per la navigazione militare alleata e *non*, in quanto ha spesso luogo senza una attività preventiva di mitigazione con la navigazione subacquea militare. Costituisce, inoltre, un fattore di aggravio per l'individuazione di quei mezzi che possono rappresentare un rischio di natura militare.

L'assistenza e il soccorso ai sottomarini militari sinistrati (SUBSAR) costituisce un'attività che richiede capacità specificamente militari per assicurare il supporto vitale all'equipaggio imprigionato per l'estrazione dello stesso. Tale attività è assicurata dalle Marine militari in collaborazione con le organizzazioni responsabili per il coordinamento dei soccorsi in mare. Tale coordinamento ha carattere paritetico e non comporta l'attrazione della competenza alla cosiddetta organizzazione *Search And Rescue* (SAR) ma un obbligo di mettersi reciprocamente in collegamento. Il rilievo della navigazione subacquea civile costituisce da questo punto di vista una sfida tanto per l'organizzazione militare quanto per l'organizzazione SAR.

NOTE

⁵⁰ Nell'agosto del 1914, a ridosso dell'inizio del conflitto, la nave britannica HMS Alert recise il fondamentale snodo di comunicazione del sistema telegrafico tedesco. Una opportunità di intelligence che permise a Londra di intercettare il famoso Telegramma Zimmerman, impiegato dagli inglesi per coinvolgere gli Stati Uniti nel conflitto.

⁵¹ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/121/integrated-maritime-policy-of-the-european-union>.

⁵² https://www.eeas.europa.eu/eeas/maritime-security_en.

⁵³ *Security threats to undersea communications cables and infrastructure – consequences for the EU* [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EXPO_IDA\(2022\)702557](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EXPO_IDA(2022)702557).

⁵⁴ *Second Report on the Regime of the High Seas by Mr. J.P.A. François, Special*, cit, § 61: *Il serait très utile que les divers États s'entendissent pour déclarer que la destruction ou la détérioration des câbles sous-marins en pleine mer est un délit du droit des gens, et pour déterminer d'une manière précise le caractère délictueux des faits et les peines applicables; sur ce dernier point, on atteindrait le degré d'uniformité compatible avec la diversité des législations criminelles. Le droit de saisir les individus coupables, ou présumés tels, pourrait être donné aux navires d'États de toutes les nations, dans les conditions réglées par les traités, mais le droit de les juger devrait être réservé aux tribunaux nationaux du navire capturé.*

⁵⁵ Sulla necessità di applicare il diritto internazionale e non il diritto domestico dei Paesi Bassi alla rottura di un cavo al di fuori delle acque territoriali di tale Stato, v. *The Netherlands (PTT) and the Post Office (London) v. Nedlloyd*, Corte distrettuale di Rotterdam, 17 gennaio 1977, *International Law Reports, Volume 74*, 1987, pp. 212-218.

⁵⁶ Il richiamo delle ipotesi di responsabilità penali nelle fasi di posa o riparazione di cavi, affianca alle più tradizionali situazioni di rottura di un cavo derivante da attività ricomprese nell'esercizio della libertà di navigazione come la pesca ed anche l'ancoraggio di una nave, una situazione ulteriore - quella della responsabilità del proprietario del cavo (e plausibilmente committente delle attività di posa e di quelle idrografiche che hanno preceduto la posa). Tale ipotesi, per come formulata nel contesto di una norma che richiama la giurisdizione dello Stato del quale è nazionale il proprietario, che sia persona fisica o giuridica, induce a ritenere che la responsabilità di tale soggetto non sia attratta nell'ambito della nave e della giurisdizione della nave di bandiera.

⁵⁷ La domanda idealmente dovrebbe essere avanzata nell'immediatezza della perdita, entro le 24 ore dal rientro in porto e comprovata dalle prove e da una dichiarazione. Lo Stato di approdo comunica tale richiesta alle autorità consolari dello Stato al quale appartiene il proprietario del cavo.

⁵⁸ *Article VIII: The tribunals competent to take cognizance of infractions of the present Convention are those of the country to which the vessel on board of which the offence was committed belongs. It is, moreover, understood that, in cases where the provisions in the previous paragraph cannot apply, offences against the present Convention will be dealt with in each of the Contracting States in accordance, so far as the subjects and citizens of those States respectively are concerned, with the general rules of criminal jurisdiction prescribed by the laws of that particular State, or by international treaties.*

⁵⁹ *Article X: Offences against the present Convention may be verified by all means of proof allowed by the legislation of the country of the court. When the officers commanding the ships of war, or ships specially commissioned for the purpose by one of the High Contracting Parties, have reason to believe that an infraction of the measures provided for in the present Convention has been committed by a vessel other than a vessel of war, they may demand from the captain or master the production of the official documents proving the nationality of the said vessel. The fact of such document having been exhibited shall then be endorsed upon it immediately. Further, formal statements of the facts may be prepared by the said officers, whatever may be the nationality of the vessel incriminated. These formal statements shall be drawn up in the form and in the language used in the country to which the officer making them belongs; they may be considered, in the country where they are adduced, as evidence in accordance with the laws of that country. The accused and the witnesses shall have the right to add, or to have added thereto, in their own language, any explanations they may consider useful. These declarations shall be duly signed".*

⁶⁰ Lo scambio di note diplomatiche ha visto allora URSS lamentare l'illegittimo abbordaggio e fermo del peschereccio e gli Stati Uniti precisare la natura esteriore dell'ispezione eseguita, sulla sola coperta della nave alla ricerca di attrezzature da pesca a strascico idonee a causare la rottura dei cavi. Lo scambio di note sul punto costituisce un perfetto esercizio diplomatico da parte dell'Unione Sovietica che contesta il fermo e l'abbordaggio senza sostanziare la rimostranza nel merito o nella procedura seguita. La nota del Dipartimento di Stato statunitense presenta diversi spunti di interesse. La nota evidenzia la previa informazione al *master* e in forma plausibilmente oggettiva l'autorizzazione dell'attività sotto la Convenzione (*The boarding officer, communicating by means of French through an interpreter, duly informed and explained to the master of the trawler NOVOROSSIYSK the purpose of his visit and his actions were authorized pursuant to the convention of 1884*). La nota richiama il consenso del Master quanto all'ispezione delle carte ("He

examined, with the consent and acquiescence of the master, the papers of the trawler which appeared to be in order”). La nota precisa la natura disarmata delle visita e il consenso del Master all'ispezione esteriore e solo superficiale delle attrezzature da pesca (“*The unarmed boarding officer, with the consent of the master of the trawler, observed without deep examination, on the upper main deck of the trawler only, the trawling equipment and fishing gear*”). Nel complesso, il caso, le giustificazioni e le reazioni si prestano a plurime interpretazioni. Rimane il fatto che, anche depurate delle cautele dei tempi in cui si verificò l'episodio, le giustificazioni evidenziano la sensibilità della questione e non lasciano trasparire la consueta assertività.

⁶¹ Sulla prassi dei cosiddetti *crossing agreements*, v. L. O. ASKHEIM, *Commercial Arrangements and Liability for Crossing Pipelines, Power Cables and Telecom Cables (Connectors) on the Seabed*, in C. BANET (edito da) *The Law of the Seabed*, Brill, 2020, p. 553ss.

⁶² Sul punto, v. C. BANET, *Regulating the Reuse and Repurposing of Oil and Gas Installations in the Context of Decommissioning: Creating Incentives and Enabling Energy System Integration*, in EDUARDO G. PEREIRA (edito da), *The Regulation of Decommissioning, Abandonment and Reuse Initiatives in the Oil and Gas Industry: From Obligation to Opportunities*, Kluwer, 2020, p. 205ss.

⁶³ *Eastern Extension, Australasia and China Telegraph Company, Ltd. (Great Britain) v. United States*, 9 November 1923, http://www.google.it/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=http://legal.un.org/riaa/cases/vol_VI/112-118_Eastern_Extension.pdf&ved=2ahUKEwj6-eK79Jj4AhWVl4IHQjSCiEQFnoECAYQAg&usq=AOvVaw3HSpCBdxbE06IB0tzgb0BA. Nel contenzioso citato, riferibile alla distruzione di un cavo telegrafico che collegava le Filippine a Hong Kong, è stata riconosciuta la legittimità della distruzione di cavi sottomarini alla luce dell'art. XV della Convenzione di Parigi - che esprime una clausola di non pregiudizio per le attività belliche che all'epoca non erano disciplinate rispetto ai cavi. Non è stata, inoltre, riconosciuto il diritto ad una compensazione. Tra gli argomenti utilizzati per escludere obblighi risarcitori nei confronti dei neutrali, vi era la considerazione della natura delle “concessione” per la gestione della linea rilasciata alla compagnia “neutrale” sul presupposto del carattere di pubblica utilità del servizio e delle prerogative riservate al Governo spagnolo nella disciplina dell'uso della linea; considerazione quest'ultima che tocca un aspetto di chiara attualità che evidenzia la coesistenza nella materia dei cavi di aspetti marittimi - nel caso di specie, l'autorizzazione all'approdo, con aspetti del diritto delle telecomunicazioni e anche con il regime di quelle che oggi definiamo come “infrastrutture critiche”.

⁶⁴ “*Submarine cables connecting an occupied territory with a neutral territory shall not be seized or destroyed except in the case of absolute necessity. They must likewise be restored and compensation fixed when peace is made*”.

⁶⁵ In particolare, l'art. 54. C. prevede che i belligeranti sono autorizzati a distruggere o catturare solo cavi che connettono i rispettivi territori o due punti nei medesimi territori (cavi non internazionali) ed i cavi che connettono gli stessi con un territorio neutrale (... *belligerent States are authorized to destroy or to seize only the submarine cables connecting their territories or two points in these territories, and the cables connecting the territory of one of the nations engaged in the war with a neutral territory*...). Tali cavi possono essere catturati lungo tutto il loro percorso, con l'eccezione delle acque di uno Stato neutrale. Il Manuale raccorda l'ipotesi della distruzione dei cavi in Alto Mare, con la messa in atto di un blocco navale che, in tale caso ... si estende alle comunicazioni.

⁶⁶ Fino all'entrata in vigore del Trattato di Lisbona, il riconoscimento della competenza esterna alla CE e all'UE derivava da una serie di pronunce della Corte di giustizia. Tra queste di segnala l'opinione 1/76 con la quale la Corte ha ritenuto che “ogniqualevolta il diritto comunitario abbia attribuito alle istituzioni della Comunità determinati poteri sul piano interno, onde realizzare un certo obiettivo, la Comunità è competente ad assumere gli impegni internazionali necessari per raggiungere tale obiettivo, anche in mancanza di espresse disposizioni al riguardo”.

⁶⁷ Cfr. causa C-347/10, sentenza della Camera Grande del 17 gennaio 2012. Nel caso di specie, il giudice del rinvio aveva espresso dubbi riguardo all'estensione dell'applicabilità del regolamento n. 1408/71 alla piattaforma continentale domandandosi se non si debba distinguere fra, da un lato, il territorio sul quale uno Stato membro è sovrano e, dall'altro, il territorio sul quale esso è competente per esercitare dei diritti sovrani limitati, ma in cui dispone anche della competenza di non esercitarli — come aveva fatto, secondo il giudice del rinvio, lo Stato olandese per quanto concerne la legislazione della sicurezza sociale sulla piattaforma continentale. Nella sua decisione la Corte di giustizia UE ha ritenuto che “poiché la piattaforma continentale adiacente a uno Stato membro rientra nella sua sovranità, benché funzionale e limitata...”, un lavoro svolto su impianti fissi o galleggianti situati su detta piattaforma continentale, nell'ambito di attività di esplorazione e/o di sfruttamento delle risorse naturali, deve essere considerato, ai fini dell'applicazione del diritto dell'Unione, come un'attività svolta sul territorio di tale Stato.

⁶⁸ Sul punto v. *Finn Arnesen - Rosa Greaves - Alla Pozdnakova*, Chapter 14 *European Union Law and the Seabed*, in Catherine Banet (edito da), *The Law of the Seabed*, Brill, 2020, p. 315ss.

GLOSSARIO

ABISSO: porzione di colonna d'acqua lontana dalla superficie marina.

ACQUE ARCIPELAGICHE: le zone di mare che in uno Stato arcipelagico (costituito interamente da uno o più gruppi di isole) sono racchiuse in un sistema di particolari linee di base rette, su cui lo Stato esercita la sua sovranità, ivi compreso il sovrastante spazio aereo e il fondo e sottofondo marino, fatto salvo il diritto di passaggio arcipelagico riconosciuto alle navi straniere.

ALTO MARE: le zone di mare poste al di là del limite esterno delle acque territoriali degli Stati costieri e, qualora istituite dallo Stato costiero, oltre il limite esterno della Zona Economica Esclusiva nelle quali tutti gli Stati possono esercitare piena libertà di navigazione, sorvolo e posa di cavi. È necessario tenere comunque conto degli interessi degli altri Stati in relazione all'esercizio dei medesimi diritti e altresì i diritti connessi con le attività che si svolgono nella cosiddetta "Area", definita patrimonio comune dell'umanità dall'art. 136 dell'UNCLOS, e avente per oggetto il suolo e sottosuolo marino oltre il limite esterno della piattaforma continentale; (cfr. UNCLOS).

AMBIENTE SUBACQUEO: habitat, ecosistema sotto la superficie marina.

AREA: v. di ALTO MARE.

COLONNA D'ACQUA: l'acqua dei mari e degli oceani che si innalza e sovrasta il fondo marino.

DOMINIO SUBACQUEO: il complesso di capacità e attività atti all'esercizio del controllo su quella partizione dell'ambiente marino che si trova tra la superficie e il fondale degli oceani, dei mari, delle baie e le risorse che vi si trovano, incluse quelle del sottosuolo.

FONDALE: l'altezza della superficie marina dal fondo marino.

FONDO MARINO: superficie di interfaccia tra acqua e terra.

MARINO: aggettivo che connota tutto ciò che riguarda il mare e gli oceani.

MARE TERRITORIALE: le acque estese verso il largo a partire dalle linee di base rette (o dalla linea di bassa marea della costa, qualora queste non siano state istituite) sino a una distanza massima di 12 miglia nautiche, su cui lo Stato costiero esercita la sua sovranità, ivi compreso il sovrastante spazio aereo e il fondo e sottofondo marino. In tali acque alle navi straniere – mercantili o militari – è riconosciuto il diritto di passaggio inoffensivo (cfr. UNCLOS).

PIATTAFORMA CONTINENTALE: la parte di fondo e sottofondo marino caratterizzata da bassa pendenza che costituisce il naturale prolungamento della terraferma. Si estende dalla linea di costa fino alla scarpata continentale.

SCARPATA CONTINENTALE: estensione della piattaforma continentale verso il mare aperto caratterizzata da un'alta pendenza. Collega la piattaforma continentale alla piana abissale.

SOTTOFONDO MARINO: volume di terra che sta sotto il fondo marino.

SPAZIO SUBACQUEO: connotazione geometrica del volume dell'acqua del mare e degli oceani che sta sotto la superficie marina.

SUBACQUEO: aggettivo che esclude da marino la superficie dell'acqua.

SUPERFICIE MARINA: superficie di interfaccia tra acqua e aria.

ZONA CONTIGUA: la zona adiacente alle acque territoriali, estesa sino a una distanza massima di 24 miglia nautiche a partire dalla linea di base per il calcolo del mare territoriale, su cui lo Stato costiero può esercitare i controlli necessari a prevenire e reprimere le violazioni alle proprie leggi di polizia doganale, fiscale, sanitaria o d'immigrazione. Per la sua esistenza, la zona contigua necessita di un'apposita proclamazione da parte dello Stato costiero. Le norme dell'UNCLOS sulla zona contigua hanno acquisito carattere di norma consuetudinaria e i poteri previsti nella zona contigua possono essere esercitati nei confronti di una nave straniera, indipendentemente dal fatto che lo Stato di bandiera sia parte dell'UNCLOS. La zona contigua, quando non ricompresa nella Zona Economica Esclusiva (o in una zona marittima "derivata" dalla suddetta zona), costituisce una porzione dell'Alto Mare. L'Italia fa menzione della zona contigua nell'art. 12, comma 9-bis del D.lgs 25 luglio 1998, n. 286, rispetto al solo contrasto dell'immigrazione clandestina e senza stabilirne l'estensione. Nell'ambito della disciplina della ricerca e dei rinvenimenti dei beni culturali, risulta richiamata la zona contigua mediante rinvio alla Conv. UNESCO (art. 94 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 142, "*Codice dei beni culturali e del paesaggio*") e, successivamente anche nell'ambito della Zona di Protezione Ecologica (art. 3 della L. 23 ottobre 2009, n. 157); (cfr. UNCLOS).

ZONA ECONOMICA ESCLUSIVA: l'area esterna e adiacente alle acque territoriali, estesa sino alla distanza massima di 200 miglia nautiche dalle linee di base, all'interno della quale lo Stato costiero ha la titolarità di diritti sovrani in relazione all'esplorazione, allo sfruttamento e alla gestione, per fini di sfruttamento economico, sulle risorse viventi e non, che si trovano nella colonna d'acqua sovrastante il fondale marino, nel fondale marino e nel sottosuolo marino. La sussistenza della ZEE presuppone un'apposita proclamazione da parte dello Stato costiero. Allo stato costiero competono inoltre diritti esclusivi per lo sfruttamento economico di altre attività, come la produzione di energia dall'acqua, dalle correnti e dal vento (es. installazione di pale eoliche off-shore); la giurisdizione, nei limiti definiti dall'UNCLOS, in materia di installazione e uso di isole artificiali o strutture fisse, ricerca scientifica in mare e la protezione e preservazione dell'ambiente marino. Le norme dell'UNCLOS sulla ZEE hanno acquisito carattere di norma consuetudinaria e i poteri previsti nella zona contigua possono essere esercitati nei confronti di una nave straniera, indipendentemente dal fatto che lo Stato di bandiera sia parte dell'UNCLOS. Con riguardo alla ZEE, la Conv. UNESCO attribuisce anche allo Stato costiero (art. 10) il diritto di autorizzare o proibire attività che interessano il patrimonio culturale subacqueo al fine di prevenire interferenze con i propri diritti sovrani come previsto nell'UNCLOS; (cfr. UNCLOS).

BIBLIOGRAFIA

- ANDREONE G., *The Exclusive Economic Zone*, in *The Oxford Handbook of the Law of the Sea* (Edited by Donald R. Rothwell, Alex G. Oude Elferink, Karen N. Scott, Tim Stephens), United Kingdom: Oxford University Press, 2015, pp. 159-180.
- ANDREONE G., *Immigrazione clandestina, zona contigua e Cassazione italiana: il mistero si infittisce*, in *Diritti Umani e Diritto Internazionale*, 2011, fasc. 1., pp. 183-188.
- ANDREONE G., *La Zona Economica Esclusiva e la sua applicazione nel Mar Mediterraneo*, in *‘Il mare: numero speciale del bollettino ufficiale degli idrocarburi e delle georisorse’*, Roma, 2020, pp.101-124 (https://unmig.mite.gov.it/wp-content/uploads/2020/11/BUIG-Il_Mare-Terza_edizione.pdf).
- ANTSYGINA, E., *Prohibition of Bottom Trawling on Extended Continental Shelves: Creeping Jurisdiction or Enforcement of Sovereign Rights?*, *The International Journal of Marine and Coastal Law*, 36(2), 2021, pp. 311-342.
- ARCTIC SUNRISE Case (Netherlands v Russian Federation) Order of the International Tribunal for the Law of the Sea, Case No 22 (22 November 2013).
- ARDITO G., Andreone G. and Rovere M. (2023), *Overlapping and fragmentation in the protection and conservation of the marine environment in areas beyond national jurisdiction*. *Front. Mar. Sci.* 9:1094266. doi: 10.3389/fmars.2022.1094266 1.
- ARDITO G., ROVERE M., in stampa. *L'Italia e l'autorità Internazionale dei Fondali Marini: Bilanci e Prospettive a 40 Anni dalla Conclusione della Convenzione di Montego Bay*, Italia e diritto del mare.
- ARDITO G., ROVERE M. (2022). *Racing the clock: recent developments and open environmental regulatory issues at the International Seabed Authority on the eve of deep-sea mining*, *Marine Policy* 140, 105074. doi: 10.1016/j.marpol.2022.105074.
- BALLARD, R., *Archaeological Oceanography, Oceanography*, 20 (4), 2007.
- BALLARD R. et al., *The discovery of ancient history in the deep sea using advanced deep submergence technology. Deep-Sea research I*, 47, 2000.
- BANET C., *Regulating the Reuse and Repurposing of Oil and Gas Installations in the Context of Decommissioning: Creating Incentives and Enabling Energy System Integration*, in EDUARDO G. PEREIRA (edito da), *The Regulation of Decommissioning, Abandonment and Reuse Initiatives in the Oil and Gas Industry: From Obligation to Opportunities*, Kluwer, 2020, p. 205 e ss.
- BANET C. (a cura di), *The Law of the Seabed: Access, Uses, and Protection of Seabed Resources*, Leiden/Boston, 2020.

- BENVENISTI E., NOLTE G. (a cura di), *Community Interests Across international Law*, Oxford, 2018.
- BERNARDINI S. et al. *A Multi-Robot Platform for the Autonomous Operation and Maintenance of Off-shore Wind Farms*, AAMAS, 2020.
- BRAKE .D, *Submarine Cables: Critical Infrastructure for Global Communications*, ITIF, 2019.
- BUDILLON, F.; FIRETTO CARLINO, M.; INNANGI, S.; PASSARO, S.; TONIELLI, R.; TRINCARDI, F.; SPROVIERI, M., *The Anthropogenic Footprint of Physical Harm on the Seabed of Augusta Bay (Western Ionian Sea); A Geophysical Investigation*. J. Mar. Sci. Eng. 2022, 10, 1737 <https://doi.org/10.3390/jmse10111737>.
- BUEGER C., LIEBETRAU T., FRANKEN J., *Security threats to undersea communications cables and infrastructure – consequences for the EU*, Policy Department, Directorate-General for External Policies, European Union, 2022.
- BURNETT D. R. - CARTER L., *International Submarine Cables and Biodiversity of Areas Beyond National Jurisdiction The Cloud Beneath the Sea*, Brill, 2017.
- BURNETT D.R. - GREEN M.P., *Security of International Submarine Cable Infrastructure: Time to Rethink?* International Cable Protection Committee, Ltd, 2008.
- CADDELL, MOLENAAR, *Strengthening International Fisheries Law in an Era of Changing Oceans*, London, 2019.
- CASADO RAIGÓN R., MARTÍNEZ PÉREZ E. (a cura di), *La contribucion de la Union Europea a la proteccion de los recursos biologicos en espacios marinos de interes internacional*, Valencia, 2021.
- CHEN T., MOROZOV S.N., CHEN, C.Y.J., *Hazard Data Analysis for Underwater Vehicles by Submarine Casualties*, Marine Technology Society Journal, Vol. 53, Issue Number: 6, 2019.
- COMMISSIONE EUROPEA, DIREZIONE GENERALE DEGLI AFFARI MARITTIMI E DELLA PESCA, CENTRO COMUNE DI RICERCA, ADDAMO, A., CALVO SANTOS, A., CARVALHO, N., et al., *The EU blue economy report 2021*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea, 2021.
- COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, *Una politica marittima integrata per l'Unione Europea*, COM(2007) 575, Bruxelles, 2007.
- CORTE EUROPEA, *Aktiebolaget NN contro Skatteverket, Causa C-111/05, Sentenza (Terza Sezione) del 29 marzo 2007*, European Court Reports 2007 I-02697.
- DAWSON & ASSOCIATES, *Is a Remotely Operated Vehicle (an ROV) a ship?*, April 30, 2020 (web link).
- DERRIG, R., *Inspecting Ships Autonomously under Port State Jurisdiction: Towards Sustainability and Biodiversity in the EU*, The International Journal of Marine and Coastal Law, 37(3), 2022, pp. 529-551.
- ENVIRONMENT FOUNDATION, *Duties, restrictions and existing uses: When is a Marine Consent required?*, dicembre 2017 (web link).

- FREESTONE D. (a cura di), *Conserving Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction*, Leiden/Boston, 2019.
- GJERDE K., CLARK N., HARDEN-DAVIS H., *Building a Platform for the Future: the Relationship of the Expected New Agreement for Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction and the UN Convention on the Law of the Sea*, in 'Ocean Yearbook', Vol. 33 (1), 2019, pp. 1-44.
- GOODMAN M.P. - WAYLAND M., *Securing Asia's Subsea Network*, CSIS BRIEFS, 2022.
- HALL J. K., "GEBCO Centennial Special Issue - Charting the Secret World of the Ocean Floor: The GEBCO Project 1903-2003," *Marine Geophysical Researches*, vol. 27, no. 1, 2006.
- HANNIGAN J., *The Geopolitics Of Deep Oceans, Polity*, Cambridge, 2016.
- HEGDE J., INGRID B. U., SCHJØLBERG I., *Development of collision risk indicators for autonomous subsea inspection maintenance and repair*, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 44, November 2016, Pages 440-452.
- KRAUS C. - CARTER L., *A Bibliography of Submarine Communication and Power Cables*, International Committee for Protection of Cables (ICPC) Publication June 2017.
- HARRISON J., *Saving the Oceans Through Law: The International Legal Framework for the Protection of the Marine Environment*, Oxford, 2017.
- HEIDAR T. (a cura di), *New Knowledge and Changing Circumstances in the Law of the Sea*, Leiden/Boston, 2020.
- INTERNATIONAL CABLE PROTECTION COMMITTEE LTD (ICPC), *Submarine Cable Protection and the environmental Archive*, vol. 4 2002.
- INTERNATIONAL CABLE PROTECTION COMMITTEE LTD (ICPC) - UNEP WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE, *Submarine cables and the oceans: connecting the world*, ICPC Ltd/UNEP/UNEP-WCMC, ISBN: 978-0-9563387-2-3, 2009.
- JAECKEL A. L., *The international Seabed Authority and the Precautionary Principle: Balancing Deep Seabed Mining and Marine Environmental Protection*, Leiden, 2017.
- KOTZUR M., MATZ-LÜCK N., PRÖELSS A., VERHEYEN R., SANDEN J. (a cura di), *Sustainable Ocean Resource Governance: Deep Sea Mining, Marine Energy and Submarine Cables*, Leiden/Boston, 2018.
- LODGE M. W., *Enclosure of the Oceans versus the Common Heritage of Mankind: The Inherent Tension between the Continental Shelf Beyond 200 Nautical Miles and the Area*, in 'International Law Studies', Vol. 97, 2021, pp. 804-830.
- MADRICARDO, F., FOGLINI, F., CAMPANI, E. e al., *Assessing the human footprint on the sea-floor of coastal systems: the case of the Venice Lagoon, Italy.*, *Sci Rep* 9, 6615 (2019) <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43027-7>.
- MARCONI M., *Imperialismo, nazionalismo e colonie nell'opera di Friedrich Ratzel*, in *Bollettino della Società Geografica Italiana*, 4/2011, pp. 555-570.

- MEHDI PIRI D. - FAURE M., *The Effectiveness of Cross-Border Pipeline Safety and Environmental Regulations* (under International Law).
- MEJJAD N., ROVERE M. (2022), *Deep-Sea Mining and Potential Risk: Opportunities and Challenges Chapter 12*, in: ISLAM, N. MD. and BARTELL, S.M. (Eds) *Global Blue Economy. Analysis, Developments, and Challenges*, Taylor & Francis Group, LLC. eBook ISBN9781003184287. doi: 10.1201/9781003184287-12.
- MEJJAD N., ROVERE M. ,*Understanding the Impacts of Blue Economy Growth on Deep-Sea Ecosystem Services*, Sustainability 13 12478, 2021, <https://doi.org/10.3390/su132212478>.
- MICKELSON K., *Common Heritage of Mankind as a limit to Exploitation of the Global Commons*, in 'European Journal of International Law', Vol. 30, 2019, pp. 637-650
- MINISTERO DELLA DIFESA, *Strategia di sicurezza e difesa per il Mediterraneo*, giugno 2022.
- MOLENAAR, E. J., *Multilateral Creeping Coastal State Jurisdiction and the BBNJ Negotiations*, The International Journal of Marine and Coastal Law, 36(1), 2021, pp. 5-58.
- MOSSOP J., *The relationship between the continental shelf regime and a new international instrument for protecting marine biodiversity in areas beyond national jurisdiction*, in 'ICES Journal of Marine Science', Vol. 75, 2018, pp. 1-7.
- OLIVERI E, AUSILI A., BARSANTI M. et al. (2022) *Interferences between natural and anthropic hazards in marine-coastal environments: Assessing transport from land to the off-shore systems in the Crotona basin (Ionian Sea)*, Estuarine, Coastal and Shelf Science 271, 107854, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107854>.
- ORTOLLAND D. – PIRAT J.P., *Geopolitical Atlas Of The Oceans*, Editions Technip, Parigi, 2017.
- OUDE ELFERINK A., *The «Arctic Sunrise Incident»: A Multi-faceted Law of the Sea Case with a Human Rights Dimension*, in 29 International Journal of Marine and Coastal Law 250, 2014, p. 256.
- PARDO A., *Who will control the seabed?* Foreign Affairs, October 1968.
- PECCEI A., *The Human Quality*, Pergamon Press, Oxford, 1977.
- PERMANENT COURT OF ARBITRATION, *Nord Stream 2 AG vs. European Union*, PCA Case 2020-07.
- PIERDOMENICO, M., CASALBORE, D. & CHIOCCI, F.L., *Massive benthic litter funnelled to deep sea by flash-flood generated hyperpycnal flows*, Sci Rep 9, 5330 (2019) <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41816-8>.
- RAMPHAL, T., *The Freedom to Use the High Seas to Protect and Preserve the Marine Environment: Case Study of the Activities of The Ocean Cleanup*, The International Journal of Marine and Coastal Law, 36(2), 2021, pp. 343-353.
- RIBEIRO M. C., BASTOS F., HENRIKSEN T. (a cura di), *Global Challenges and the Law of the Sea*, Cham, 2020.

- RICARD P., *La Conservation De La Biodiversite dans les Espaces Maritimes Internationaux: un Defis pour le Droit International*, Paris, 2019.
- ROBERTS C., *The Ocean of Life: the fate of man and the sea*, Penguin Books, New York, 2013.
- ROVERE M. (2018)., *The Common Heritage applied to the resources of the seabed. Lessons learnt from the exploration of deep sea minerals and comparison to marine genetic resources*, Marine Safety and Security Law Journal 5/2018-19, 78-98. ISSN 2464-9724.
- ROVERE M., MERCORELLA A., GAMBERI F., ZGUR F. (2022), *Hydrothermal vent complexes control seepage and hydrocarbon release on the overriding plate of the Tyrrhenian-Ionian subduction system (Paola Basin)*, Frontiers in Earth Science 10:852786. doi: 10.3389/feart.2022.852786.
- SALA, E., MAYORGA, J., BRADLEY, D. et al., *Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate*. Nature 592, 397–402 (2021) <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>.
- SCHMITT C., *Il Nomos della terra. Nel diritto internazionale dello Jus Publicum Europaeum*, Milano, Adelphi, 1991.
- SMITH MENANDRO P. - A. CARDOSO BASTOS, *Seabed Mapping: A Brief History from Meaningful Words*, Geosciences, vol. 10, no. 7, 2020.
- SPROVIERI, M., PASSARO, S., AUSILI, A. et al. *Integrated approach of multiple environmental datasets for the assessment of sediment contamination in marine areas affected by long-lasting industrial activity: the case study of Bagnoli (southern Italy)*, J Soils Sediments 20, 1692-1705 (2020) <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02530-0>.
- STATO MAGGIORE DELLA DIFESA, *Il Concetto Strategico del Capo di Stato Maggiore della Difesa*, Ed. settembre 2022.
- STATO MAGGIORE DELLA MARINA, *Rapporto Marina Militare*, 2021, Roma.
- STEWART H.A., JAMIESON A.J., *The five deeps: The location and depth of the deepest place in each of the world's oceans* Earth Science reviews, Vol. 197, October 2019.
- TREVISANUT S., GIANNOUPOLOS N., HOLST R. R. (a cura di), *Regime interaction in Ocean Governance*, Leiden, 2020.
- UNIONE EUROPEA, *Direttiva 2019/692 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 aprile 2019 che modifica la direttiva 2009/73/CE relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale*, GU L 117, del 3.5.2019, p. 1-7.
- UNIONE EUROPEA, *Direttiva 2009/73/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 luglio 2009, relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale e che abroga la direttiva 2003/55/CE*, GU L 211 del 14.8.2009, pag. 94-136.
- UNITED NATIONS, *Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)*, Montego Bay, 1982.
- UNITED STATES OF AMERICA - DEPARTMENT OF THE ARMY - DEPARTMENT OF THE NAVY, *Joint Doctrine Note: Competition Continuum*, Joint Chief Of Staff, 03 June 2019.

- VALLEGA A., *Sustainable Ocean Governance. A geographical perspective*, Routledge, Londra, 2001.
- WRATHALL L.R., *The Vulnerability of Subsea Infrastructure to Underwater Attack: Legal Shortcomings and the Way Forward*, 12 San Diego Int'l L.J. 223 (2010).
- WOLFRUM R., Hilding Eek Memorial Lecture, Stockholm, 2 October 2019 - *Who Is Responsible for the Protection of the Ocean Floor?*, in 'Nordic Journal of International Law', Vol. 89 (2), 2020, pp. 155-167.
- WYSSBROD V., *L'exploitation des ressources genetiques marines hors juridiction nationale*, Leiden/Boston, 2018.
- YU C., *Implications of the UNCLOS Marine Scientific Research Regime for the Current Negotiations on Access and Benefit Sharing of Marine Genetic Resources in Areas Beyond National Jurisdiction*, in 'Ocean Development and International Law', Vol. 51 (1), 2020, pp. 2-18.
- YU J., JI-LU W., *The Outer Continental Shelf of Coastal States and the Common Heritage of Mankind*, in 'Ocean Development and International Law', Vol. 42 (4), 2011, pp. 317-328.

