



Fondatore
Alberto Di Blasi

Direttore
Elena dell'Agnese

Ufficio di Direzione
Carlo Pongetti
Tania Rossetto
Carlo Salone
Rosario Sommella
Sergio Zilli

Reti di trasporto, logistica e catene di fornitura: una lettura geografica

a cura di Giuseppe Borruso, Marco Mazzarino, Marcello Tadini

Giuseppe Borruso, Marco Mazzarino, Marcello Tadini	Reti di trasporto, logistica e catene di fornitura: una lettura geografica	3
Stefania Mangano, Pietro Piana, Gian Marco Ugolini	<i>Reshoring</i> , soluzione alla pandemia e alla guerra e occasione per le rotte marittime nel Mediterraneo?	6
Paola Savi	Tendenze evolutive recenti delle <i>Global Value Chains</i> : dalla crisi del 2008 al post-pandemia	15
Gavino Mariotti, Maria Veronica Camerada, Salvatore Lampreu, Mariachiara Tedde	La geopolitica nella rete dei cavi	22
Sonia Malvica, Enrico Nicosia, Carmelo Maria Porto	Catania «hub del Mediterraneo»: pianificazione e strategie di sviluppo aeroportuale in relazione a un futuro assetto delle tratte internazionali nell'area mediterranea	34
Marco Mazzarino	L'accessibilità ferroviaria in aree montane: il caso della Ferrovia delle Dolomiti	44
Silvia Battino, Giuseppe Borruso	Insularità, accessibilità e sistema di trasporto. Il caso della Sardegna tra connessioni esterne e interne nel modello di sviluppo dei corridoi di trasporto	61
Marcello Tadini	Il trasporto marittimo di rinfuse: rilevanza dei flussi e geografia portuale in Italia	73
Andrea Gallo, Giuseppe Borruso	Porti e connessioni mare-terra. I porti dell'Italia Settentrionale nella sfida al Northern Range	85
Stefano De Falco, Lucia Simonetti	<i>The last mile</i> nella <i>city logistics</i> . Soluzioni antagoniste e possibili elementi di convergenza	97
Gian Pietro Zaccomer, Giorgia Bressan	Confini e «turismo del pieno» in Friuli-Venezia Giulia: implicazioni territoriali della nuova politica regionale sugli acquisti di carburanti	112
Clara Di Fazio, Stefania Palmantieri, Maria Paradiso	Trasporto marittimo e biodiversità nel Mediterraneo. Un approccio critico alla definizione di Geoportali come strumento di supporto alle decisioni	119



Il **Comitato scientifico** di «Geotema» è composto dai membri del Comitato direttivo dell'AGEI in carica, che presiedono alla politica editoriale del periodico.

L'**Editorial Board** è composto da:

John Agnew
(U. California, Los Angeles, Stati Uniti)

Vincent Berdoulay
(U. Pau, Francia)

Giuseppe Campione
(Messina)

Béatrice Collignon
(U. Bordeaux, Francia)

Sergio Conti
(U. Torino)

Gino De Vecchis
(Roma)

Giuseppe Dematteis
(Torino)

J. Nicholas Entrikin
(U. Notre Dame, Indiana, Stati Uniti)

Claudio Minca
(U. Bologna)

Anssi Paasi
(Oulun Yliopisto, Oulu, Finlandia)

Maria Paradiso
(U. Napoli Federico II)

Petros Petsimeris
(U. Paris I, Francia)

Chris Philo
(U. Glasgow, Gran Bretagna)

Claude Raffestin
(Torino)

Franco Salvatori
(U. Roma Tor Vergata)

Lidia Scarpelli
(U. Roma La Sapienza)

Ola Söderstrom
(U. Neuchâtel, Svizzera)

Jean-François Staszak
(U. Genève, Svizzera)

Ulf Strohmayer
(National U. Ireland, Galway, Irlanda)

Angelo Turco
(Milano)

Michael Watts
(U. California, Berkeley, Stati Uniti)

Benno Werlen
(U. Jena, Germania)

Ufficio di redazione: Sara Belotti, Diego Borghi, Elisa Consolandi, Monica De Filipo, Arturo Gallia (sito web), Eleonora Guadagno, Cristina Marchioro, Giovanni Messina, Patrizia Miggiano, Giulia Oddi, Ginevra Pierucci (segreteria), Leonardo Porcelloni, Giulia Vincenti.

Per eventuali indicazioni e richieste di carattere editoriale, rivolgersi al prof. Carlo Pongetti, Università di Macerata, Dipartimento di Studi Umanistici, Corso Cavour 2, Palazzo Ugolini, 62100 Macerata (carlo.pongetti@unimc.it).

Per informazioni sull'allestimento e sull'invio di testi per «Geotema», consultare le indicazioni redazionali riportate nell'ultima pagina di questo fascicolo e le informazioni riportate nella pagina web di «Geotema» (<https://www.ageiweb.it/pubblicazioni/geotema/>).

Abbonamento cartaceo Italia	€ 80,00
Abbonamento cartaceo estero	€ 85,00
Fascicoli singoli cartacei Italia	€ 30,00
Fascicoli singoli cartacei estero	€ 40,00
Abbonamento on-line Privati	€ 60,00
Abbonamento on-line Enti, Biblioteche, Università	€ 200,00
PDF singoli articoli	€ 20,00

Per abbonamenti e ordini di arretrati, rivolgersi all'Ufficio Abbonamenti: abbonamenti@patroneditore.com o collegarsi al sito www.patroneditore.com/riviste.html.

I pdf dei singoli articoli e gli abbonamenti online possono essere richiesti solo collegandosi al sito www.patroneditore.com/riviste.html.

Gli abbonamenti hanno decorrenza gennaio-dicembre, con diritto di ricevimento dei fascicoli già pubblicati, se sottoscritti in corso d'anno.

I fascicoli cartacei non pervenuti vengono reintegrati non oltre 30 giorni dopo la spedizione del numero successivo.

Modalità di pagamento:

Versamento anticipato adottando una delle seguenti soluzioni:

- c.c.p. n. 000016141400 intestato a Casa Editrice Prof. Riccardo Patron & C. - via Badini 12 - Quarto Inferiore - 40057 Granarolo dell'Emilia - Bologna - Italia

- bonifico bancario a INTESA SAN PAOLO - Agenzia 68 - Via Pertini 8 - Quarto Inferiore - 40057 Granarolo dell'Emilia - Bologna - Italia - IBAN IT58V0306936856074000000782
- carta di credito o carta prepagata a mezzo PAYPAL (www.paypal.it) specificando l'indirizzo e-mail amministrazione@patroneditore.com nel modulo di compilazione, per l'invio della conferma di pagamento all'Editore.

Stampa: DigitalTeam, Fano (PU) nel mese di maggio 2025.

Le fotocopie per uso personale possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun fascicolo dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere realizzate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org

Trasporto marittimo e biodiversità nel Mediterraneo. Un approccio critico alla definizione di Geoportali come strumento di supporto alle decisioni

Il cambiamento di rotta nella direzione di uno sviluppo sostenibile del settore del trasporto marittimo rappresenta una delle più ardue sfide cui oggi l'UE si trova di fronte per garantire la salvaguardia della biodiversità e la sopravvivenza dell'ecosistema marino, sul quale il trasporto marittimo sembra esercitare impatti rilevanti. Partendo da una valutazione critica del concetto di biodiversità, alla luce degli studi geografici sulla geodiversità, la ricerca, attraverso l'analisi e l'elaborazione di dati forniti da geoportali e altri enti di ricerca, e dei dati sull'evoluzione del trasporto marittimo, mira a comprendere aspetti quantitativi e qualitativi dell'impatto di tale trasporto sulla biodiversità marina nel contesto mediterraneo, con l'obiettivo di elaborare specifici indicatori di impatto utili per la policy making.

Maritime Transport and Biodiversity in the Mediterranean. A Critical Approach to the Definition of Geoportals as a Decision Support Tool

Changing course in the direction of sustainable development of the maritime transport sector is one of the most difficult challenges facing the EU today to ensure the preservation of biodiversity and the survival of the marine ecosystem, on which maritime transport appears to exert significant impacts. Starting from a critical assessment of the concept of biodiversity, in the light of geographic studies on geodiversity, the research, through the analysis and processing of data provided by geoportals and other research bodies, and data on the evolution of maritime transport, aims to understand quantitative and qualitative aspects of the impact of such transport on marine biodiversity in the Mediterranean context, with the aim of developing specific impact indicators useful for policy making.

Parole chiave: biodiversità, geodiversità, trasporto marittimo, geoportale

Keywords: biodiversity, geodiversity, maritime transport, geoportal

Clara Di Fazio, Università degli Studi di Napoli Federico II e National Biodiversity Future Center (NFBC), Dipartimento di Studi Umanistici – clara.difazio@unina.it

Stefania Palmentieri, Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Studi Umanistici – palmenti@unina.it

Maria Paradiso, Università degli Studi di Napoli Federico II e National Biodiversity Future Center (NFBC), Dipartimento di Studi Umanistici – maria.paradiso@unina.it

Nota: i paragrafi 1 e 3 vanno attribuiti a Maria Paradiso; il paragrafo 2 a Stefania Palmentieri; i paragrafi 4 e 5 a Clara Di Fazio.

1. Introduzione. Bio-geo-diversità e trasporto marittimo nel Mediterraneo

La complessità della geodiversità, che include la diversità geologica, geomorfologica e idrologica e pedologica di un'area e ne influenza le caratteristiche ecologiche, la rende strettamente legata alla biodiversità e parte attiva dell'ecosistema. In tale ottica, il concetto di geodiversità non può non includere anche le attività umane, considerandone gli impatti sull'ambiente naturale (Di Minin, Correia,

Toivonen, 2022) evidenziando l'influenza positiva della geodiversità sulla biodiversità, come il motore universale della ricchezza delle specie (Stein, Gerstner, Kreft, 2014; Tukiainen, Toivanen, Maliniei, 2022).

Il Mar Mediterraneo, per la ricchezza della sua biodiversità, rappresenta uno dei più importanti ecosistemi al mondo, laboratorio ottimale di ricerca che, intercettando le direttrici lungo le quali si sviluppano le strategie di crescita delle principali economie europee, dei paesi medio-orientali e di quel-

li dell'Africa settentrionale, può fornire informazioni importanti per la comprensione delle complesse relazioni umanità-ambiente. In particolare, le attività legate alla marittimità, quali lo sfruttamento delle risorse del sottosuolo marino o la pesca, o attività per la realizzazione di infrastrutture costiere, rappresentano specifiche potenzialità di impatto sugli elementi biotici e abiotici, con rischio di perdita di habitat, di biomassa e alterazione dei cicli dei nutrienti (Danovaro, 2022).

Il trasporto marittimo, *driver* di crescita economica all'interno dei mercati internazionali, rappresenta un comparto in costante crescita rispetto al quale si sta ampiamente dibattendo in varie sedi per comprenderne l'effettivo ruolo di fattore di rischio ambientale (UNCTAD, 2021; Deandreis, Panaro, Ferrara, 2022). Ad esempio, l'emissione di gas a effetto serra causata dai carburanti che vengono utilizzati per alimentare i motori delle navi, possono generare eventi meteorologici estremi e danni agli ecosistemi costieri, influenzando le comunità che popolano questi ambienti in maniera anche molto sostanziale (Deja, Ulewicz, Kyrychenko, 2021). Le navi emettono anche ossido di azoto che, depositandosi in mare sotto forma di nitrati, può causare fenomeni di eutrofizzazione e generazione di *blooms* algali con formazione di zone anossiche (Prussi e altri, 2021) in cui gli organismi che utilizzano ossigeno per la respirazione non sono in grado di sopravvivere (Deja, Ulewicz, Kyrychenko, 2021; EEA, 2021). L'aumento di ossido di azoto e di zolfo in atmosfera produce acido solforico e acido nitrico che si depositano in mare attraverso le piogge, con conseguente diminuzione del pH delle acque marine e disturbo agli organismi che costruiscono gusci e scheletri in carbonato di calcio.

Le attività di navigazione implicano anche l'emissione diretta di inquinanti in mare con effetti letali per gli organismi marini e cambiamenti nella distribuzione degli individui, delle popolazioni, tassi di migrazione e di mutazioni genetiche (Prussi e altri, 2021; EEA, 2021).

L'immissione di rifiuti in mare, spesso legata alle attività marittime, può provocare l'interazione di specie marine con materiali pericolosi per la loro sopravvivenza: l'incaglio degli animali in materiali che non si degradano può impedirne il nuoto e modificarne il comportamento. Il rilascio di rifiuti sul fondale marino altera seriamente anche la composizione biologica del sistema, dunque la sua biodiversità. A causa di una gestione scorretta delle acque di zavorra, le imbarcazioni non di rado rilasciano nelle acque specie non indigene che dunque vengono a trovarsi in un ambiente in cui non hanno competitori e che consente loro di riprodursi molto ve-

locemente, alterando l'equilibrio ecosistemico locale. L'inquinamento sonoro è un altro fattore di *stress* che deriva dal traffico marittimo e può causare interferenza con le specie che utilizzano ecolocalizzazione e comunicazione sonora (Di Franco e altri, 2020; EEA, 2021). Anche la collisione diretta tra le imbarcazioni e i grandi vertebrati marini rappresenta un impatto rilevante, soprattutto in alcune zone popolate da cetacei e testuggini (Madon e altri, 2022).

Il dragaggio nei porti e nei canali di navigazione causa un aumento notevole del materiale sospeso e va a influenzare i popolamenti bentonici che si trovano in prossimità delle infrastrutture, con la conseguente diminuzione della varietà degli organismi e problemi comportamentali e fisiologici (Di Franco e altri, 2020; EEA, 2021). Le autrici hanno tuttavia rilevato la mancanza di dati georeferenziati nei geoportali nazionali e internazionali dai quali si possa comprendere la relazione tra trasporto marittimo e perdita di biodiversità. Per questo motivo, attraverso un approccio interdisciplinare, questa ricerca si pone come obiettivo il superamento di questo *gap* al fine di determinare quali impatti eserciti il traffico marittimo in particolare sulla biodiversità marina, sviluppando una lista di temi. In una fase successiva della ricerca, i temi saranno sviluppati in forma di indicatori. A fronte dell'importanza del settore dello *shipping* (trasporto marittimo) quale elemento cruciale di attività umane nello spazio marino, è necessario integrare le informazioni geografiche relative a questo settore in forma georeferenziata all'interno dei geoportali, a supporto di una migliore pianificazione dello spazio marino che punti alla sostenibilità e alla conservazione.

2. Biodiversità marina e geodiversità: un rapporto complesso e reciproco

Il concetto di biodiversità è al centro del dibattito scientifico internazionale, soprattutto per la sua correlazione con la geodiversità. Esse rappresentano i due elementi strutturali e dinamici della diversità naturale, con molteplici collegamenti e relazioni complesse reciproche, come nella visione ratzeliana di «relazione vivente» e «scienza della vita» (Ratzel, 1903, p. 260; Marconi, 2019).

Il termine «biodiversità», che può semplicemente significare ricchezza di specie, è stato spesso utilizzato per indicare una diversità funzionale o ecosistemica o, più in generale, per rappresentare l'intera varietà della vita sulla Terra, talvolta con connotazioni di naturalezza o integrità, dipendenti fortemente dalla diversità non-vivente definita come



«geodiversità» (Convention on Biological Diversity, 2010; DeLong, 1996; Fischer, Young, 2007; Alahuhta e altri, 2022).

In genere, la perdita di biodiversità è stata considerata come uno degli impatti ambientali più importanti al livello globale (Díaz, Cabido, 2001; Díaz e altri, 2006; Mace, 2005; Mace, Norris, Fitter, 2012; Cardinale e altri, 2012; Knudson, Kelly, Scott, 2018) lasciando spazio alle interazioni incrociate tra «spazi» e «trasporti» a diverse scale (Dobruszkes, 2006; Tadini, 2019). L'idea che esista un insieme identificabile di confini, oltre i quali il cambiamento antropogenico porrà il sistema terrestre al di fuori di uno spazio operativo sicuro per l'umanità, sta attirando l'interesse della comunità scientifica e ottenendo consensi nel mondo delle politiche ambientali (Mace e altri, 2014; Rockström e altri, 2009). In particolare, con il termine di biodiversità marina si comprendono tutte le diverse specie di piante, animali, funghi e microorganismi che popolano l'ambiente marino, così come la diversità genetica all'interno di ciascuna specie e la complessità delle relazioni ecologiche che intercorrono tra queste forme di vita e i loro ambienti.

La geodiversità, usualmente legata ai cambiamenti geologici, del suolo, topografici, geomorfologici e idrologici, è considerata il fondamento della biodiversità, scenario dove le condizioni abiotiche determinano il palcoscenico per la natura vivente, creando cambiamenti, per esempio, in specifiche condizioni topografiche e climatiche (Gray, Gordon, Brown, 2013; Beier, Hunter, Anderson, 2015; Tukiainen, Toivanen, Maliniemi, 2022; Kärnä e altri, 2019).

Associare le informazioni sulla geodiversità alle indagini sulla biodiversità rappresenta, dunque, il potenziale per fornire un nuovo approccio pratico e complementare ai legami biologici e alla protezione della natura, contribuendo anche al benessere umano (Antonelli e altri, 2018; Halvorsen e altri, 2020; Alahuhta e altri, 2018; Fox e altri, 2020; Gray, 2004). Alcuni studiosi (Beier, Hunter, Anderson, 2015) hanno affermato che le aree che hanno un'elevata geodiversità dovrebbero sostenere una maggiore biodiversità rispetto alle aree abioticamente monotone. Più recenti studi hanno contestato la geodiversità come analoga alla biodiversità (Brocx, Semeniuk, 2019), mentre altri hanno definito la geodiversità come «diversità geoscientifica» olistica e analoga alla «diversità biologica» (Boothroyd, McHenry, 2019; Gray, 2021) o anche «georicchezza» (Hjort, Heikkinen, Luoto, 2012; Bailey e altri, 2017; Antonelli e altri, 2018).

Il rapporto tra geodiversità e biodiversità marina è profondamente intrecciato e vitale per la com-

preensione della dinamica degli ecosistemi marini. La geodiversità non solo influisce sulla distribuzione e sulla varietà degli habitat disponibili per le diverse specie marine, ma determina anche le condizioni ambientali, come la composizione del substrato, la disponibilità di nutrienti e le correnti oceaniche, che a loro volta influenzano la composizione e la struttura della biodiversità marina.

Le caratteristiche geologiche come scogliere, grotte sottomarine, e formazioni rocciose creano habitat che ospitano specifiche comunità biologiche. Ad esempio, le barriere coralline sono costruite dai coralli, ma dipendono dalla presenza di strutture sottomarine adatte che le sostengono. I processi geologici possono influenzare inoltre la disponibilità di nutrienti essenziali per gli ecosistemi marini. *Lupwelling* (risalita di acque profonde verso la superficie) causato da particolari conformazioni del fondale marino, porta acque ricche di nutrienti verso la superficie, sostenendo la ricchezza della biodiversità. Formazioni geologiche particolari possono anche influenzare le condizioni climatiche locali e, di conseguenza, gli habitat marini. Ad esempio, le grandi formazioni insulari possono modificare i modelli delle correnti marine, influenzando il clima e la distribuzione delle specie marine nelle aree circostanti.

Nel concetto di geodiversità adottato in questo studio (quale parte vitale e determinante dell'ecosistema, plasmata dai fattori umani), gli elementi abiotici sono visti non solo come veicoli di supporto, ma come una vera e propria entità che porterebbe a una visione olistica della diversità marina. Questa definizione affianca alla diversità abiotica dell'ambiente naturale anche la diversità delle attività antropiche presenti in quell'ambiente, cercando di delineare un quadro che permetta di selezionare i principali attori di tali attività e includendo il contesto naturale all'interno delle caratteristiche territoriali che lo definiscono. Queste valutazioni portano inevitabilmente a ragionare sugli impatti che le attività marittime esercitano sulla biodiversità marina.

3. Metodologia

La ricerca mira in maniera originale a introdurre il tema del trasporto marittimo quale elemento anche critico alla biodiversità marina.

I percorsi di indagine possono essere identificati in quattro fasi.

- 1) La prima parte della ricerca si basa sull'analisi della letteratura scientifica nazionale e internazionale, focalizzando l'attenzione sul concetto di *mari-*

ne *biodiversity* e *geodiversity*, non solo da un punto di vista puramente geografico, ma anche biologico e geologico¹.

- 2) La seconda parte è incentrata sull'analisi dei geoportali, sedi preferenziali di esposizione dell'informazione geografica condivisa. La diffusione e l'uso dei dati georeferenziati di natura diversa, attraverso i diversi *layers* e lo sviluppo dei metadati in un unico catalogo condiviso, in teoria permette un approccio multidisciplinare a diverse scale. Tuttavia, si riscontrano in prevalenza dati di natura bio/geochimica e geologica. Le autrici hanno condotto una mappatura ragionata delle informazioni tratte dai geoportali italiani, dai ministeri, dalle agenzie, dagli istituti di ricerca, dalle reti dei sistemi informativi marini per poi focalizzare l'attenzione su quelli di valenza internazionale, come le organizzazioni intergovernative e gli osservatori marini².

L'analisi ha preso in esame l'area del Mediterraneo in quanto, nonostante rappresenti solo lo 0,7% degli oceani e dei mari navigabili, è un'area molto rilevante per il trasporto marittimo e ricchissimo in biodiversità.

- 3) La terza fase della ricerca si è incentrata sull'organizzazione, nei mesi di aprile e maggio 2023, di un ciclo di seminari presso l'Università di Napoli Federico II, seguito da circa duecento studenti dei corsi di Geografia tenuti dalle autrici, articolato in undici incontri con esperti di alto profilo del settore marittimo³. Questa esperienza ha permesso di inquadrare in modo molto più netto le criticità delle attività dello *shipping* rispetto alla biodiversità marina e ricostruirne in maniera puntuale le dimensioni di impatto sulla biodiversità.
- 4) L'ultima fase ha focalizzato l'attenzione sulla pianificazione di interviste semi-strutturate a tre esperti intervenuti al ciclo di seminari⁴, articolate in 23 domande uguali per tutti gli interlocutori, sulle tematiche più rilevanti in termini di impatto sulla biodiversità marina, come l'uso di carburanti alternativi (quali imbarcazioni li utilizzano e differenze nelle emissioni da parte delle diverse tipologie di navi), il gigantismo navale (quali sono i vantaggi, quali sono gli impatti con i cetacei, differenze negli impatti ambientali tra navi da crociera e navi cargo), le innovazioni tecnologiche (per limitare i danni legati all'ancoraggio e al *grounding*, per il controllo delle acque di zavorra e inquinamento acustico marino), l'elettrificazione di motori (quali imbarcazioni lo utilizzano, i pro e contro, criticità del Mar Mediterraneo) e il monitoraggio del traffico marittimo (rotte che provengono dai paesi tropicali, peculiarità negli stretti del Mediterraneo, le rotte maggiormente utilizzate). Le interviste sono

state tenute presso l'Università di Napoli Federico II nel mese di giugno 2023 e immediatamente trascritte per evitare rischi di errore.

L'approccio transdisciplinare adottato per queste interviste non solo arricchisce la letteratura esistente sull'impatto antropico nei mari, ma offre anche dati preziosi per i *policymaker*, gli ingegneri navali e le organizzazioni ambientali. I risultati possono influenzare future politiche, *design* delle navi e strategie di operazioni marittime, portando a un impatto significativo sia a livello locale sia globale dato l'approccio critico all'ascolto della conoscenza degli *stakeholders* e istituzioni (Kaiser e Gluckman, 2023).

4. Risultati

L'efficacia dei geoportali nel raccogliere, aggiornare e rendere accessibili i dati gioca un ruolo fondamentale nella protezione dell'ambiente marino e nella gestione delle sue risorse. Questi strumenti non solo facilitano un approccio scientifico alla conservazione marina e alla biodiversità, ma sono anche essenziali per conformarsi a leggi ambientali internazionali e per promuovere uno sviluppo sostenibile (Boland e altri, 2022; Douvere ed Ehler, 2009; St. Martin e Hall-Arber, 2008; Trouillet, 2019, 2020; Kloppenburg e altri, 2022).

Nella tab. 1 (appendice 1) sono riportati i geoportali italiani e internazionali consultati dalle autrici che forniscono dati e informazioni su vari aspetti dell'ambiente marino, concentrandosi in particolare sulle attività antropiche in mare. La mappatura delle aree tematiche varia da dati su ambiente e biodiversità marina, a dati su aree marine protette e impatti dell'attività umana come l'estrazione di risorse, la pesca e l'acquacoltura.

Si menzionano anche le collaborazioni tra diverse organizzazioni per la gestione di *database* specifici come quella tra l'Agenzia Nazionale per Nuove Tecnologie, Energia e Sviluppo sostenibile (ENEA), il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM). Quasi tutti i geoportali elencati nella tab. 1 forniscono dati legati alla batimetria, sedimenti, plancton o alle aree marine protette, erosione costiera e *blue market*, mentre il *focus* specifico su attività umane può variare.

L'utilizzo di questo tipo di dati si rivela particolarmente utile nella mappatura, analisi e gestione delle risorse marine e costiere, soprattutto quando si tratta di supportare le decisioni politiche e di conservazione che devono basarsi su informazio-



ni geospaziali dettagliate per monitorare e contrastare gli impatti delle attività antropiche sugli ecosistemi marini. Nel dettaglio, a livello internazionale, piattaforme come il Marine Data Store (COPERNICUS), l'Ocean Biodiversity Information System (OBIS), e lo European Marine Observation and Data Network (EMODNET) offrono una vasta gamma di dati georeferenziati, in contesti vari come la pianificazione marittima spaziale e la direttiva sulla strategia per l'ambiente marino, legati alla biologia, chimica, geologia, e attività umane come la navigazione marittima. Le tematiche trattate vanno dal monitoraggio dell'acidificazione degli oceani alla pesca sostenibile, dall'osservazione dei cambiamenti nei livelli di clorofilla ai detriti nelle zone costiere.

La pianificazione per la gestione integrata delle zone costiere e dello spazio marino è un altro aspetto critico gestito tramite portali come EMODNET che fornisce mappe con dati georeferenziati (nascosti) utili a guidare le decisioni su dove localizzare nuove infrastrutture come impianti di energia rinnovabile *offshore* o aree di acquacoltura. Questo è fondamentale non solo per la gestione sostenibile delle risorse marine, ma anche per valutare l'efficacia delle misure di mitigazione attuate e per pianificare interventi futuri. Strumenti come il Marine Strategy Framework Directive (MSFD), nell'ambito di EMODNET, sono esempi di come i dati vengano utilizzati per conformarsi a normative ambientali rigorose.

I dati georeferenziati sull'uso di acque costiere e zone economiche esclusive (EEZ) per la pesca e l'acquacoltura, come quelli forniti da FAOSTAT, sono utili per il monitoraggio delle pratiche di pesca sostenibile e per garantire che le attività non superino la capacità di rigenerazione delle specie ittiche. Si tratta di uno strumento essenziale non solo per preservare la biodiversità, ma anche per assicurare la sostenibilità economica delle comunità che dipendono da queste. L'Ocean Biodiversity Information System (OBIS) offre dati georeferenziati su distribuzione di varie specie marine.

Al livello nazionale, il Ministero dell'Ambiente – Geoportale Nazionale – include dati georeferenziati su diverse tematiche ambientali, come le zone a rischio di alluvione, l'uso del suolo, e la batimetria dei mari. Il Sistema di Difesa del Mare (Si.Di.Mar) propone dati georeferenziati su qualità dell'acqua marina, sedimento e comunità bentoniche. I geoportali come ISPRA e Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) aggregano dati georeferenziati sulla biodiversità, sulle specie protette e sulle aree marine protette. Queste informazioni sono essenziali per la creazione di piani di conservazione e per monitorare le specie a rischio, le invasioni biologiche o i cambiamenti nelle comunità marine dovuti a fattori esterni.

Dalla mappatura effettuata dei geoportali analizzati emerge una generale mancanza della considerazione del traffico marittimo, nonostante il suo non



Fig. 1. Tematiche proposte per la costruzione di indicatori relativi a usi e impatti del traffico marittimo sulla biodiversità. Fonte. Elaborazione delle autrici.

trascurabile impatto sulla biodiversità marina (EEA, 2021). Le informazioni sul traffico navale sono fondamentali, come vedremo, per sviluppare una pianificazione sostenibile che tenga in considerazione la relazione delle attività antropiche con la biodiversità marina. Ne deriva la necessità di incrementare i dati disponibili rispetto a questo settore per portare indicazioni scientificamente rilevanti all'interno dei contesti di *policy making* e iniziare a ovviare al *gap* di conoscenza dei geoportali riguardanti le attività antropiche in ambito marino. Tutte le pressioni legate al *driver* del trasporto marittimo possono avere un'influenza sulla biodiversità marina, in maniera sia diretta sia indiretta. Per poter definire gli impatti del traffico marittimo sulla biodiversità le autrici si sono avvalse delle informazioni emerse dal ciclo di seminari evidenziando tutte le criticità del settore. Ai seminari sono seguite le interviste che hanno approfondito alcune tematiche.

Nell'analisi dei risultati si citano gli intervistati con i quali le autrici hanno approfondito alcune criticità emerse. L'approccio multidisciplinare e transdisciplinare è stato la chiave per una corretta analisi della relazione umanità/mare.

Nella fig. 1 sono rappresentate le principali aree tematiche proposte dal gruppo di ricerca per la costruzione di indicatori relativi a usi e impatti del traffico marittimo sulla biodiversità che identificano i temi di impatto dello *shipping* sulla biodiversità marina. Esse riguardano gli usi e impatti in termini di: rotte dello *shipping*, tipologie di imbarcazione, carburanti utilizzati, attività portuale, zone di ancoraggio, tipologie e punti di scarico, collisione delle imbarcazioni con cetacei, analisi dell'inquinamento sonoro e diffusione di specie aliene.

Le rotte dello *shipping* sono state selezionate perché si ritiene che la loro mappatura permetta di identificare aree di intenso traffico marittimo e dunque valutare rischi come collisioni, inquinamento e disturbi agli habitat marini (intervistati 2, 3). Le diverse tipologie di imbarcazione (cargo, crociere, pescherecci, ecc.) hanno impatti diversi sull'ambiente marino. Studiarne le caratteristiche e le operazioni specifiche può aiutare a creare strategie di mitigazione più mirate (intervistato 1, 2, 3). Il tipo di carburante usato nelle navi influisce significativamente sull'inquinamento atmosferico e marino. Il passaggio a carburanti più puliti o alternativi sostenibili come l'energia elettrica o l'idrogeno può ridurre notevolmente questo impatto (intervistato 2). Sarà dunque necessario valutare i punti di forza e di debolezza di ciascuna tipologia di carburante e dunque l'effettiva utilizzabilità a seconda della tipologia delle navi, del carico trasportato e altre variabili.

Anche il tema delle attività portuali è essenziale per la definizione di indicatori di sostenibilità dello *shipping*: i porti sono nodi cruciali per le attività marittime e provocano impatti ambientali specifici, come l'inquinamento da operazioni di carico e scarico, la produzione dei rifiuti e di rumore (intervistato 1, 3).

Ottimizzare queste operazioni può limitare gli effetti negativi sui sistemi marini locali. Studiare le aree di ancoraggio che possono essere sottoposte a *stress* ecologico a causa dell'erosione del fondale e della distruzione degli habitat (intervistato 1), è utile per individuare gli ecosistemi più esposti che dovranno dunque essere gestiti in modo sostenibile. Un discorso analogo può essere fatto per le acque di scarico, sia grigie sia nere, che possono avere effetti devastanti sui corpi idrici in cui vengono rilasciati (intervistato 2). L'analisi della frequenza delle collisioni tra navi e cetacei è essenziale per sviluppare strategie di prevenzione e protezione di queste specie a rischio di estinzione la cui sopravvivenza è messa in pericolo anche dall'inquinamento acustico prodotto dalle grandi imbarcazioni (intervistato 2, 3).

Infine, la diffusione di specie aliene: le navi possono trasportare involontariamente specie non native attraverso le acque di zavorra o gli organismi incrociati sulle carene (intervistato 1, 2). Identificare e gestire questi vettori è essenziale per prevenirne l'invasione che altererebbe in modo irreversibile gli ecosistemi locali.

La definizione di queste aree tematiche è stata supportata dal metodo delle interviste agli operatori del settore marittimo di cui si è parlato nel paragrafo della metodologia. In particolare, riguardo all'uso di carburanti alternativi, l'analisi delle risposte ha fatto emergere tendenze, barriere e le prospettive di accettazione di tali innovazioni nel settore marittimo. Gli esperti hanno infatti fornito *insights* sui progressi attuali e gli ostacoli alla diffusione della propulsione elettrica nei mezzi navali.

Anche le risposte sulle diverse tipologie di nave, con riferimento al gigantismo, ha sottolineato l'importanza dell'analisi delle rotte, delle problematiche ambientali legate alle emissioni e della necessità di incrementare l'uso di nuove tecnologie per l'attuazione di pratiche di navigazione più sostenibili e meno invasive per gli habitat marini, come l'uso di materiali eco-compatibili o tecnologie per il trattamento delle acque di zavorra. In questo modo, la ricerca contribuisce a una comprensione più chiara dei complessi rapporti tra le attività umane e la conservazione marina, puntando a soluzioni che bilancino le esigenze economiche e ambientali nella gestione degli spazi marini.



5. Conclusioni

Il lavoro di ricerca ha esaminato in chiave critica e geografica umana i concetti di biodiversità e geodiversità. Ha evidenziato gravi lacune nella rappresentazione delle attività umane nello spazio marino evidenziando, in particolare, le lacune della rappresentazione dello *shipping* nei geoportali.

Estendendo il concetto di geodiversità e includendo nella definizione i fattori antropici, emerge la possibilità di avere una maggiore comprensione dei *drivers* che impattano sull'ecosistema e di approfondire la forte relazione che esiste tra biodiversità/geodiversità e attività umane. Analizzando le caratteristiche del traffico marittimo all'interno del Mar Mediterraneo, si evidenziano le forti interazioni che esso ha con la biodiversità marina, stimolando l'interesse ad approfondire la tematica che, come già sottolineato in precedenza, è scarsamente esaminata. L'indagine svolta porta ad apprezzare l'utilità di un adeguato approccio interdisciplinare, al fine di conservare e valorizzare l'ambiente marino, senza trascurare le esigenze di sostenibilità economica e sociale. Pertanto, è necessario approfondire il tema in esame, includendo nella ricerca informazioni raccolte da esperti e *stakeholders* che rappresentino le reali esigenze del mondo della navigazio-

ne mediterranea. La valutazione delle fonti scientifiche e l'analisi delle conoscenze degli *stakeholders* hanno portato alla proposta di temi che andrebbero inseriti nei geoportali. Con l'integrazione degli aspetti dello *shipping* nei geoportali, si possono porre le basi per uno studio approfondito che tracci le linee di *policy making* a supporto dello sviluppo sostenibile dei settori che operano intorno al mare, superando la visione limitata della sostenibilità legata esclusivamente alla transizione energetica o agli aspetti ambientali fisici.

Una volta definiti le dinamiche e i temi di impatto del traffico marittimo sulla biodiversità, sarà possibile individuare degli indicatori, sui quali il gruppo di ricerca sta lavorando, rappresentativi della forte interazione tra la biodiversità e il settore della navigazione.

Questa operazione, a sua volta, di sviluppo e inserimento georeferenziato di indicatori e metadati, consentirà finalmente di integrare la tematica dello *shipping* nella valutazione della biodiversità all'interno dei geoportali di cui si è parlato; essa fornirebbe, infatti, informazioni, debitamente georeferenziate, estremamente utili per supportare una pianificazione dello spazio marino che punti alla sostenibilità e a far evolvere il geoportale come strumento di supporto alle decisioni.

Tab. 1. Mappatura dei principali geoportali nazionali e internazionali analizzati, con le relative aree tematiche affrontate e nello specifico i dati presenti relativi alle attività antropiche in mare.

Geoportali nazionali	Aree tematiche	Attività antropiche in ambiente marino
<p>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ecoatlante - Intertematici - Acque interne - Agenti fisici - Biodiversità - Bonifiche di siti contaminati - Clima e meteo - Emissioni e qualità aria - Mare e balneazione - Pollini e spore fungine - Radioattività - Rifiuti - Stabilimenti a rischio di incidente rilevante - Suolo e geologia 	<p>Banca dati in collaborazione SNPA e ISPRA</p> <p>Geosfera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siti di estrazione di risorse energetiche: oli e gas <p>Idrosfera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sabbie relitte dragate ai fini del ripascimento <p>Pesca e acquacultura</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zone e siti marini per acquacultura
<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - NNB - Network Nazionale della Biodiversità - Atlante delle specie marine protette nelle AMP e nei siti Natura 2000 - Carta della Natura - Specie Marine Aliene - Componenti fisiche degli ecosistemi e la biodiversità <p>Indicatori ambientali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinanti e settori produttivi - Condizioni ambientali - Tutela e prevenzione 	<p>Banca dati in collaborazione SNPA e ISPRA</p> <p>Geosfera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siti di estrazione di risorse energetiche: oli e gas <p>Idrosfera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sabbie relitte dragate ai fini del ripascimento <p>Pesca e acquacultura</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zone e siti marini per acquacultura
<p>Ministero dell'Ambiente - Geoportale Nazionale</p>	<p>Dati e progetti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zone a rischio significativo di alluvione - Uso del suolo - Corine Land Cover - Aree importanti per l'avifauna (IBA - Important Birds Areas) - Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione - Regioni pedologiche - Bacini idrografici principali e secondari - Batimetria dei mari - Limiti Amministrativi delle Autorità di Bacino Distrettuali - Linea di costa (2009) - PAI - Pericolosità idrogeologica - PAI - Rischio idrogeologico - Pericolosità sismica di riferimento a passo 0,02 gradi e 0,05 gradi - Rete Natura 2000 (SIC/ZSC e ZPS) - Reticolo idrografico - Santuario per i mammiferi marini (Pelagos) - Siti protetti - VI Elenco ufficiale aree protette - EUAP - Siti protetti - Zone umide di importanza internazionale (Ramsar) - Specchi d'acqua interni - Toponimi d'Italia IGM - Zone di Protezione Ecologica (ZPE) - Zone sismogenetiche ZS9 <p>Cartografia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carta ecopedologica d'Italia - Carta fitoclimatica d'Italia - Carta geolitologica d'Italia - Carta geologica d'Italia - Cartografia antincendi boschivi (AIB) <p>Cataloghi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Catalogo frane - Classificazione sismica dei comuni italiani al 2010 e 2012 - Edificato dei capoluoghi di provincia - Infrastrutture ferroviarie - Inventario dell'uso delle terre d'Italia (IUTI) 	<p>All'interno del progetto costa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Porti

(segue)



Geoportali nazionali	Aree tematiche	Attività antropiche in ambiente marino
Sistema di Difesa del Mare (Si.Di.Mar)	Dati Ambientali Marini - Acqua - Sedimenti - Mitili - Plancton - Comunità bentoniche	
Network Nazionale per la Biodiversità (NNB)	Osservazioni - Osservazioni Puntuali - Osservazioni_Regione_Provincia_Comune - Distribuzioni - Citizen Science Mare - Biocenosi bentoniche - Sedimento marino costieri - Naturalità marino costiere - Prateria Posidonia Oceanica - Batimetria Specie e Habitat - Habitat - SIC-ZPS-ZSC - Foreste vetuste - IPA-Important Plant Area - Ecosistemi-Status - Lista rossa ecosistemi - Ecoregioni - VNP-Vegetazione naturale potenziale - Serie vegetazione Italia - Siti protetti aree importanti avifauna Siti protetti - Aree Ramsar - Aree protette EUAP - Rete Natura 2000	
Agenzia Nazionale per Nuove Tecnologie, Energia e Sviluppo sostenibile (ENEA) Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM)	- Aree marine protette - ZPS e SIC, ZSC (Rete Natura 2000) - Erosione costiera - SIN - Discariche abusive	
Stazione Zoologica Anton Dohrn (MArine Coastal Information SysTEM)	Cartografia di base - Batimetria Italia (Ministero dell'Ambiente) - Comuni - Linee batimetriche - Reticolato UTM 32/WGS84 - Regione Campania - Reticolo idrografico Carte tematiche - Uso del suolo al primo livello CORINE - Uso del suolo al secondo livello CORINE Ricerca scientifica - Siti di campionamento	
Assoporti	- Movimenti portuali - Movimento contenitori in principali porti del Mediterraneo e del Mar Nero - Statistiche Eurostat - Dati annuali del commercio estero via mare	Attività portuali

(segue)

Geoportali nazionali	Aree tematiche	Attività antropiche in ambiente marino
Marine Data Store (COPERNICUS)	EU DIRECTIVE - ARCTIC policy - Bathing Water Directive (BWD) - Marine Strategy Framework Directive (MSFD) - Maritime Spatial Planning (MSP) - Water Framework Directive (WFD) BLUE MARKETS - Climate & adaptation - Coastal services - Conservation & biodiversity - Education - Extremes, hazards & safety - Marine food - Natural resources & energy - Polar environment monitoring - Policy & governance - Public health & recreation - Science & innovation - Trade & marine navigation	
Ocean Biodiversity Information System (OBIS)	- eDNA & DNA derived data - eDNA data from Monterey Bay, California - 16S rRNA gene metabarcoding data of Pico- to Mesoplankton - Fish abundance & distribution - Hard coral cover & composition - Invertebrates abundance & distribution - Macroalgae canopy cover & composition - Mangroves cover & composition - Marine birds abundance & distribution - Marine mammals abundance & distribution - Marine turtles abundance & distribution - Survey & sighting data - Tracking data - Microbes biomass & diversity - Phytoplankton biomass & diversity - Seagrass cover & composition - Zooplankton biomass & diversity	
Food and Agriculture Organization (FAOSTAT)	- Agriculture - Forestry - Fishery and Aquaculture - Natural Resources	Fishery - Coastal waters used for capture fisheries - EEZ used for capture fisheries - Inland waters used for capture fisheries - Gas-diesel oils used in fisheries - Fuel oil used in fisheries - Sustainable fisheries as a proportion of GDP - Protection of access rights for small-scale fisheries Acquaculture - Land used for aquaculture
Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC-UNESCO)	Portali presenti - Ocean Biodiversity Information System - GOOS Biology and Ecosystems Panel - Pacific islands Marine bioinvasions Alert Network - IOC Intergovernmental Panel on Harmful Algal Blooms	
International CO ₂ Natural Analogues Network (ICONA)	Ocean acidification Marine Biodiversity	

(segue)



Geoportali nazionali	Aree tematiche	Attività antropiche in ambiente marino
United Nation (UN)	SDG – Life below water - Chlorophyll-a deviations remote sensing - Proportion of fish stocks within biologically sustainable levels (not overexploited) - Protected marine area (Exclusive Economic Zones) - Chlorophyll-a anomaly remote sensing - Beach litter per square kilometer - Coverage of protected areas in relation to marine areas (Exclusive Economic Zones) - Average proportion of Marine Key Biodiversity Areas (KBAs) covered by protected areas - Average marine acidity (pH) measured at agreed suite of representative sampling stations - Progress by countries in the degree of implementation of international instruments aiming to combat illegal unreported and unregulated fishing - Sustainable fisheries as a proportion of GDP - National ocean science expenditure as a share of total research and development funding - Degree of application of a legal regulatory policy institutional framework which recognizes and protects access rights for small-scale fisheries - Score for the ratification of and accession to UNCLOS and its two implementing agreements - Score for the implementation of UNCLOS and its two implementing agreements	
Global Fishing Watch	- Commercial fishing - Marine protected areas - Transshipment	- Global fishing activity - Carrier vessel portal (restricted access)
European Marine Observation and Data Network (EMODNET)	- Bathymetry - Biology - Chemistry - Geology - Human activities - Physics - Seabed Habitats	Human activities - Aggregate extraction - Algae Production - Aquaculture - Cables - Cultural Heritage - Desalination - Dredging - Energy - Environment - Fisheries - Main Ports - Maritime Spatial Planning - Military Areas - Oil and Gas - Other Forms of Area Management - Pipelines - Route Density - Vessel Density - Waste Disposal
Mediterranean Recovery Action (MedReAct)	- Fisheries restricted areas- supporting the recovery of fish stocks and marine habitat - The hidden costs of trawling - Enhancing the conservation of endangered sharks and rays in the Mediterranean - Italy's marine paper park - Restricted fishing areas: a necessary measure for the recovery of fish stocks and marine habitats recovery of fisheries resources and marine habitats	

Riferimenti bibliografici

- Alahuhta Janne, Helena Tukiainen, Majja Toivanen, Terhi Ala-Hulkko, Vahid Farrahi, Jan Hjort, Tiina Maliniemi Ikäheimo, Tiina Lankila, Tuija Maliniemi, Soile Puhakka, Henriikka Salminen, Marjo Seppänen, Raija Korpelainen e Ding Ding (2022), *Acknowledging Geodiversity in Safeguarding Biodiversity and Human Health*, in «The Lancet Planetary Health», 6, 12, pp. 987-92.
- Alahuhta Janne, Terhi Ala-Hulkko, Helena Tukiainen, Laura Puroola, Anu Akujärvi, Raino Lampinen e Jan Hjort (2018), *The Role of Geodiversity in Providing Ecosystem Services at Broad Scales*, in «Ecological Indicators», 91, pp. 47-56.
- Antonelli Alexandre, W. Daniel Kissling, Suzette G. A. Flantua, Mauricio A. Bermúdez, Andreas Mulch, Alexandra N. Mueller-Riehl, Holger Kreft, H. Peter Linder, Catherine Badgley, Jon Fjeldså, Susanne A. Fritz, Carsten Rahbek, Frédéric Herman, Henry Hooghiemstra e Carina Hoorn (2018), *Geological and Climatic Influences on Mountain Biodiversity*, in «Nature Geoscience», 11, 10, pp. 718-25.
- Bailey Joseph J., Doreen S. Boyd, Jan Hjort, Chris P. Lavers e Richard Field (2017), *Modelling Native and Alien Vascular Plant Species Richness: At Which Scales Is Geodiversity Most Relevant?*, in «Global Ecology and Biogeography», 26, 7, pp. 763-76.
- Beier Paul, Malcolm L. Hunter e Mark Anderson (2015), *Special Section: Conserving Nature's Stage*, in «Conservation Biology», 29, 3, pp. 613-17.
- Boland Philip, Abigail Durrant, Justin Mchenry, Stephen Mckay e Alexander Wilson (2022), *A «planning revolution» or an «attack on planning» in England: Digitization, Digitalization, and Democratization*, in «International Planning Studies», 27, 2, pp. 155-172.
- Boothroyd Anne e Melinda McHenry (2019), *Old Processes, New Movements: The Inclusion of Geodiversity in Biological and Ecological Discourse*, in «Diversity», 11, 11, pp. 1-17.
- Brocx Margaret e Vic Semeniuk (2019), *The «8Gs» - a Blueprint for Geoheritage, Geoconservation, Geo-Education and Geotourism*, in «Australian Journal of Earth Sciences», 66, 6, pp. 803-821.
- Cardinale Bradley J., J. Emmett Duffy, Andrew Gonzalez, David U. Hooper, Charles Perrings, Patrick Venail, Anita Narwani, Georgina M. Mace, David Tilman, David A. Wardle, Ann P. Kinzig, Gretchen C. Daily, Michel Loreau, James B. Grace, Anne Laringauderie, Diane S. Srivastava e Shahid Naeem (2012), *Biodiversity Loss and Its Impact on Humanity*, in «Nature», 486, 7401, pp. 59-67.
- Convention on Biological Diversity (2010), *Global Biodiversity Outlook 3*, Montreal, Canada, Convention on Biological Diversity.
- Danovaro Roberto (2022), *Biologia marina. Biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini*, Milano, UTET, (terza edizione).
- Deandreis Massimo, Alessandro Panaro e Olimpia Ferrara (a cura di) (2022), *Italian Maritime Economy. Porti, shipping e logistica negli scenari marittimo globali*, 9° Rapporto annuale SRM, Napoli, Giannini Editore.
- Deja Agnieszka, Robert Ulewicz e Yaroslav Kyrychenko (2021), *Analysis and Assessment of Environmental Threats in Maritime Transport*, in «Transportation Research Procedia», 55, pp. 1073-1080.
- DeLong Don C. (1996), *Defining Biodiversity*, in «Wildlife Society Bulletin», 24, 4, pp. 738-749.
- Di Franco Eugenio, Patricia Pierson, Lucia Di Iorio, Antonio Calò, Jean Michel Cottalorda, Benoît Derijard, Antonio Di Franco, Audrey Galvé, Marielle E. Guibbolini, Jérôme Lebrun, Fiorenza Micheli, Fabrice Priouzeau, Christine Risso-De-Faverney, Francesca Rossi, Cécile Sabourault, Guillaume Spennato, Patrick Verrando e Paolo Guidetti (2020), *Effects of Marine Noise Pollution on Mediterranean Fishes and Invertebrates: A Review*, in «Marine Pollution Bulletin», 159, 111450, pp. 1-13.
- Di Minin Enrico, Ricardo A. Correia e Tuuli Toivonen (2022), *Quantitative Conservation Geography*, in «Trends in Ecology & Evolution», 37, 1, pp. 42-52.
- Díaz Sandra e Marcelo Cabido (2001), *Vive La Différence: Plant Functional Diversity Matters to Ecosystem Processes*, in «Trends in Ecology & Evolution», 16, 11, pp. 646-655.
- Díaz Sandra, Joseph Fargione, F. Stuart Chapin e David Tilman (2006), *Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being*, in «PLoS Biology», 4, 8, pp. 1300-1305.
- Dobruszkes Frédéric (2006), *An Analysis of European Low-Cost Airlines and Their Networks*, in «Journal of Transport Geography», 14, 4, pp. 249-264.
- Douvere Fanny e Charles N. Ehler (2009), *New Perspectives on Sea Use Management: Initial Findings From European Experience With Marine Spatial Planning*, in «Journal of Environmental Management», 90, 1, pp. 77-88.
- EEA - European Environment Agency and European Maritime Safety Agency (2021), *European Maritime Transport Environmental Report 2021*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.
- Fischer Anke e Juliette C. Young (2007), *Understanding Mental Constructs of Biodiversity: Implications for Biodiversity Management and Conservation*, in «Biological Conservation», 136, 2, pp. 271-82.
- Fox Nathan, Laura J. Graham, Felix Eigenbrod, James M Bullock e Katherine E. Parks (2020), *Incorporating Geodiversity in Ecosystem Service Decisions*, in «Ecosystems and People», 16, 1, pp. 151-159.
- Gray Murray (2004), *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, Chichester, Wiley-Blackwell.
- Gray Murray (2021), *Geodiversity: A Significant, Multi-Faceted and Evolving, Geoscientific Paradigm Rather than a Redundant Term*, in «Proceedings of the Geologists' Association», 132, 5, pp. 605-619.
- Gray Murray, John E. Gordon e Eleanor J. Brown (2013), *Geodiversity and the Ecosystem Approach: The Contribution of Geoscience in Delivering Integrated Environmental Management*, in «Proceedings of the Geologists' Association», 124, 4, pp. 659-673.
- Halvorsen Rune, Olav Skarpaas, Anders Bryn, Harald Bratli, Lars Erikstad, Trond Simensen e Eva Lieungh (2020), *Towards a Systematics of Ecodiversity: The EcoSyst Framework*, in «Global Ecology and Biogeography», 29 (11), pp. 1887-1906.
- Hjort Jan, Risto K. Heikkinen e Miska Luoto (2012), *Inclusion of Explicit Measures of Geodiversity Improve Biodiversity Models in a Boreal Landscape*, in «Biodiversity and Conservation», 21, 13, pp. 3487-3506.
- Kaiser Matthias e Peter Gluckman (2023), *Looking at the Future of Transdisciplinary Research*, Paris, International Science Council (ISC) and Centre for Science Futures.
- Kärnä Olli-Matti, Jani Heino, Tiina Laamanen, Jenny Jyrkänkallio-Mikkola, Virpi Pajunen, Janne Soininen, Kimmo T. Tolonen, Helena Tukiainen e Jan Hjort (2019), *Does Catchment Geodiversity Foster Stream Biodiversity*, in «Landscape Ecology», 34, 10, pp. 2469-2485.
- Kloppenborg Sanneke, Aarti Gupta, Sake R.L. Kruk, Stavros Makris, Robert Bergsvik, Paulan Korenhof, Helena Solman e Hilde M. Toonen (2022), *Scrutinizing Environmental Governance in a Digital Age: New Ways of Seeing, Participating, and Intervening*, in «One Earth», 5, 3, pp. 232-241.
- Knudson Chris, Kay Kelly e Fisher Scott (2018), *Appraising Ge-*



- diversity and Cultural Diversity Approaches to Building Resilience Through Conservation, in «Nature Climate Change», 8, pp. 678-685.
- Mace Georgina M. (2005), *Biodiversity – an Index of Intactness*, in «Nature», 434, pp. 32-33.
- Mace Georgina M., Belinda Reyers, Rob Alkemade, Reimund Biggs, F. Stuart III Chapin, Sarah E. Cornell, Sandra Díaz, Simon Jennings, Paul W. Leadley, Peter J. Mumby, Andy Purvis, Robert J. Scholes, Alistair W.R. Seddon, Martin Solan, Will L. Steffen e Guy Woodward (2014), *Approaches to Defining a Planetary Boundary for Biodiversity*, in «Global Environmental Change», 28, pp. 289-297.
- Mace Georgina M., Ken Norris e Alastair H. Fitter (2012), *Biodiversity and Ecosystem Services: A Multilayered Relationship*, in «Trends in Ecology & Evolution», 27, 1, pp. 19-26.
- Madon Bénédicte, Damien Le Guyader, Jean-Luc Jung, Benjamin De Montgolfier, Pascal Jean Lopez, Eric Foulquier, Laurent Bouveret e Iwan Le Berre (2022), *Pairing AIS Data and Underwater Topography to Assess Maritime Traffic Pressures on Cetaceans: Case Study in the Guadeloupean Waters of the Agoa Sanctuary*, in «Marine Policy», 143, 105160, pp. 1-12.
- Marconi Matteo (2019), *Totalità, parte e organizzazione: l'autonomia della vita nel naturalismo finalistico di Friedrich Ratzel*, in «Rivista Geografica Italiana», CXXVI, 4, pp. 139-161.
- Prussi Matteo, Nicolae Scarlat, Michele Acciaro e Vasileios Kosmas (2021), *Potential and Limiting Factors in the Use of Alternative Fuels in the European Maritime Sector*, in «Journal of Cleaner Production», 291, 125849, pp. 1-8.
- Ratzel Friedrich (1903), *Politische Geographie*, Monaco e Berlino, Oldenbourg.
- Rockström Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart III Chapin, Eric Lambin, Timothy M. Lenton, Marten Scheffer, Carl Folke, Hans Joachim Schellnhuber, Björn Nykvist, Cynthia A. de Wit, Terry Hughes, Sander van der Leeuw, Henning Rodhe, Sverker Sörlin, Peter K. Snyder, Robert Costanza, Uno Svedin, Malin Falkenmark, Louise Karlberg, Robert W. Corell, Victoria J. Fabry, James Hansen, Brian Walker, Diana Liverman, Katherine Richardson, Paul Crutzen e Jonathan Foley (2009), *Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity*, in «Ecology and Society», 14, 2, 32, pp. 1-33.
- St. Martin Kevin e Madeleine Hall-Arber (2008), *The Missing Layer: Geo-technologies, Communities, and Implications for Marine Spatial Planning*, in «Marine Policy», 32, 5, pp. 779-786.
- Stein Anke, Katharina Gerstner e Holger Kreft (2014), *Environmental Heterogeneity as a Universal Driver of Species Richness Across Taxa, Biomes and Spatial Scales*, in «Ecology Letters», 17, 7, pp. 1-15.
- Tadini Marcello (2019), *A Geographical Overview of the Suez Canal Freight Flows: An Impact on the Mediterranean Sea and the Genoa Port*, in «Bollettino Della Società Geografica Italiana», 2, 1, pp. 15-30.
- Trouillet Brice (2019), *Aligning with Dominant Interests: The Role Played by Geo-technologies in the Place Given to Fisheries in Marine Spatial Planning*, in «Geoforum», 107, pp. 54-65.
- Trouillet Brice (2020), *Reinventing Marine Spatial Planning: A Critical Review of Initiatives Worldwide*, in «Journal of Environmental Policy & Planning», 22, 4, pp. 441-459.
- Tukiainen Helena, Maija Toivanen e Tuija Maliniemi (2022), *Geodiversity and Biodiversity*, in «Geological Society, London, Special Publications», 530, 1, pp. 1-18.
- UNCTAD (2021 ottobre), *Trade Agreements and Trade Resilience During Covid-19 Pandemic*, Research Paper 70.

Note

¹ Esempi di riviste scientifiche consultate per la ricerca: *The Lancet Planetary Health*, *Nature Geoscience*, *Global Ecology and Biogeography*, *Conservation Biology*, *Diversity*, *Wildlife Society Bulletin*, *Trends in Ecology & Evolution*, *Journal of Transport Geography*, *Biological Conservation*, *Ecosystems and People*, *Proceedings of the Geologists' Association*, *Parks Stewardship Forum*, *Biodiversity and Conservation*, *Landscape Ecology*, *Nature*, *Global Environmental Change*, *Ecology & Society*.

² Geoportali analizzati per la ricerca: Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Ministero dell'Ambiente (Geoportale Nazionale), Sistema di Difesa del Mare (Si. Di.Mar), Network Nazionale per la Biodiversità (NNB), Agenzia Nazionale per Nuove Tecnologie, Energia e Sviluppo sostenibile (ENEA), Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA), Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINANET), Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Stazione Zoologica Anton Dohrn (MARINE Coastal Information SysTEM), Assoporti, e di quelli internazionali quali Marine Data Store (COPERNICUS), Ocean Biodiversity Information System (OBIS), Food and Agriculture Organization (FAOSTAT), Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC-UNESCO), International CO₂ Natural Analogues Network (ICONA), International Science Council (ISC), United Nation (UN), Global Fishing Watch, European Marine Observation and Data Network (EMODNET), Mediterranean Recovery Action (MedReAct). Di ogni geoportale sono stati analizzati i dati, i metadati e gli indicatori legati alla biodiversità marina.

³ SRM, CNR, Ships Surveys and Service, Marina Militare Italiana, Rimorchiatori Napoletani, Confitarma.

⁴ SRM (Capo Servizio Area Ricerca), Propeller Club (Presidente) e Rimorchiatori Napoletani (Presidente).

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato sostenuto dal National Biodiversity Future Center. Ente finanziatore: Progetto finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU - Piano Nazionale Resilienza e Resilienza (PNRR) - Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 - Avviso N. 3138 del 16 dicembre 2021 rettificato con D.D. n.3175 del 18 dicembre 2021 del Ministero dell'Università e della Ricerca; Award Number: Codice progetto CN_00000033, Decreto Direttoriale MUR n.1034 del 17 giugno 2022 di concessione del finanziamento, CUP Unina: E63C22000990007, titolo progetto *National Biodiversity Future Center - NBFC*.

Si ringraziano gli intervistati per la loro assistenza nella raccolta dei dati: SRM (Capo Servizio Area Ricerca), Propeller Club (Presidente) e Rimorchiatori Napoletani (Presidente). Tutti gli intervistati hanno fornito un consenso esplicito per la raccolta, l'elaborazione e l'utilizzo dei loro dati personali ai fini della ricerca, in conformità con le leggi e i regolamenti in materia di protezione dei dati.