



VALUTAZIONE AMBIENTALE

Art. 8 del D.lgs. 190/2010



MSFD

MARINE STRATEGY
FRAMEWORK DIRECTIVE

SUMMARY REPORT

D6 – Integrità del fondale marino

Inviato alla Commissione Europea il 10 ottobre 2024

Autori

Marina Pulcini (ISPRA)

Marina Penna (ISPRA)

Sasa Raicevich (ISPRA)

Bianca di Lorenzo (ISPRA)

Alessandra Nguyen Xuan (ISPRA)

Andrea Strollo (ISPRA)

Gianluca Franceschini (ISPRA)

Silvia Maltese (ISPRA)

Rossella Di Mento (ISPRA)

Raffaele Proietti (ISPRA)

Daniela Paganelli (ISPRA)

Luisa Nicoletti (ISPRA)

Indice

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUZIONE..... | 4 |
| 1.1 Approccio alla valutazione..... | 6 |
| 1.2 Coordinamento regionale o subregionale rispetto all’approccio alla valutazione | 6 |
| 1.3 Dataset utilizzati (2016-2021) | 7 |
| 2. MONITORAGGIO..... | 11 |
| 2.1 Monitoraggio della Perdita Fisica D6-01 | 11 |
| 2.2 Monitoraggio della Pressione di Pesca D6-02 | 14 |
| 2.3 Monitoraggio delle comunità epimegabentoniche sottoposte a perturbazione fisica D6-03 | 25 |
| 3. ARTICOLO 8 DEL D.LGS. 190/2010 – VALUTAZIONE AMBIENTALE | 26 |
| 3.1 Criterio D6C1 | 26 |
| 3.2 Criterio D6C3 | 51 |
| 3.2.1 Descrizione dell’approccio metodologico | 51 |
| 3.2.2 Risultati per MRU Mar Adriatico | 54 |
| 3.2.3 Risultati per MRU Mar Ionio e Mediterraneo Centrale..... | 59 |
| 3.2.4 Risultati per MRU Mar Mediterraneo Occidentale | 64 |
| 3.3 Criterio D6C4 | 65 |
| 3.4 Criterio D6C5 | 69 |
| 3.4.1 Descrizione dell’approccio metodologico | 69 |
| 3.5 Aggregazione dei criteri a livello di descrittore se possibile e indicazione del raggiungimento o mancato raggiungimento del GES. | 71 |
| 3.6 Analisi del raggiungimento dei traguardi ambientali | 72 |
| 4. SINTESI..... | 73 |
| 5. BIBLIOGRAFIA | 75 |
| 6. ALLEGATI | 78 |

Descrittore 6 – Integrità del fondale marino

1. Introduzione

Descrittore 6: “L’integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che le strutture e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito danni.”

Il Descrittore 6 prevede, per il raggiungimento del GES, che l’integrità del fondo marino sia ad un livello tale da garantire che le strutture e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non subiscano effetti negativi. Questo descrittore, sia di Stato che di Pressione, ha lo scopo di assicurare che le pressioni generate da attività antropiche sui fondi marini non influiscano negativamente sulle componenti dell'ecosistema marino, in particolare sulle comunità bentoniche e gli habitat ad esse associati.

Le pressioni che interagiscono con il fondo marino sono principalmente la “Perturbazione fisica” e la “Perdita fisica”.

La Decisione (UE) 2017/848 della Commissione, definisce i criteri e le norme metodologiche relativi alla determinazione del buono stato ambientale (GES) delle acque marine nonché le specifiche e i metodi standardizzati di monitoraggio e valutazione e abroga la decisione 2010/477/UE. Essa è accompagnata da una revisione dell'allegato III della Direttiva Strategia Marina. La decisione ridisegna sia i criteri che anche le attività che generano pressione/impatto sul fondale marino, indicando anche che la valutazione degli habitat bentonici nell'ambito del Descrittore 1 e dell'integrità del fondale marino nell'ambito del Descrittore 6 deve essere unificata, fattore che è stato soddisfatto nel presente reporting 2024

Per il descrittore 6 la decisione 2017/848 ha definito i criteri di seguito elencati:

D6C1 - criterio primario: estensione territoriale e distribuzione della perdita fisica (modifica permanente) del fondale marino naturale.

D6C2 - criterio primario: estensione territoriale e distribuzione sul fondale marino delle pressioni dovute a perturbazioni fisiche

D6C3 - criterio primario: estensione territoriale di ciascun tipo di habitat compromesso da effetti negativi dovuti a perturbazioni fisiche che ne modificano la struttura biotica e abiotica e le funzioni (ad esempio a causa di cambiamenti nella composizione per specie e nell'abbondanza relativa, di assenza di specie particolarmente sensibili o fragili o che assolvono una funzione fondamentale, di cambiamenti nella struttura

delle specie in base alle dimensioni). Gli Stati membri stabiliscono valori di soglia per gli effetti negativi delle perturbazioni fisiche attraverso la cooperazione regionale o sottoregionale.

D6C4 – criterio primario: l'entità della perdita del tipo di habitat dovuta a pressioni antropiche non supera una determinata percentuale dell'estensione naturale del tipo di habitat nella zona di valutazione. Attraverso la cooperazione a livello unionale gli Stati membri definiscono l'entità massima ammessa della perdita di habitat in percentuale dell'estensione naturale totale del tipo di habitat, tenendo conto delle specificità regionali o sottoregionali

D6C5 – criterio primario: l'estensione degli effetti negativi dovuti a pressioni antropiche sulla condizione del tipo di habitat, compresa l'alterazione della struttura biotica e abiotica, non supera una determinata percentuale dell'estensione naturale del tipo di habitat nella zona di valutazione. Gli Stati membri stabiliscono l'entità massima ammessa dei suddetti effetti negativi in percentuale dell'estensione naturale totale del tipo di habitat, attraverso la cooperazione unionale e tenendo conto delle specificità regionali o sottoregionali.

Tabella 1. Criteri e loro caratteristiche

| | D6 C1 perdita fisica | D6C2 disturbo fisico | D6C3 Effetti avversi dal disturbo fisico sugli habitat bentonici (estensione spaziale) | D6C4 Estensione degli habitat bentonici (estensione della perdita fisica derivante dalle pressioni antropogeniche) | D6C5 Condizione degli habitat bentonici (estensione degli affetti avversi dalle pressioni antropogeniche) |
|--|---|--|---|--|---|
| caratteristiche | perdita fisica del fondale | disturbo fisico sul fondale | Benthic broad types (BHT) | | |
| criterio primario | X | X | X | X | X |
| tipo di informazione Stato (Tab 1 MSFD Annex 1) | Pressione | Pressione | Impatto | Stato | Stato |
| pressione (Tab 2b MSFD Annex 1) | | | benthic habitat | benthic habitat | benthic habitat |
| Attività (Tab 2b MSFD Annex 1) | perdita fisica opere di difesa e porti, estrazione risorse viventi e non viventi, produzione di energia, coltivazione risorse viventi, trasporti, turismo, | disturbo fisico sul fondale opere di difesa e porti, estrazione risorse viventi e non viventi, produzione di energia, coltivazione risorse viventi, trasporti, turismo, | disturbo fisico sul fondale; cambi delle condizioni idrografiche sotto il D6 C1 tutte le attività in tab 2b potenzialmente rilevanti | perdita fisica e altre pressioni che portano alla perdita fisica tutte le attività di tab 2b rilevanti | tutte le rilevanti pressioni biologiche e fisiche inclusa la perdita e disturbo fisico. Pressioni dai D 10, 5, 7, 8 11 |
| valori soglia | non richiesto | non richiesto | (SUB)REGIONAL | La percentuale massima di un tipo generale di habitat bentonico in un'area di valutazione che può essere persa è pari al 2 % della sua estensione naturale (≤ 2 %) | La percentuale massima di un tipo generale di habitat bentonico in un'area di valutazione che può risentire degli effetti negativi è pari al 25 % della sua estensione naturale (≤ 25 %). Tale percentuale include la percentuale del tipo generale di habitat bentonico che è stata persa (D6C5). Un tipo generale di habitat bentonico risente degli effetti negativi in un'area di valutazione se mostra una deviazione inaccettabile dallo stato di riferimento nella sua struttura e nelle sue funzioni biotiche e abiotiche (ad esempio composizione tipica delle specie e relativa abbondanza e struttura dimensionale, specie sensibili o specie che assolvono funzioni fondamentali, recuperabilità e funzionamento degli habitat e dei processi ecosistemici) (D6C5). |
| Interazione tra i criteri | | | D6C2, D6C5 | D6C1, D6C5 | D2C3, D3C1, D3C2, D3C3, D5C4, D5C7, D5C8, D6, C3, D6C4, D7C2, D8C4, D10C4 |

1.1 Approccio alla valutazione

È stato seguito un approccio combinato qualitativo e quantitativo in cui i risultati della valutazione qualitativa vengono combinati tenendo conto dei rapporti di superficie e dell'affidabilità della valutazione.

Al fine di valutare l'incidenza delle varie pressioni antropiche sul fondo marino sono state considerate quelle della lista presente nell'allegato III (Tab. 2a) Direttiva Strategia Marina 2008/56/CE. (Tab. 1).

Sui fondali italiani le pressioni più rilevanti sono risultate essere:

- Perturbazione fisica causata da attrezzi da pesca che interagiscono con il fondale
- Perdita fisica

Rispetto allo scorso reporting, in tale consegna sono state anche considerati dalla Dec 848/2017 i Broad Habitat Types (BHT) (Tab. 2) e non come era applicato nel 2018 gli habitat secondo la HD, incluse le comunità biologiche associate secondo il sistema European Nature Information (EUNIS) EUSeaMap (Level 2 - versione 2019, Vasquez et al. 2019).

Tabella 2. Struttura di livello 2 della classificazione degli habitat marini EUNIS, che mostra i tipi di habitat generali della MSFD come direttamente correlati a una classe di livello 2 EUNIS o ad aggregazioni di classi (bordi rossi in grassetto).

| | Level 2 | Hard/firm | | Soft | | | |
|--|------------------------|------------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Rock | Biogenic Habitat (flora/Fauna) | Coarse | Mixed | Sand | Mud |
| Phytal gradient / hydrodynamic gradient | Littoral | MA1 | MA2 | MA3 | MA4 | MA5 | MA6 |
| | Infralittoral | MB1 | MB2 | MB3 | MB4 | MB5 | MB6 |
| | Circalittoral | MC1 | MC2 | MC3 | MC4 | MC5 | MC6 |
| Aphytal / hydrodynamic gradient | Offshore circalittoral | MD1 | MD2 | MD3 | MD4 | MD5 | MD6 |
| | Upper bathyal | ME1 | ME2 | ME3 | ME4 | ME5 | ME6 |
| | Lower bathyal | MF1 | MF2 | MF3 | MF4 | MF5 | MF6 |
| | Abyssal | MG1 | MG2 | MG3 | MG4 | MG5 | MG6 |

1.2 Coordinamento regionale o subregionale rispetto all'approccio alla valutazione

Al fine di attuare un coordinamento subregionale ISPRA ha partecipato ai progetti specificatamente finanziati dalla DG ENV MEDREGION *Support Mediterranean Member States Towards Implementation Of The Marine Strategy Framework Directive New Ges Decision And Programmes Of Measures And Contribute To Regional/Subregional Cooperation Needs* (DG ENV 2018-2021), e ABIOMMED *Support coherent and coordinated assessment of biodiversity and measures across the Mediterranean for the next 6-year cycle of the MSFD implementation* (DG ENV 2021-2023). Il progetto ABIOMMED ha prodotto, tra le altre cose, la

pubblicazione di uno studio che ha confrontato le attività che producono impatto sui fondali e le interazioni tra esse per i paesi Adriatici (Paranama *et al.*, 2024). Nell'ambito del progetto ABIOMMED, si è poi valutata la possibilità di considerare alcuni habitat più specifici, denominati "altri tipi di habitat" (OHT), come quelli trattati all'interno dei lavori del TG Seabed ed elencati nelle convenzioni marittime regionali e nella direttiva Habitat, come ad esempio le praterie di *P. oceanica*.

Nell'ambito dei lavori del *Technical Group Seabed* (TG Seabed), iniziati nel 2018 (<https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/b6c7fb2a-3ede-43c6-8f32-b929fb26e5b2>) dopo l'approvazione presso il MSCG, sono state pubblicate nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea (C/ 2024/2018 11 marzo 2024), le soglie unionali per D6 C4 e D6 C5, proposte e discusse tra tutti gli Stati Membri all'interno del Gruppo Tecnico, e la Guida alla valutazione art. 8 ([European Commission, 2022. MSFD CIS Guidance Document No. 19, Article 8 MSFD, May 2022](#)).

Nel corso degli ultimi 6 anni, la Direzione Generale per il Mare e le Coste del Ministero ha revisionato ed aggiornato il Programma Nazionale di Monitoraggio in accordo con ISPRA, allineandolo con i fabbisogni emersi dall'aggiornamento della valutazione ex art. 8 e delle definizioni dei GES e dei Target (artt. 9 e 10 – [D.M. 15 febbraio 2019](#), tenendo conto dell'esigenza di valutare l'efficacia del Programma Nazionale di Misure ed in coerenza e sinergia con l'applicazione delle altri strumenti normativi comunitari che incidono sull'ambiente marino come, ad esempio, la Politica Comune sulla Pesca, la Direttiva Quadro sulle Acque e le Direttive Habitat ed Uccelli. L'attività di revisione è stata condotta con il supporto tecnico-scientifico dell'ISPRA, anche attraverso il coinvolgimento delle Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (ARPA) delle Regioni costiere.

L'aggiornamento del Programma di Monitoraggio Nazionale, ha tenuto anche conto del programma [IMAP](#) (*Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria SPA/RAC - UNEP MAP*), adottato nell'ambito della Convenzione di Barcellona. Nell'ambito del programma IMAP è stato infine sviluppato l'Ecological Objective 6 (EO6) relativo all'integrità dei fondali marini (UNEP/MED 2021. WG.514/12).

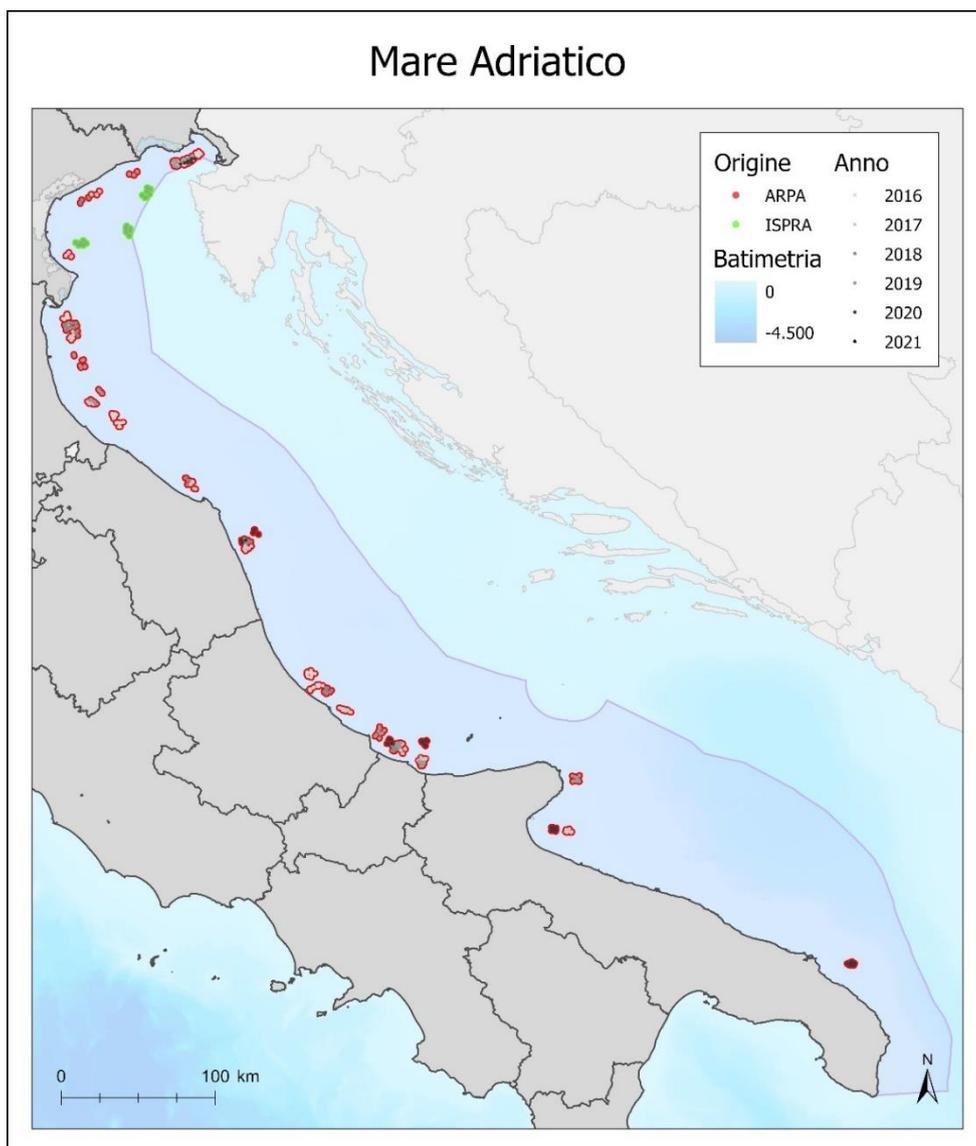
1.3 Dataset utilizzati (2016-2021)

Per l'avvio dei Programmi di Monitoraggio previsti dall'art 11 del D.Lgs. 190/2010 il MASE nel 2014 ha stipulato un Accordo Quadro con le ARPA delle Regioni costiere. Successivamente, al fine di attuare il monitoraggio definito dal D.M. dell'11 febbraio 2015 le attività affidate alle ARPA sono state integrate attraverso accordi con il [Consiglio Nazionale delle Ricerche](#) e delle [Aree Marine Protette](#). Il primo ciclo di monitoraggio si è concluso nel dicembre 2017.

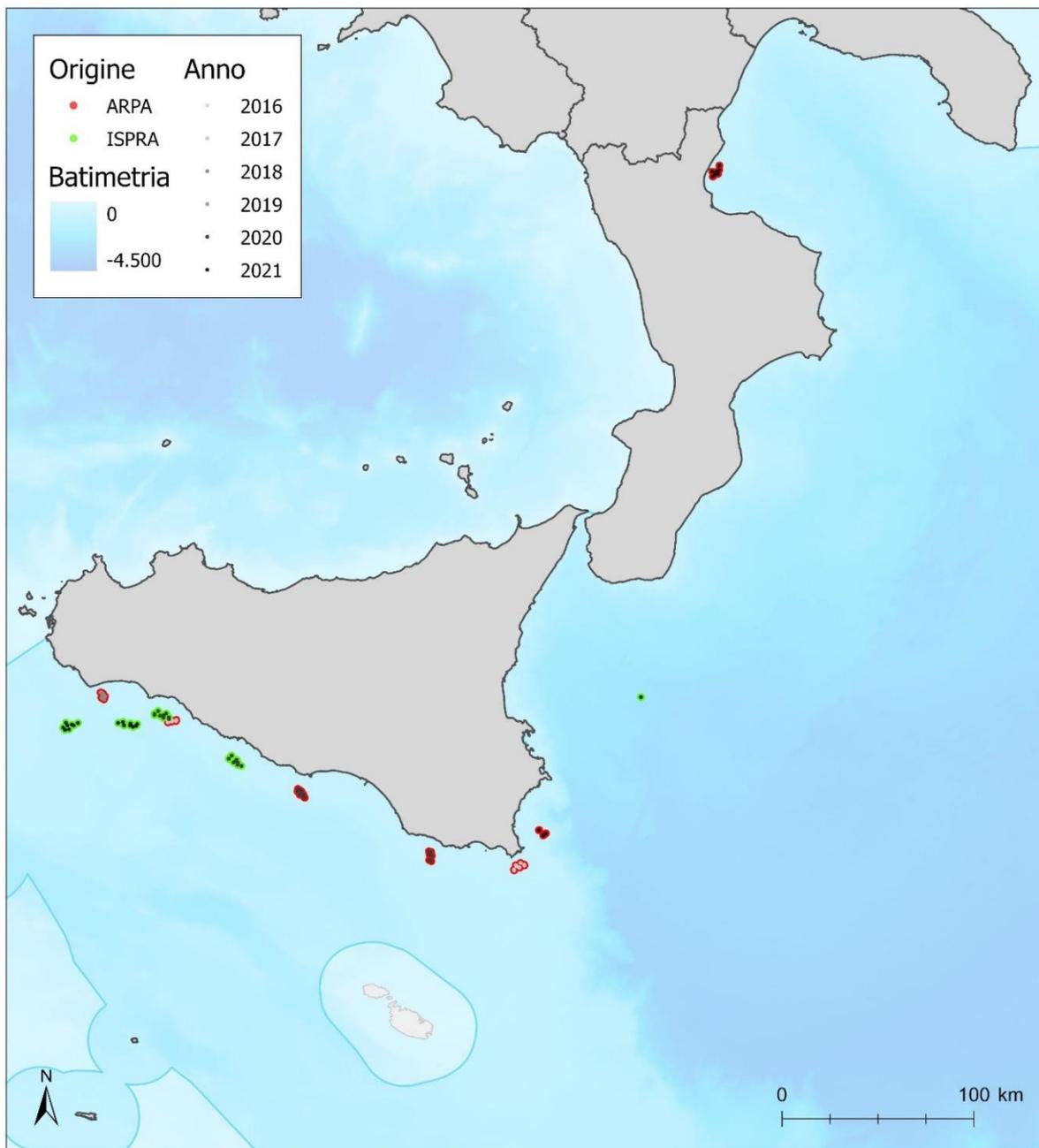
Parallelamente è stato definito il quadro complessivo delle attività di monitoraggio sulla Strategia Marina, che ha rafforzato il ruolo dell'ISPRA sia in quanto supporto tecnico scientifico del Ministero sulla Strategia Marina sia in base al quadro normativo delineato dalla Legge 132/2016 che ha istituito il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (SNPA), di cui fanno parte l'ISPRA, le Agenzie regionali (ARPA) e delle province autonome di Trento e Bolzano per la protezione dell'ambiente.

I dati utilizzati nella presente valutazione derivano dal Programma Nazionale di Monitoraggio svolto dal 2016 al 2021 da parte delle ARPA, e di ISPRA per quanto riguarda dal 2019 al 2021.

Nella figura 1 sono mostrate le aree di monitoraggio suddivise per MRU, svolte dalle ARPA e da ISPRA.



Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale



Mar Mediterraneo Occidentale

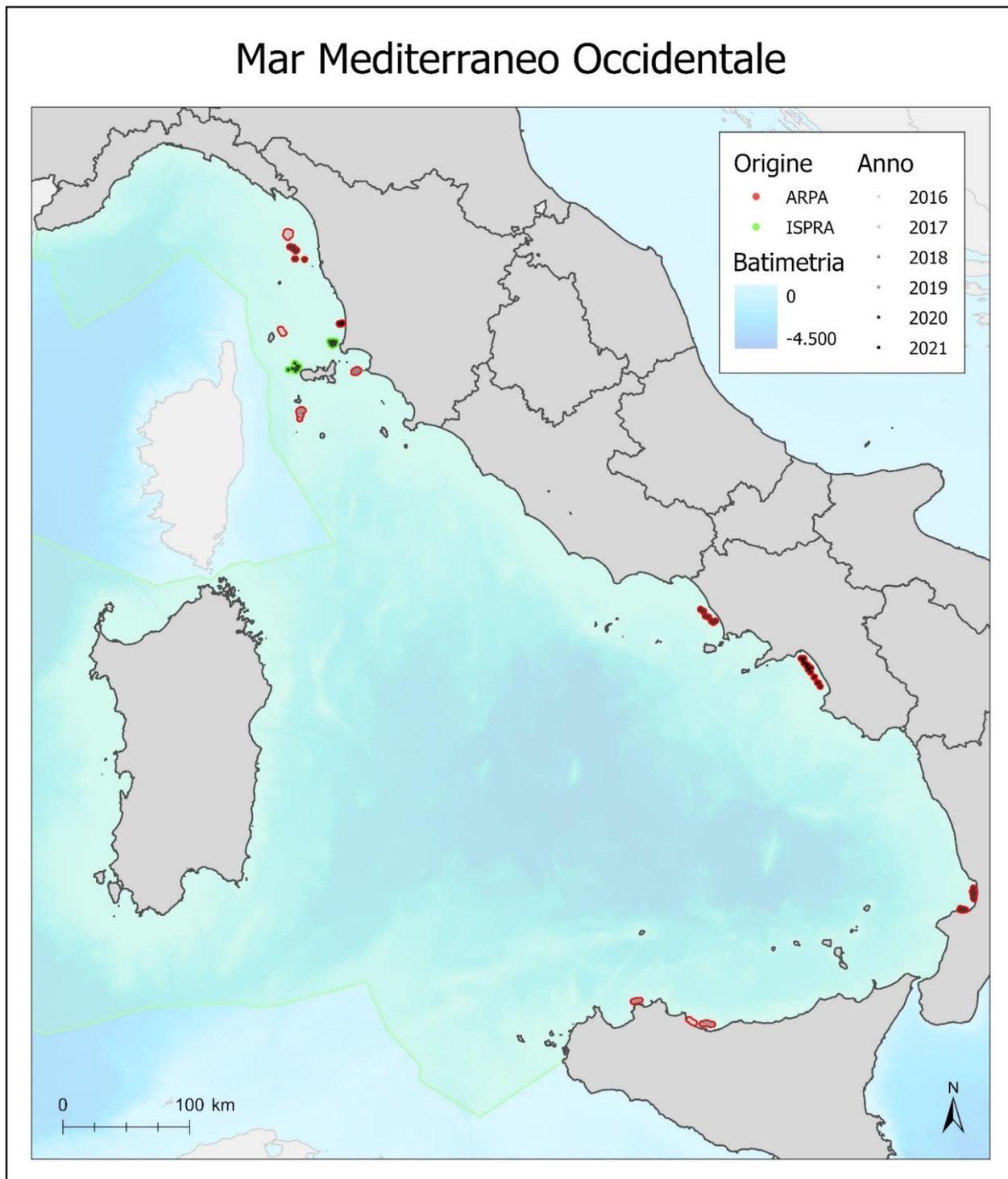


Figura 1. Rappresentazione delle aree del programma di monitoraggio nazionale con l'indicazione degli anni (2018-2021) e l'autore delle campagne (ARPA/ISPRA).

Come si può notare in Figura 1, lo sforzo delle ARPA nella MRU ADS (Mar Adriatico) è stato elevato e questo ha permesso di disporre di una base robusta di dati.

Si fa presente che dal 2020 i programmi di monitoraggio relativi al descrittore 6 sono stati ridotti in termini di stazioni ed aree monitorate. Tale diminuzione di attività in mare e quindi di produzione di dati ha reso meno robuste le elaborazioni effettuate.

2. Monitoraggio

Il Descrittore 6 prevede tre programmi di monitoraggio differenti finalizzati al popolamento dei criteri:

- Monitoraggio della Perdita Fisica D6-01;
- Monitoraggio della Pressione di Pesca D6-02;
- Monitoraggio delle comunità epimegabentoniche sottoposte a perturbazione fisica D6-03.

2.1 Monitoraggio della Perdita Fisica D6-01

La perdita fisica si manifesta con l'alterazione permanente del fondo marino generata, direttamente o indirettamente, dalle attività antropiche. Il programma D6-01 viene svolto solo da ISPRA.

Il monitoraggio della perdita fisica comporta l'individuazione, il censimento e la rappresentazione spaziale di tutte quelle attività che insistono sul fondo marino quindi ogni attività specifica viene rappresentata usando punti, linee, poligoni georeferenziati. L'estensione spaziale delle diverse attività in grado di indurre perdita fisica (opere di difesa costiera, infrastrutture portuali e colmate costiere, posa di cavi e condotte, piattaforme offshore, pozzi estrattivi, rigassificatori GNL, parchi eolici), viene mappata tramite sistemi GIS; una scelta iniziale ha voluto che il GIS costruito in ISPRA accolga unicamente dati ufficiali, raccolti da Amministrazioni centrali e da strutture governative competenti per materia (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE, dall'Istituto Idrografico della Marina -Ministero della Difesa) e sui portali comunitari.

Per rappresentare le aree effettivamente interessate da perdita fisica sono state utilizzate le dimensioni reali (come, ad esempio, nel caso delle opere di difesa, definite dall'analisi di ortofoto). Per le attività per le quali i dati ufficiali riportano la sola localizzazione, sono utilizzati specifici *buffer*, applicati ai dati geospaziali forniti sotto forma di punti e/o linee, e definiti in accordo con quanto riportato in letteratura. In questo modo viene calcolata l'estensione della perdita fisica, totale e per tipo di attività che viene utilizzata per popolare il criterio D6C1 (Tabella 3).

La perdita fisica è stata inoltre calcolata, mediante un processo di overlay mapping, anche per i BHT, misurando quanto ciascuna attività insiste su ciascun BHT presente al fine di popolare il criterio D6C4.

Di seguito viene descritta la metodologia per il calcolo della perdita fisica per ciascuna tipologia di opera:

Opere di difesa costiera: scala di riferimento 1:10.000, fotointerpretazione di ortofoto satellitari ad alta risoluzione e digitalizzazione di poligoni vettoriali. Nel caso delle opere emerse viene effettuata la digitalizzazione del limite visibile emerso-sommerso; per le opere soffolte, viene digitalizzata l'occupazione al fondo, ottenuta dalla fotointerpretazione.

Infrastrutture portuali e colmate costiere: I dati geospaziali (poligoni vettoriali) che rappresentano le infrastrutture vengono ottenuti dalla fotointerpretazione. In particolare, viene effettuata la digitalizzazione di ortofoto satellitari ad alta risoluzione, utilizzando una scala di riferimento 1:10.000. La definizione della baseline è effettuata utilizzando la "Linea di Costa 2006" (strato informativo nazionale ISPRA) e la linea di costa digitalizzata dalle carte storiche IGM (Istituto Geografico Militare) 1950. L'aggiornamento della mappatura è effettuato con il confronto dello strato informativo del 2006 con le ortofoto successive, utilizzando come baseline di riferimento per i cambiamenti la linea di costa definita per le MRU.

Cavi: Considerando la grande variabilità delle tecniche utilizzate la posa dei cavi sottomarini, che dipende non solo dalle diverse caratteristiche dei substrati ma anche dai metodi di protezione delle strutture stesse, l'area occupata dal cavo viene definita da un buffer di raggio di 0,20 m, stabilito secondo un principio precauzionale e applicato agli shape lineari (vettori unidimensionali) derivati dalla cartografia ufficiale (Istituto Idrografico della Marina - I.I.M.).

Condotte: L'area occupata da ogni condotta viene definita applicando un buffer standard di 1,5 m agli shape lineari (vettori unidimensionali) derivati dalla cartografia ufficiale (I.I.M.).

Piattaforme offshore: I dati geospaziali sono quelli resi disponibili sul sito del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (UNMIG.mase.gov.it) come dati puntuali. Le dimensioni sono rappresentate in GIS da un'area circolare equivalente alle dimensioni reali della piattaforma.

Pozzi estrattivi: I dati spaziali utilizzati per la rappresentazione dei pozzi estrattivi (comprensivi delle strutture di protezione) sono quelli forniti dalla cartografia ufficiale del UNMIG.MASE come dati puntuali. Considerando che le reali dimensioni dei pozzi non sono note e che i pozzi sono generalmente dotati di strutture protettive che concorrono anch'esse alla definizione della perdita fisica, è stimato, per ogni pozzo e relativa protezione, un'occupazione di substrato pari a circa 70m². Ogni pozzo è quindi rappresentato nel sistema GIS da un poligono vettoriale, ottenuto applicando al dato puntuale un buffer di diametro di 25 m.

Terminali GNL: l'area interessata dalla perdita fisica indotta dalla posa della struttura è definita da un poligono vettoriale che ne rappresenta forma e dimensioni reali derivato dal progetto autorizzato. Nel caso

di terminali galleggianti, viene misurata la perdita di fondale marino causata dalla presenza permanente di ancore e catene, derivate dal progetto autorizzato.

Parchi eolici: il metodo prevede di rappresentare la perdita fisica associata alle turbine eoliche tramite poligoni vettoriali che sono definiti applicando un buffer circolare di 15 m di raggio al dato puntuale indicante la posizione della struttura, mentre per le *sealine* si utilizzano le stesse indicazioni sviluppate per le condotte.

Bacini portuali: le aree interessate da perdita fisica relativi allo specchio portuale e ricadenti almeno in parte su aree che in origine erano fondale marino, sono definite, con specifico riferimento alla baseline (data dalla condizione vigente al 2006).

Con il metodo messo a punto per il calcolo dell'estensione della perdita fisica sui fondali marini, si implementa ogni anno il sistema informativo georeferenziato degli strati di base relativi ai tematismi fondamentali, di pressione e propedeutici anche agli altri layers in costruzione relativi agli altri Descrittori della MSFD.

L'indicatore per la perdita fisica è rappresentato dall'estensione e dalla percentuale del fondale influenzato in maniera significativa dalle attività antropiche ossia dove è osservata una sigillatura del fondale allo scopo di popolare il criterio D6C1 (estensione territoriale e distribuzione della perdita fisica (modifica permanente) del fondale marino naturale) e D6C4, perdita del fondale marino per ciascun BHT I buffer sono stati i calcolati secondo Helcom, 2018.

Tale analisi è sintetizzata nella Tabella 3. Per ciascuna attività censita e catalogata spazialmente sono stati definiti specifici buffer, sulla base della bibliografia esistente. In alcuni casi, alcune attività presentano un buffer differente per la perdita e per la perturbazione fisica sul fondale.

Tabella 3. Misura di buffer per ciascuna attività appartenente a perdita fisica e perturbazione fisica.

| Attività | Perdita fisica | Tipologia | Buffer | Perturbazione fisica | Tipologia | Buffer | Riferimento |
|---------------------------------------|----------------|-------------|--|----------------------|-----------|--|---|
| Pesca | | | | X | Abrasione | In base al tipo di attrezzo da pesca | |
| Cave sabbia relitta del largo | | | | X | Rimozione | Area del poligono | |
| Sversamento di materiale dragato | | | | X | Abrasione | Area del poligono | HELCOM, 2018 500 m di buffer per punti e poligoni, |
| Strutture Oil & gas | X | Sigillatura | superficie effettivamente occupata | | | | |
| Teste di pozzo | X | Sigillatura | Buffer circolare con raggio di 25 m (area di circa 2000 m ² per testa di pozzo) | | | | |
| Cavi/condotte | X | Sigillatura | Cavi: 0,75 m di buffer | X | | Cavi: buffer con 20 m di raggio; | HELCOM, 2018 |
| | | | Condotte: 1,5 m di buffer | | | Condotte: buffer con 20 m di raggio | Cavi: stima basata sulle immagini del Side Scan Sonar |
| Trasporti (marittimo e ricreazionale) | | | | X | Abrasioni | <u>in progress</u> | HELCOM, 2018 |
| | | | | | | ponderato in base alla profondità: | Emodnet, 2019 |
| | | | | | | 0-10 m= 1 (100%) | |
| | | | | | | 10-15 m= 0,5 (50%) | |
| | | | | | | 15-20 m= 0,25 (25%) | |
| | | | | | | 20-25 m= 0,1 (10%) | |
| 25m > = 0 (0%) | | | | | | | |
| | | | | | | + | |
| | | | | | | Ponderato in base al tipo di imbarcazione | |
| Barriere artificiali | X | | nessun buffer; verranno riportate come fornite da IIM | | | | |
| Acquacoltura (pesci e crostacei) | | | | X | Abrasione | 1 km | HELCOM, 2018 |
| Relitti | X | | Buffer circolare (17,5 m di raggio) | | | | |
| Turbine eoliche | X | | 30 m | X | | 0,1 km | HELCOM, 2018 |
| Cavi delle turbine eoliche | X | | vedi cavi | X | | vedi cavi | |
| Opere di difesa costiera | X | | no | | | | |
| ampliamento e infrastrutture portuali | X | | no | | | | |
| Terminali GNL | X | | superficie sigillata superficie ancoraggi | X | | circonferenza che copre la spazzata dalle catene | |

Criteri associati:

D6C1 estensione territoriale e distribuzione della perdita fisica (modifica permanente) del fondale marino naturale.

D6C4 perdita del fondale marino per ciascun BHT.

D6C5 l'estensione degli effetti negativi dovuti a pressioni antropiche sulla condizione del tipo di habitat, compresa l'alterazione della struttura biotica e abiotica, non supera una determinata percentuale dell'estensione naturale del tipo di habitat nella zona di valutazione.

2.2 Monitoraggio della Pressione di Pesca D6-02

Il Programma di Monitoraggio Nazionale prevede l'effettuazione di rilievi morfo-batimetrici in località soggetta ad una intensità di pesca a strascico variabile: alta intensità e bassa intensità. L'identificazione di

aree a diversa pressione di pesca a strascico è stata effettuata utilizzando elaborazioni di dati provenienti da AIS (*Automatic Identification System*) e VMS (*Vessel Monitoring System*).

Le due aree possono essere individuate in una zona entro le 12 Mn dalla costa, fino ai 100 m di profondità e devono avere caratteristiche di granulometria e profondità confrontabili. Oltre i 100m di profondità il monitoraggio è a cura di ISPRA dal 2019.

Utilizzo dei dati AIS per l'identificazione di aree a basso impatto di pesca, in quanto i dati VMS presso le zone costiere risultano meno efficienti.

Analisi dei dati AIS e VMS

Le aree sono individuate utilizzando l'elaborazione dei dati satellitari VMS (*Vessel Monitoring System*) e AIS (*Automatic Identification System*) che consentono di identificare posizione, tempi, attività in opera e rotta delle imbarcazioni da pesca mediante attrezzi interagenti con il fondo (OTB - reti a strascico e TBB - pesca con il rapido). Tali informazioni permettono di caratterizzare la distribuzione spazio-temporale della pressione di pesca (mappe su celle 1 km × 1 km, mediante una griglia messa a disposizione dall'ESA, condivisa in UE e applicata in EUSeaMap, e il suo andamento negli anni. Tali prodotti concorrono alla valutazione della distribuzione spazio-temporale ed univariata della pressione di pesca per i singoli attrezzi di pesca misurata secondo metriche adeguate (*Swept Area Ratio* (SAR), h di pesca, ecc.)

In particolare, per rendere agevole l'identificazione delle aree e la fruibilità dei dati AIS nel 2021-2023, le attività si sono concentrate sullo sviluppo dell'interfaccia di analisi ed elaborazione dati (FiTS), consolidata già nel corso del 2020, e sul completamento del database AIS con i dati aggiornati all'anno 2021 forniti dal Comando Generale delle Capitanerie di Porto tramite l'Accordo di collaborazione che l'Istituto ha con il Comando Generale. Attualmente ISPRA dispone di un database dei dati AIS delle imbarcazioni da pesca con LOA>15 m transitate nelle acque nazionali che abbraccia il periodo gennaio 2015 –dicembre 2021. Lo sviluppo del software FiTS ha portato all'introduzione di nuovi moduli nell'interfaccia, il più importante dei quali è stato quello per l'analisi statistica finalizzata all'identificazione del tipo di attrezzo usato dalle varie imbarcazioni.

Di fondamentale importanza è stato il protocollo di validazione dell'algoritmo alla base dell'interpretazione dell'attività di pesca, mettendo a confronto la ricostruzione dei tracciati delle cale fornita dall'algoritmo stesso con quella basata su diverse fonti indipendenti di dati, raccolti sia nell'ambito delle attività del Descrittore 6 che nella cornice di altri progetti scientifici di monitoraggio. Questi includono ad esempio, i segni di attrezzi da pesca rilevati sul fondale marino dalle campagne di scansione acustica con side scan sonar e multibeam ed i dati degli osservatori a bordo dei pescherecci impiegati nei monitoraggi ISPRA.

L'algoritmo procede all'interpretazione dell'attività del peschereccio nel periodo selezionato, unendo i punti AIS nelle polilinee più adatte in funzione dei parametri (criteri) inseriti (Figura 2).

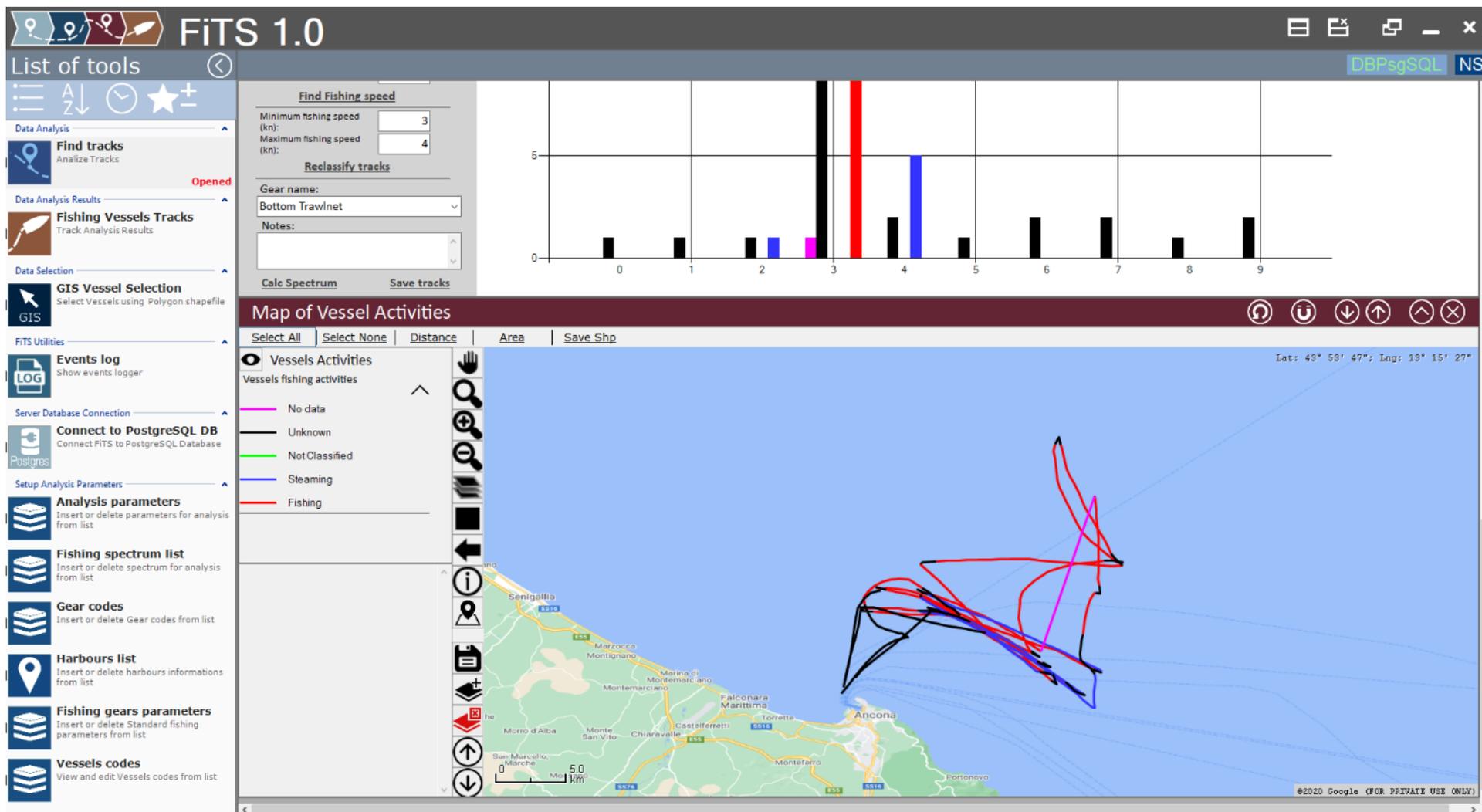


Figura 2. Creazione delle poliline con l'interpretazione per categorie a partire dai punti AIS.

Nell'ottica della valutazione dei risultati di FiTS su scala geografica più ampia, abbiamo fatto ricorso anche ad una serie di rilevamenti acustici effettuati da ISPRA/ARPA sia in ambito MSFD che a supporto di monitoraggi di vario tipo (Figg. 3-4).



Figura 3. Distribuzione delle aree selezionate per la validazione dell'algoritmo di identificazione delle cale alla base dell'interfaccia FiTS (vedere Fig. 4 per il dettaglio).

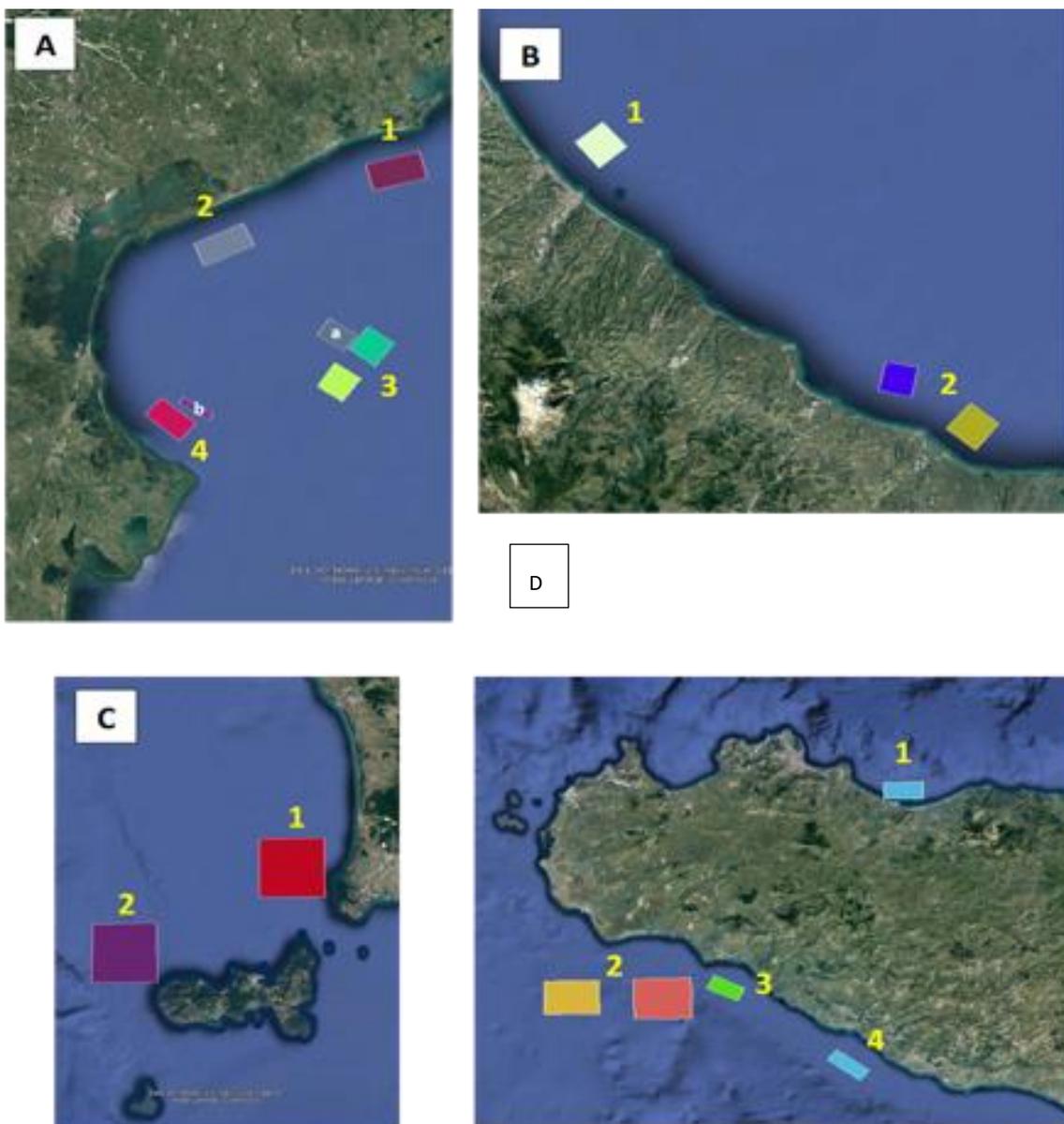


Figura 4. Dettaglio delle aree selezionate. A: Veneto, aree davanti Caorle (1) e Cavallino (2), al largo di Chioggia (3) e nelle vicinanze del rigassificatore ALNG (4); B: Abruzzo e Molise, aree davanti Pescara (1) e Termoli (2); C: Toscana, aree a ovest di Piombino (1) e a nordovest dell'Elba (2); D: Sicilia, area davanti Termini Imerese (1), dentro e fuori la FRA del Banco Avventura (2), davanti Sciacca (3) e dentro la FRA ad Ovest di Gela (4).

Noto il periodo del rilievo acustico, sono stati estratti con FiTS dalla banca dati AIS tutti i punti di tutte le imbarcazioni passate nell'area investigata in quello stesso arco temporale, estendendo la selezione ai 30 giorni precedenti la cattura delle immagini multibeam.

Questo approccio, basato sulla costruzione di un buffer intorno alle tracce digitalizzate ed alla successiva valutazione del grado di sovrapposizione dei punti in pesca individuati da FiTS con il poligono del buffer stesso, è stato poi applicata con alcune varianti, a due casi studio.

Il primo caso studio è stato rappresentato dall'immagine multibeam in figura 5 (sistema di riferimento WGS84-UTM fuso 33N), corrispondente al poligono "a" delle aree del Veneto (cfr Fig. 4a, zona 3).

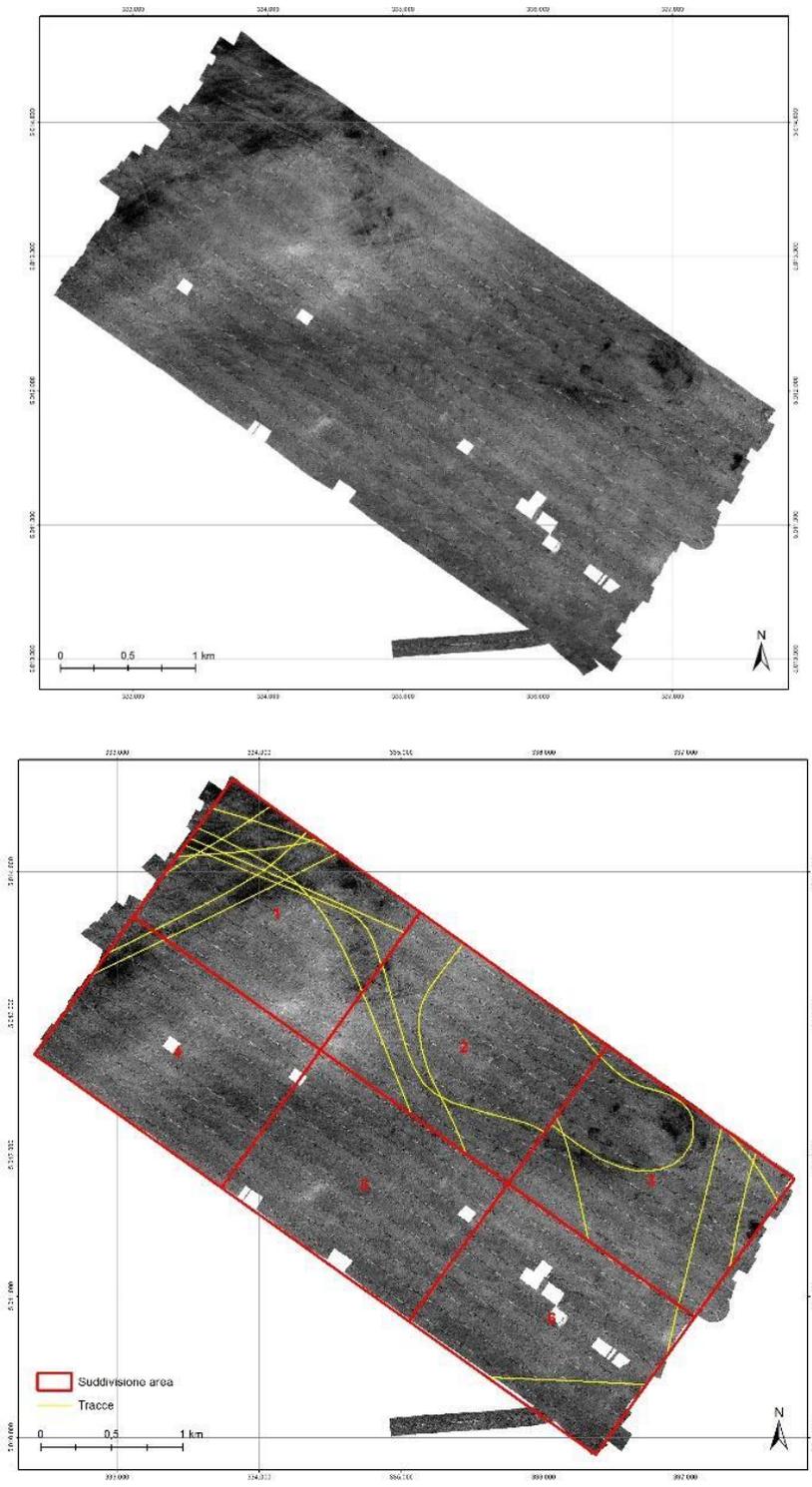


Figura 5. Area al largo di Chioggia. A sinistra il mosaico originale, a destra la divisione in settori con la digitalizzazione delle cale.

Nell'area del survey acustico non sono state riscontrate tracce intere di cale, che fossero cioè contenute (inizio-fine) entro i bordi dell'immagine; questa è stata quindi suddivisa in 6 settori, all'interno dei quali è stato possibile digitalizzare alcune tracce di esempio, scelte tra le più nitide.

Le cale AIS prodotte da FiTS sono state di nuovo trasformate in punti a partire dai nodi delle polilinee; con la funzione *spatial join* tra punti e poligoni (il buffer delle tracce) abbiamo poi ottenuto la tabella degli attributi dello shapefile risultante con gli accoppiamenti tra l'ID dei punti e l'ID dei buffer, vale a dire la traccia su cui ricadeva ciascun elemento.

Nelle figg.6-8 vengono mostrati alcuni passaggi della ricostruzione ed abbinamento tra tracce digitalizzate e pescherecci sul mosaico multibeam.

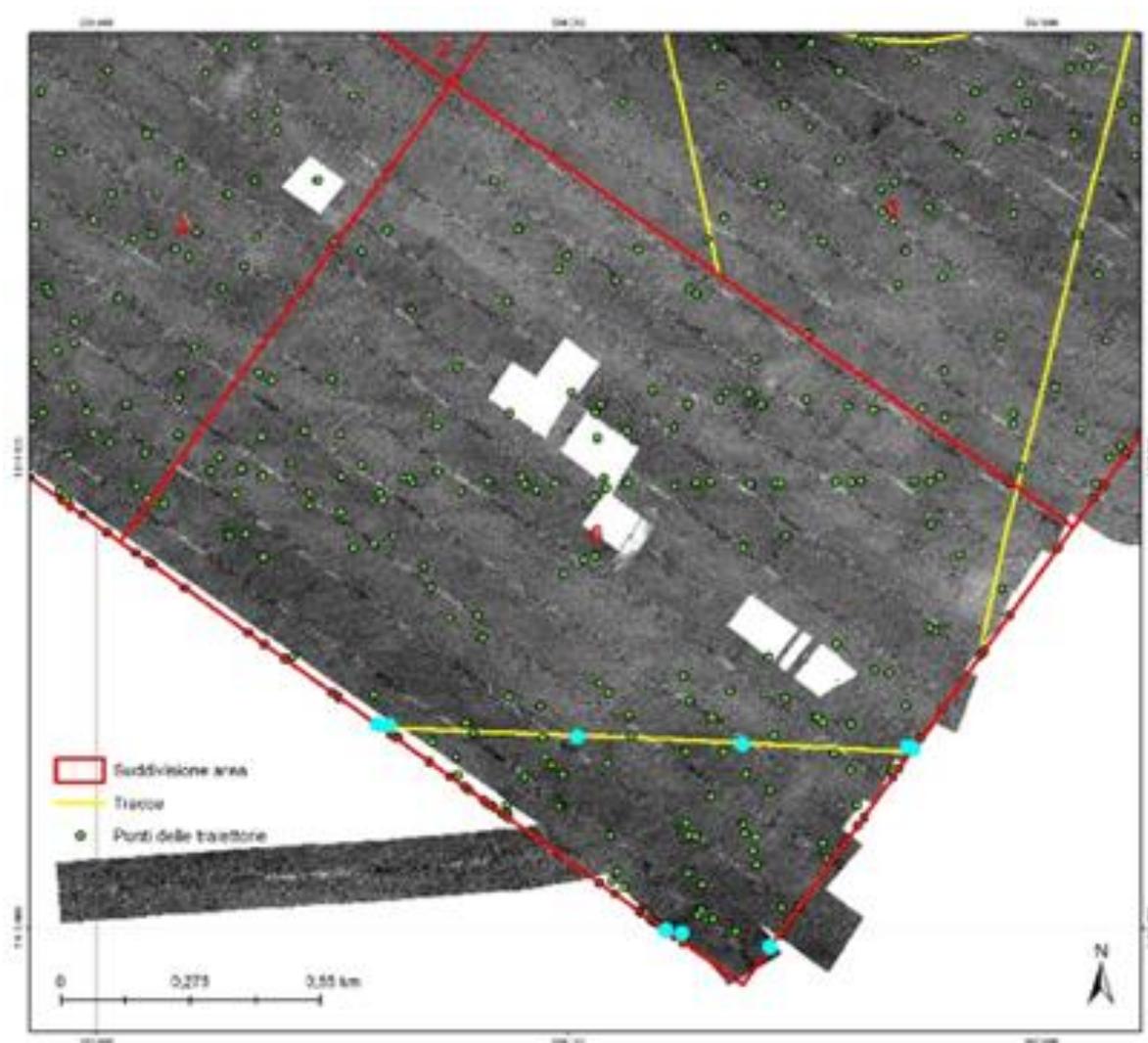


Figura 6. Un passaggio della ricostruzione ed abbinamento tra tracce digitalizzate e pescherecci sul mosaico multibeam.

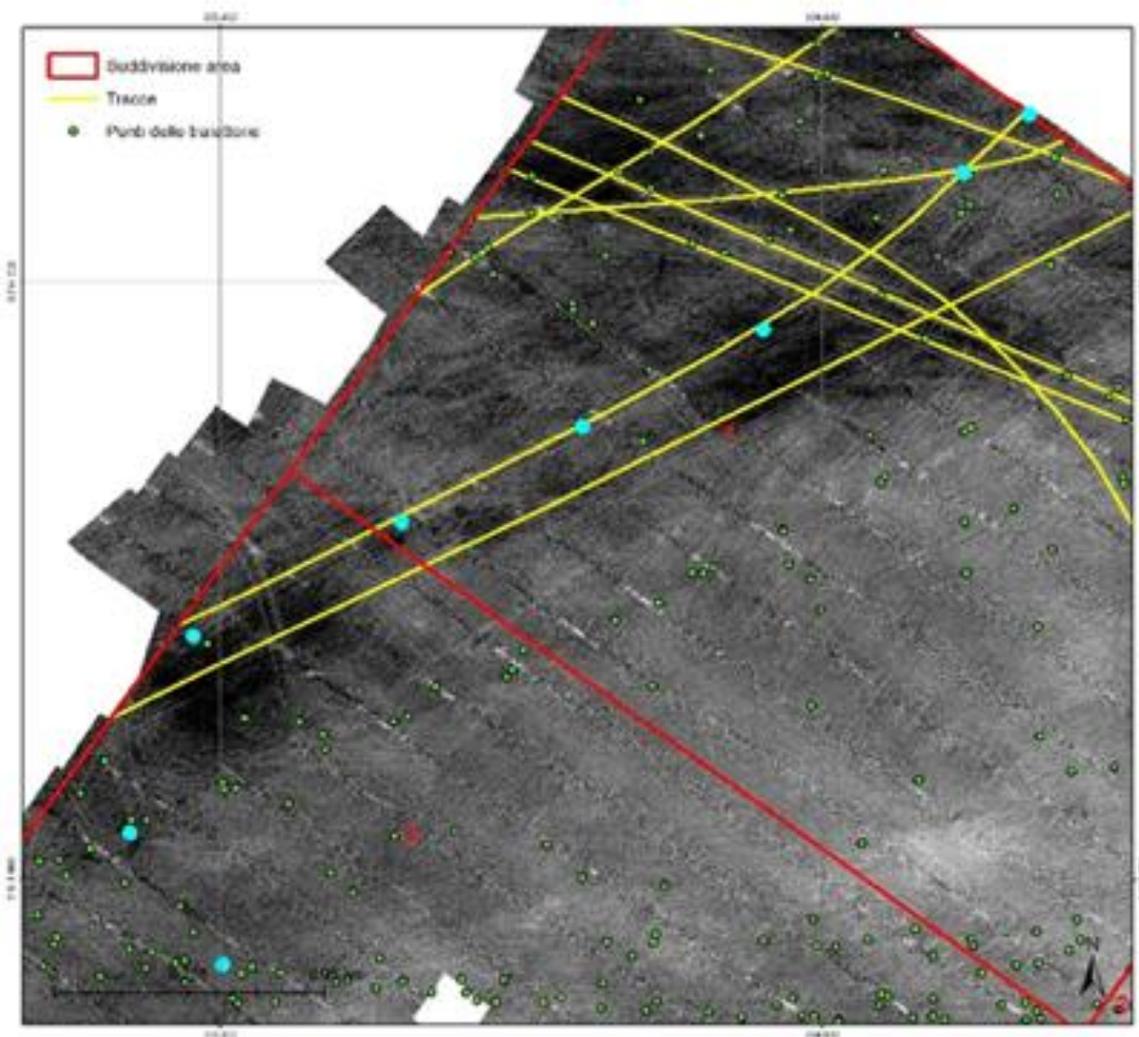


Figura 7. Un passaggio della ricostruzione ed abbinamento tra tracce digitalizzate e pescherecci sul mosaico multibeam.

Dalla seconda immagine della fig. 8 risulta evidente come le curve effettuate dalle imbarcazioni influiscono sulla corrispondenza tra segnale AIS e traccia sul fondale.

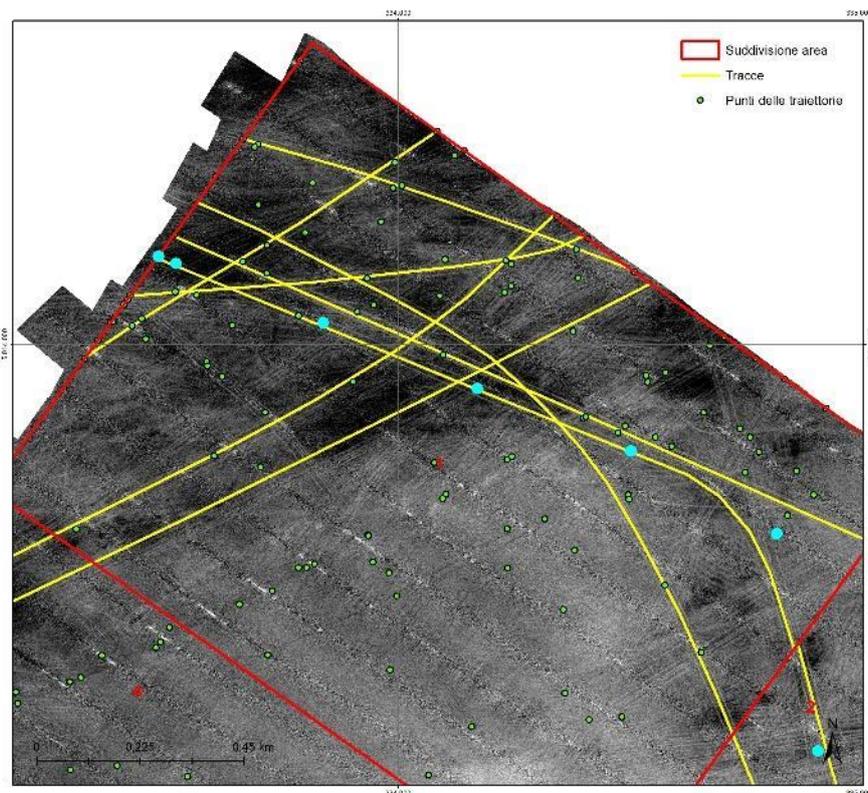
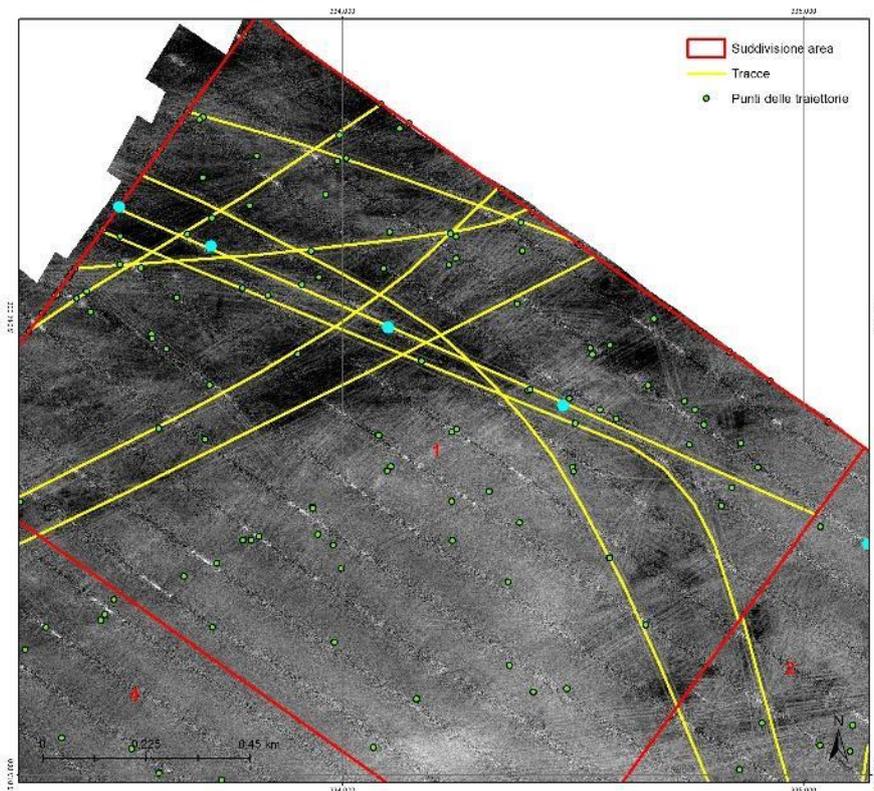


Figura 8. Un passaggio della ricostruzione ed abbinamento tra tracce digitalizzate e pescherecci sul mosaico multibeam.

Il secondo caso studio (Fig. 9), rappresentato dal poligono “b” delle aree del Veneto (cfr Fig. 4a, zona 4) vede gli stessi passaggi ma, viste le dimensioni molto ridotte dell’area indagata, i punti sono stati presi manualmente ad una distanza standard di 50 metri, invece di usare i nodi delle polilinee in pesca costruite da FiTS, i quali sarebbero quasi tutti caduti fuori dal mosaico multibeam; inoltre, l’area non è stata ulteriormente suddivisa.

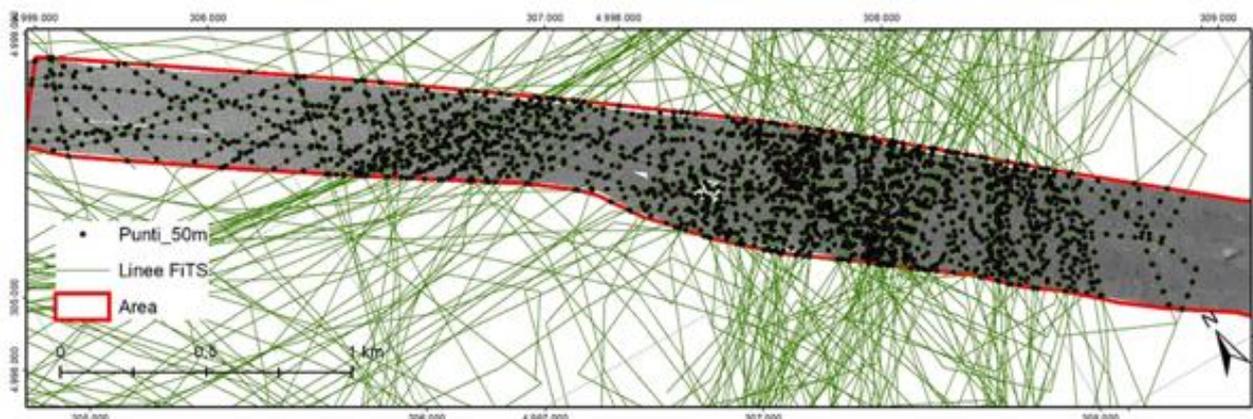


Figura 9. Un passaggio della ricostruzione ed abbinamento tra tracce digitalizzate e pescherecci sul mosaico multibeam. In questo caso la maggior parte delle tracce di pesca, rispetto alla direzione principale del transetto multibeam, sono risultate ortogonali o trasversali, generando linee troppo corte per ottenere risultati chiari, ma l’ubicazione del transetto stesso (dentro-fuori la zona di sicurezza del rigassificatore GNL) ha permesso di avere la giustapposizione di aree trafficate con aree senza tracce di pesca, passando per zone ad impatto intermedio.

Gli sviluppi metodologici conseguiti permettono di poter considerare che l’approccio sviluppato per l’analisi e identificazione delle polilinee sulla base di dati AIS sia affidabile e applicabile su scala nazionale.

Per quanto riguarda invece i dati VMS, tramite una convenzione attuata dal Descrittore 3, ISPRA ha costituito un database dei dati VMS dal 2015 al 2019 provenienti dal programma MEDITS, elaborati per ciascun mese. Tali dati sono stati integrati con quelli dell’AIS per fornire la pressione di pesca distribuita per celle 1 km x 1 km. Le metodologie utilizzate per l’integrazione dei dati VMS e AIS, per la classificazione delle attività di pesca e per la gestione dei dati sono descritte in (Russo et al., 2016, 2014, 2011a, 2011b), mentre quelle utilizzate ai fini della stima dell’area spazzata dagli attrezzi trainati interagenti con il fondo (OTB e TBB), ai fini del calcolo dell’indicatore SAR, sono descritte in Amoroso et al., 2018; Eigaard et al., 2016a, 2016b.

Una volta individuate le aree a diversa pressione di pesca a strascico il Programma Nazionale di Monitoraggio ha previsto in ciascuna area di indagine l’acquisizione dati morfo-batimetrici, mediante indagini con sonar a

scansione laterale (*Side Scan Sonar – SSS*) o ecoscandaglio multifascio (*multibeam echosounder*) in grado di acquisire dati di backscatter su aree di dimensioni pari a 25 km² al fine di verificare e misurare, tramite le tracce lasciate sul fondo marino degli attrezzi da pesca, l’impatto della pressione di pesca. Inoltre, per ciascuna area è stato necessario acquisire dati di granulometria del sedimento superficiale in alcune stazioni ritenute significative per validare i dati di *backscatter*.

Nel corso dell’ultimo sessennio si è lavorato molto al fine di migliorare le immagini dei backscatter derivanti dalle indagini geofisiche: ISPRA ha svolto due corsi ad hoc sull’acquisizione dati e trasmissione dati rivolte alle ARPA.

Grazie al miglioramento del protocollo di acquisizione e dei corsi effettuati da ISPRA negli ultimi anni le ARPA hanno consegnato dati morfo batimetrici a scala 1 m x 1m, dove sono ben evidenti le tracce degli attrezzi da pesca sul fondale.

I dati morfo-batimetrici acquisiti con risoluzione adeguata e utilizzati per la valutazione sono quelli relativi agli anni 2019 e 2021. Negli anni 2016, 2017, 2018 e a volte 2019, complice un protocollo di monitoraggio che faceva riferimento a scale meno accurate, molte delle acquisizioni si sono dimostrate poco efficaci.

Criteri associati:

D6C2 estensione territoriale e distribuzione della perturbazione fisica del fondale marino naturale.

D6C3 estensione territoriale di ciascun tipo di habitat compromesso da effetti negativi dovuti a perturbazioni fisiche che ne modificano la struttura biotica e abiotica e le funzioni.

2.3 Monitoraggio delle comunità epimegabentoniche sottoposte a perturbazione fisica D6-03

Tale monitoraggio è stato condotto seguendo l’allegato metodologico prodotto da ISPRA ed i dati sono stati raccolti attraverso uno standard informativo opportunamente definito.

La finalità del programma è quella di valutare l’effetto della perturbazione fisica -attività di pesca sulle comunità epimegabentoniche di alcuni habitat bentonici (BHT) attraverso la valutazione della sensibilità/tolleranza di alcune specie caratteristiche. Il monitoraggio è condotto nelle medesime aree investigate dal D6-02. All’interno di ogni area individuata sono indagati 3 siti nell’ambito dei quali effettuare almeno 3 cale con rete a strascico demersale per un totale di 9 cale ad area di 25 km²). Tra i parametri analizzati ci sono: lista di specie del popolamento epimegabentonico (totale o subcampionato); peso della cattura totale; peso del campione totale di epimegabenthos o peso del subcampionato prelevato; peso umido e abbondanza misurati per specie; per le specie coloniali solo peso umido.

Criteri associati:

D6C3 estensione territoriale di ciascun tipo di habitat compromesso da effetti negativi dovuti a perturbazioni fisiche che ne modificano la struttura biotica e abiotica e le funzioni.

D6C5 l'estensione degli effetti negativi dovuti a pressioni antropiche sulla condizione del tipo di habitat, compresa l'alterazione della struttura biotica e abiotica, non supera una determinata percentuale dell'estensione naturale del tipo di habitat nella zona di valutazione.

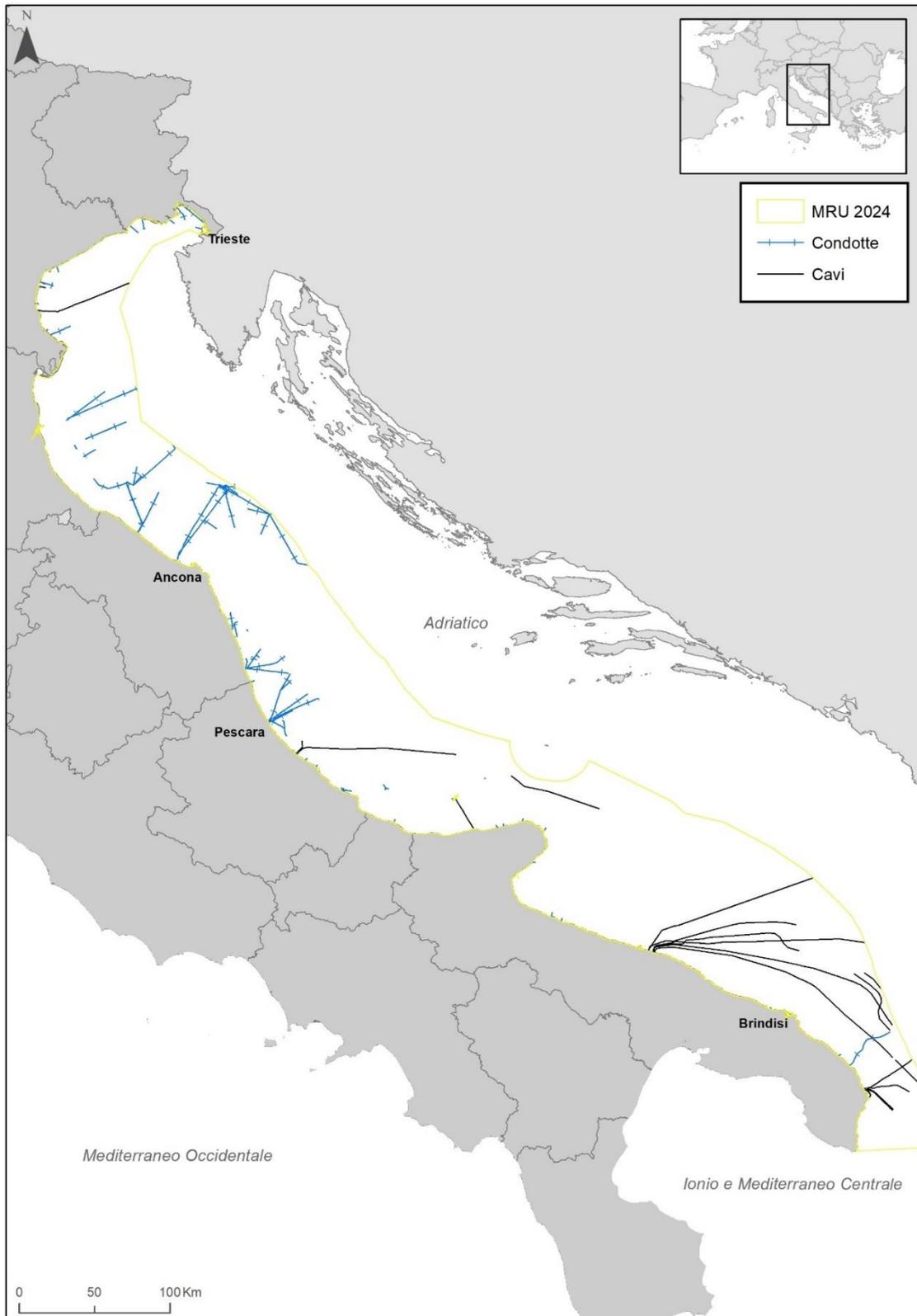
3. Articolo 8 del d.lgs. 190/2010 – Valutazione ambientale

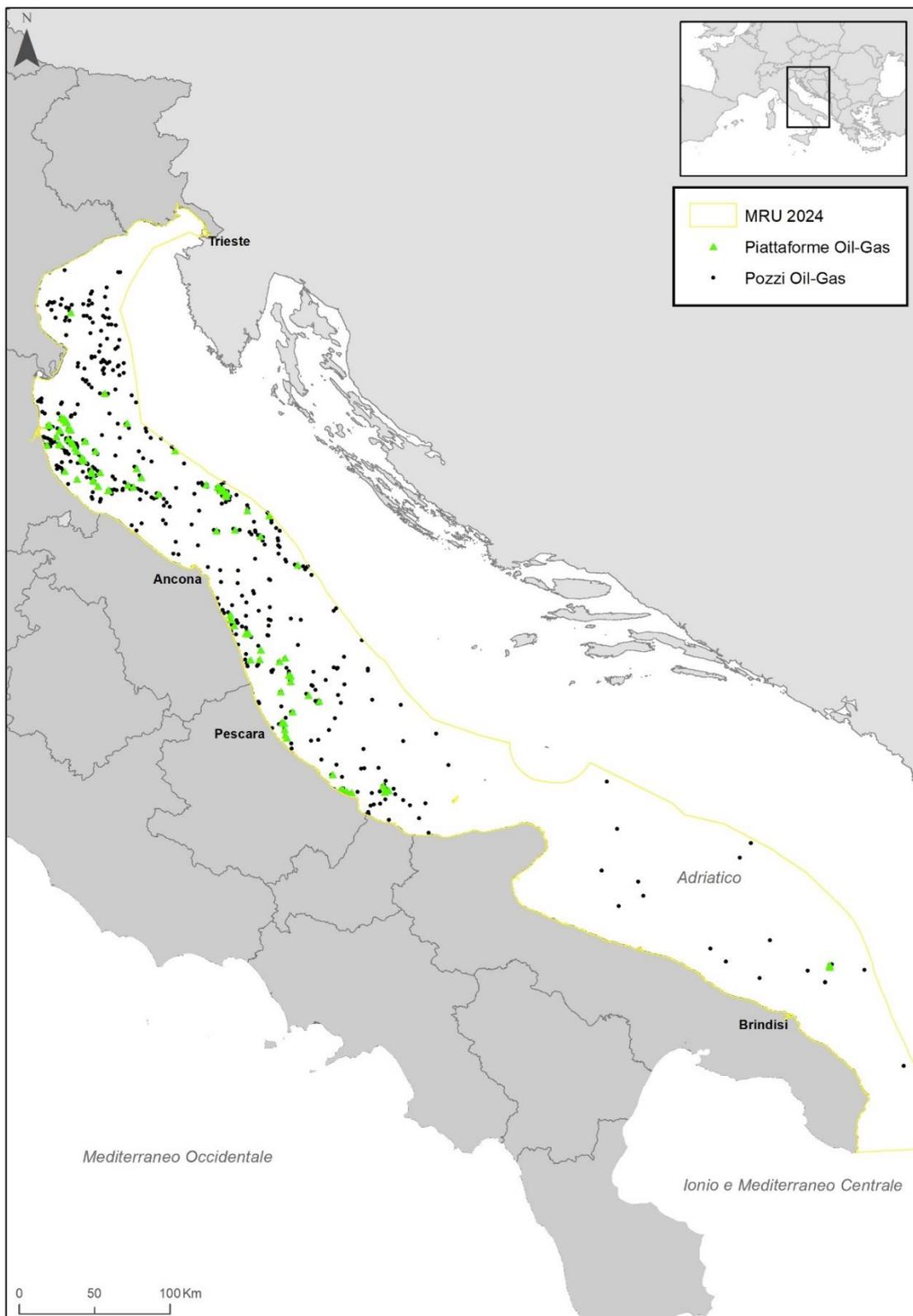
3.1 Criterio D6C1

D6C1 — Primario: estensione spaziale e distribuzione della perdita fisica (cambiamento permanente) del fondale marino naturale.

Per il criterio D6C1 sono riportati i dati di estensione (% e km²) dell'area sottoposta a perdita fisica.

MRU Mar Adriatico





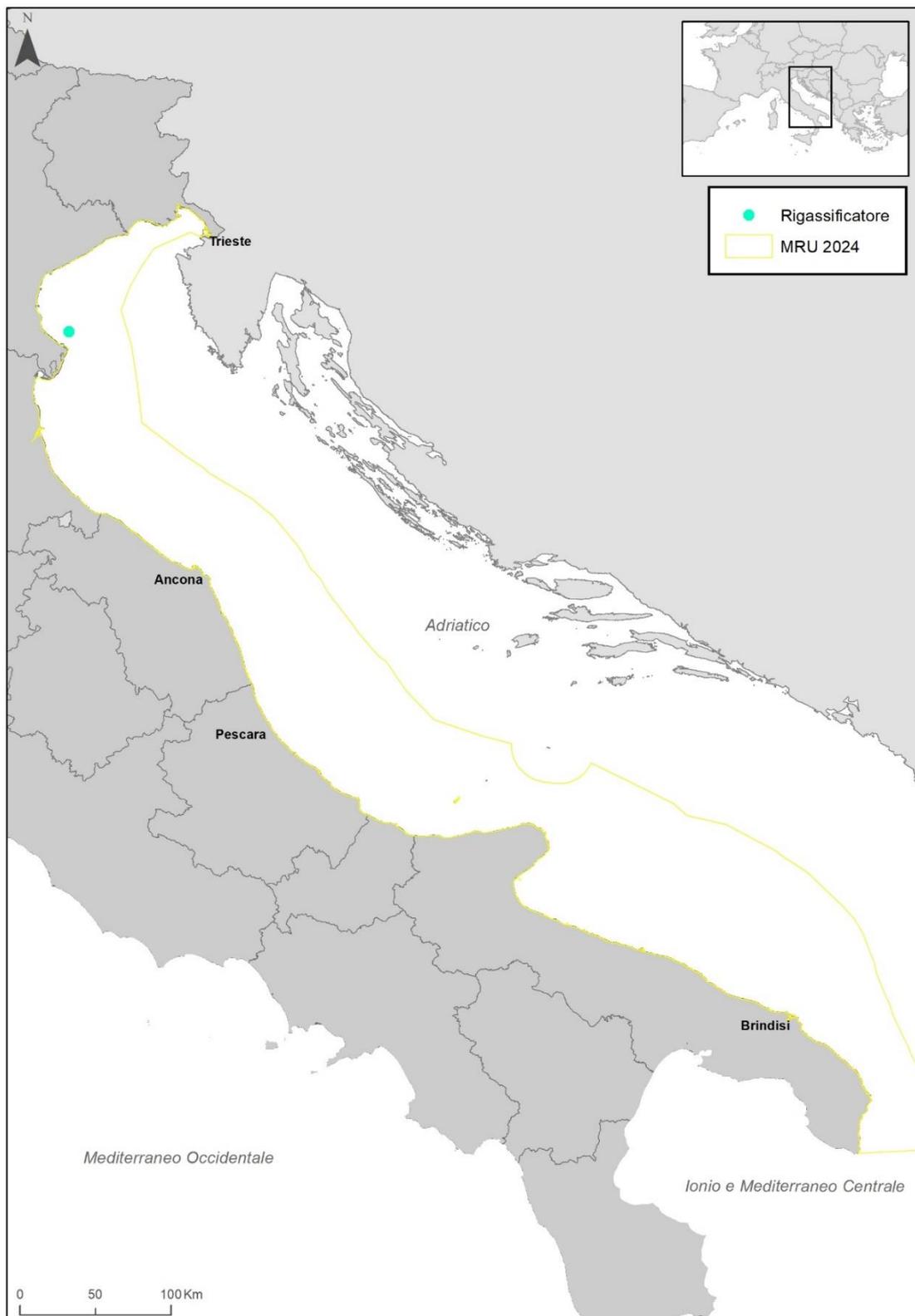
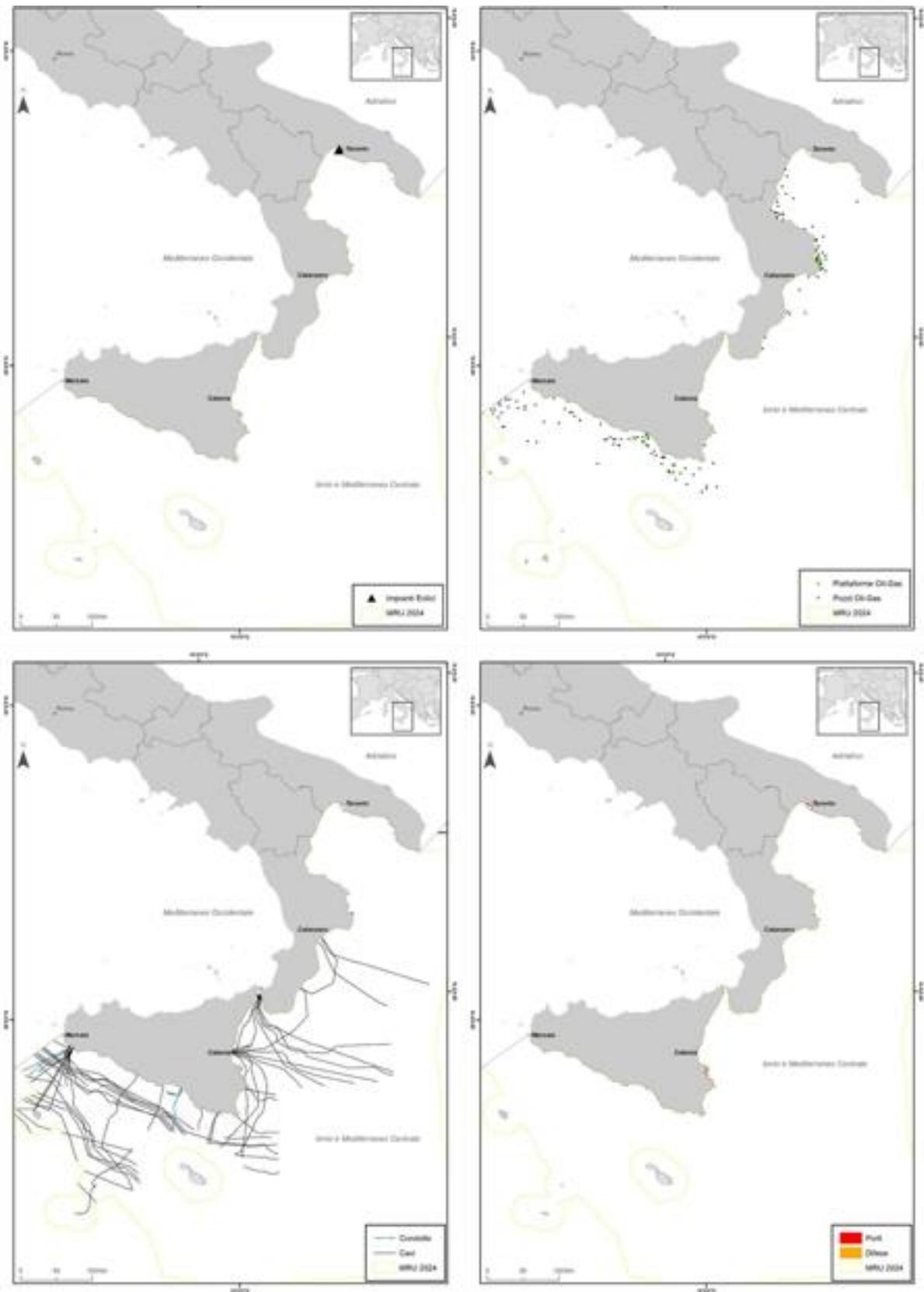
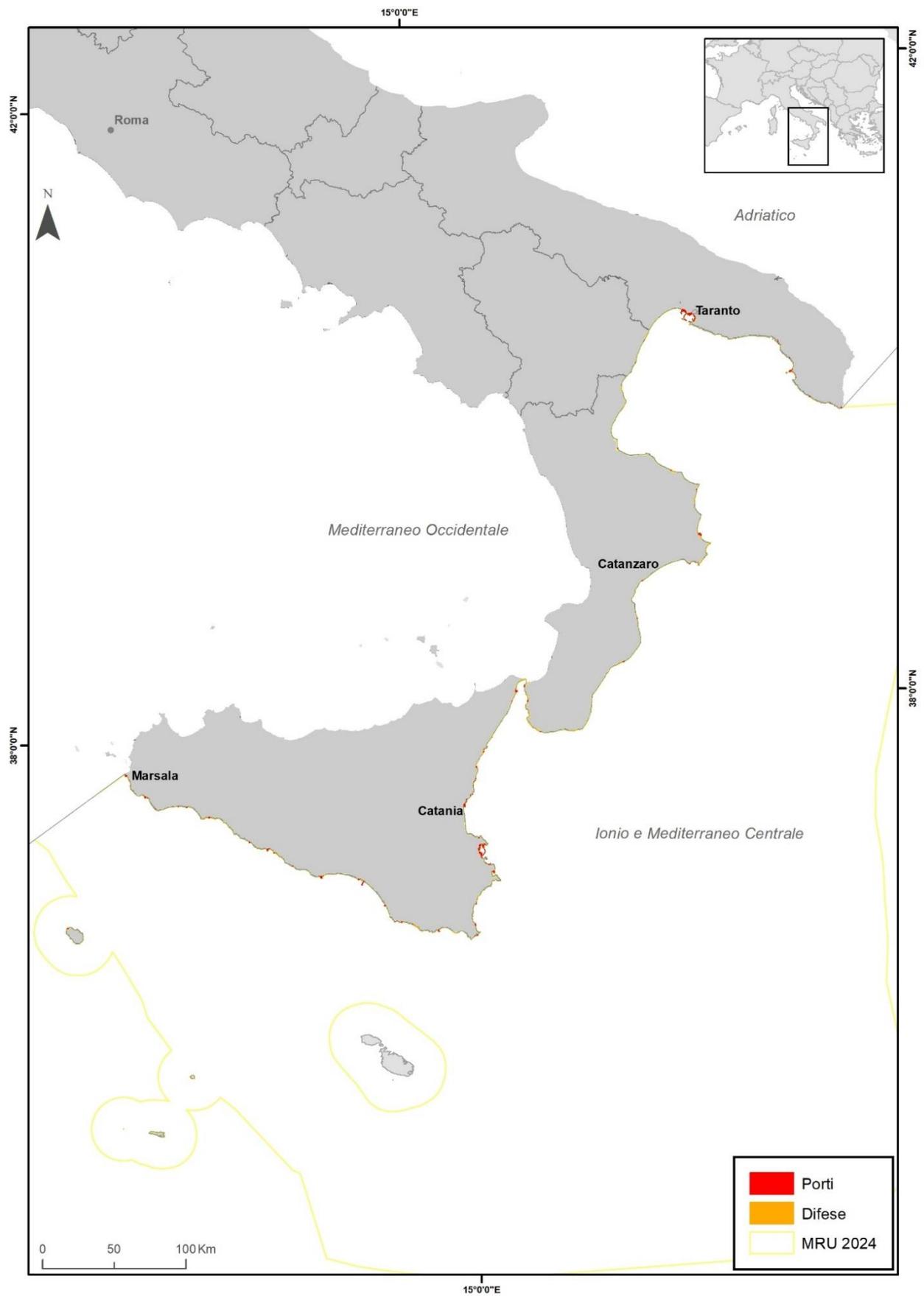


Figura 10. Mappatura delle attività che causano la perdita fisica (MRU Mar Adriatico).

MRU Mar Mediterraneo Centrale e Ionio





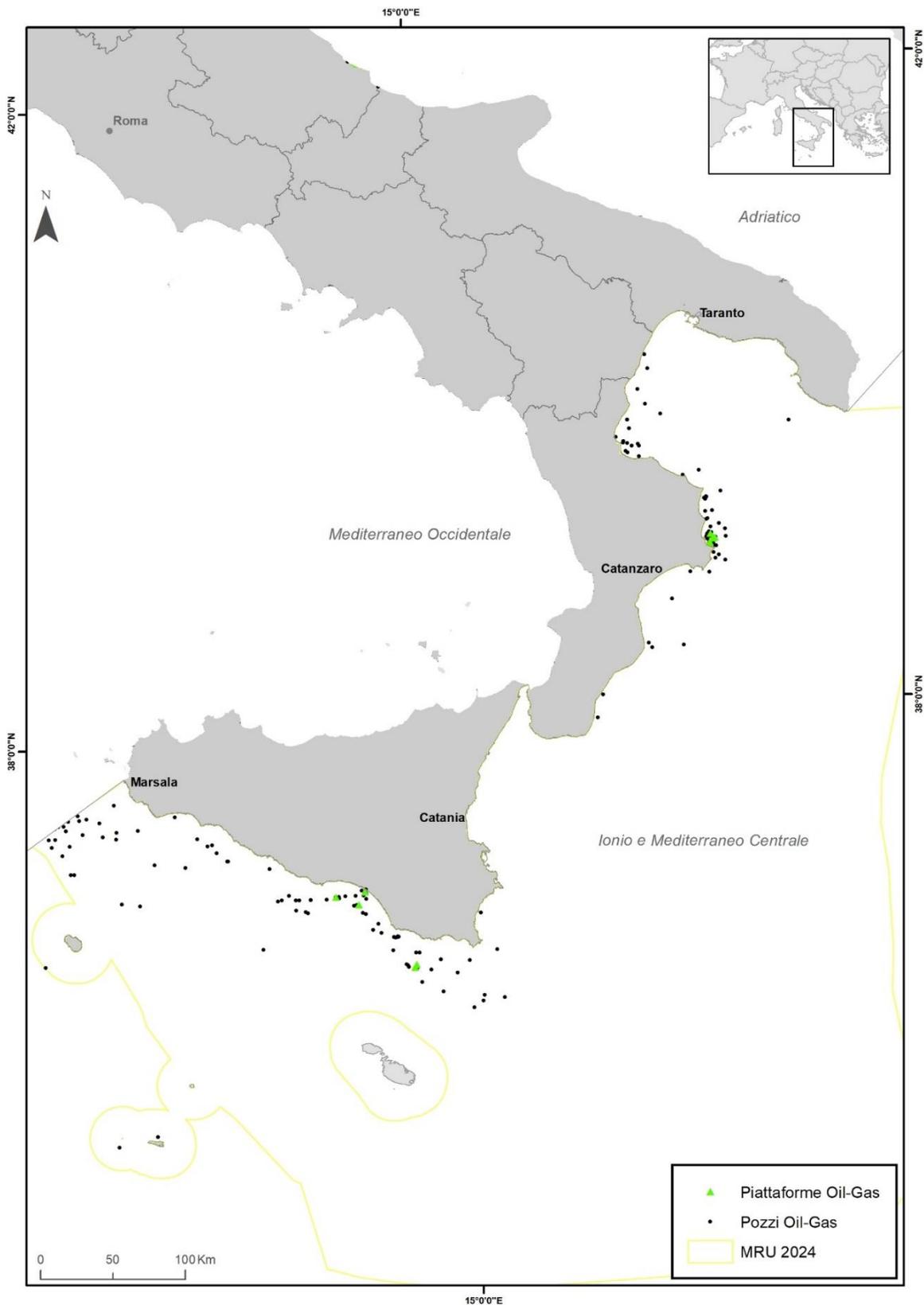
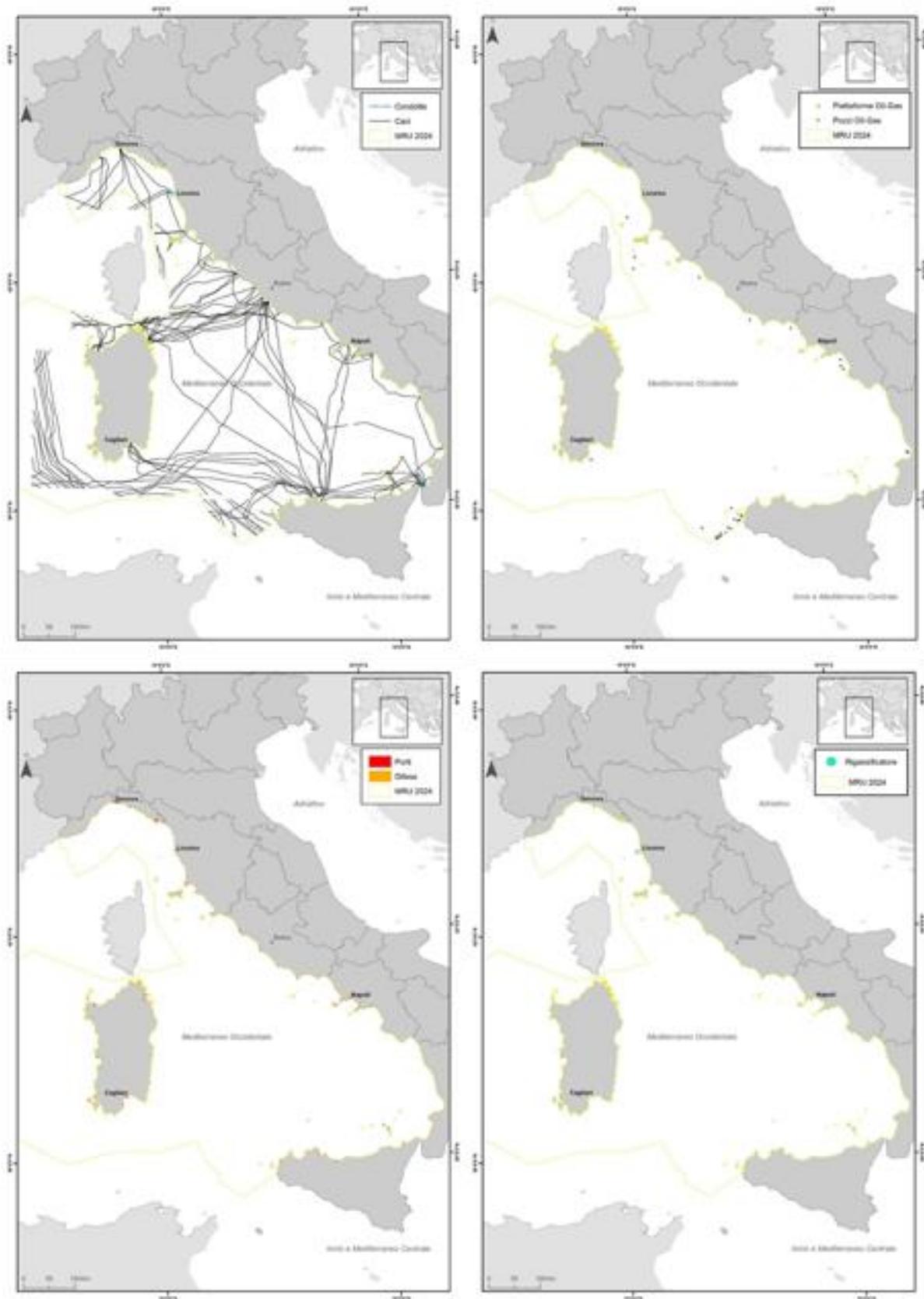
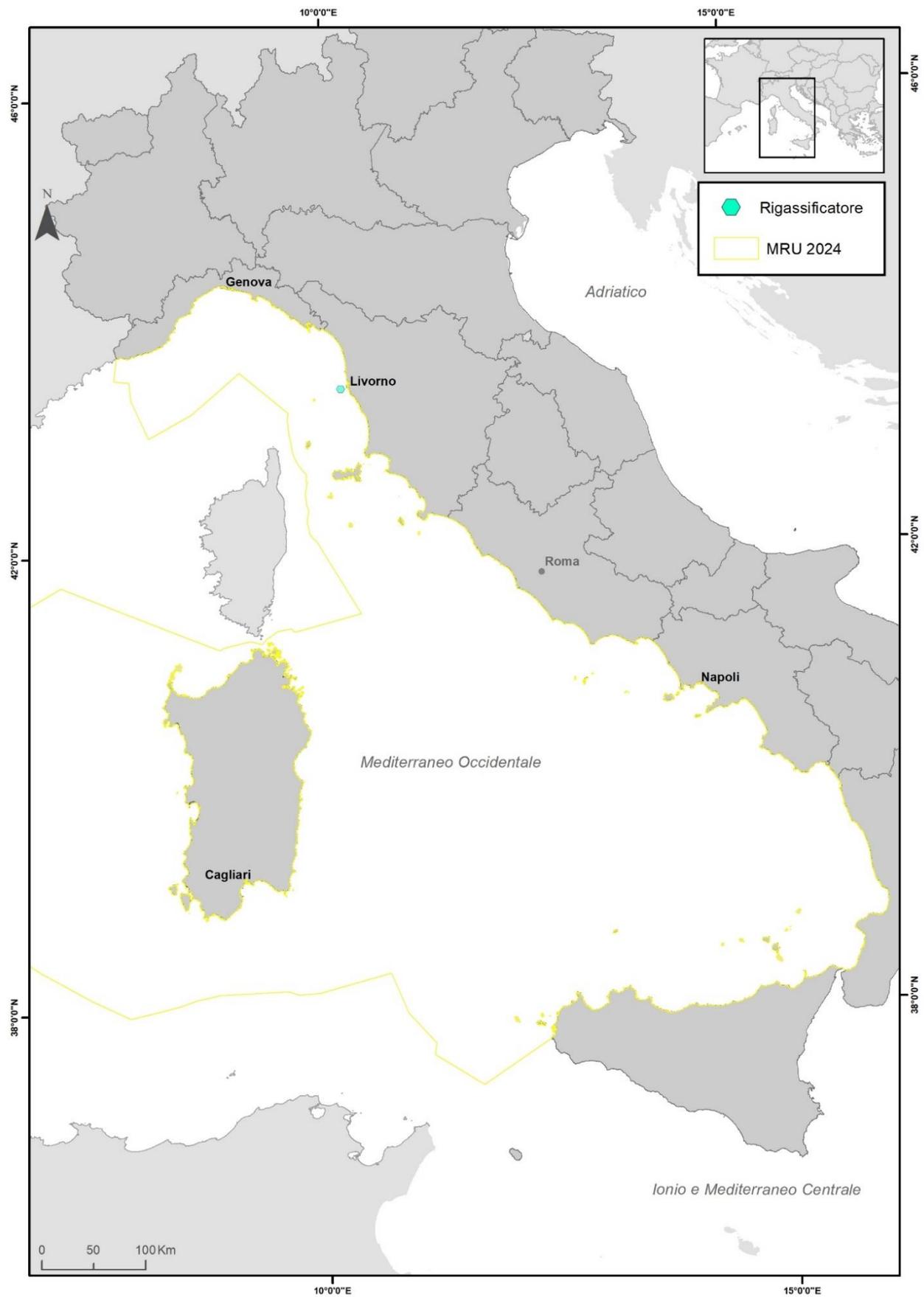
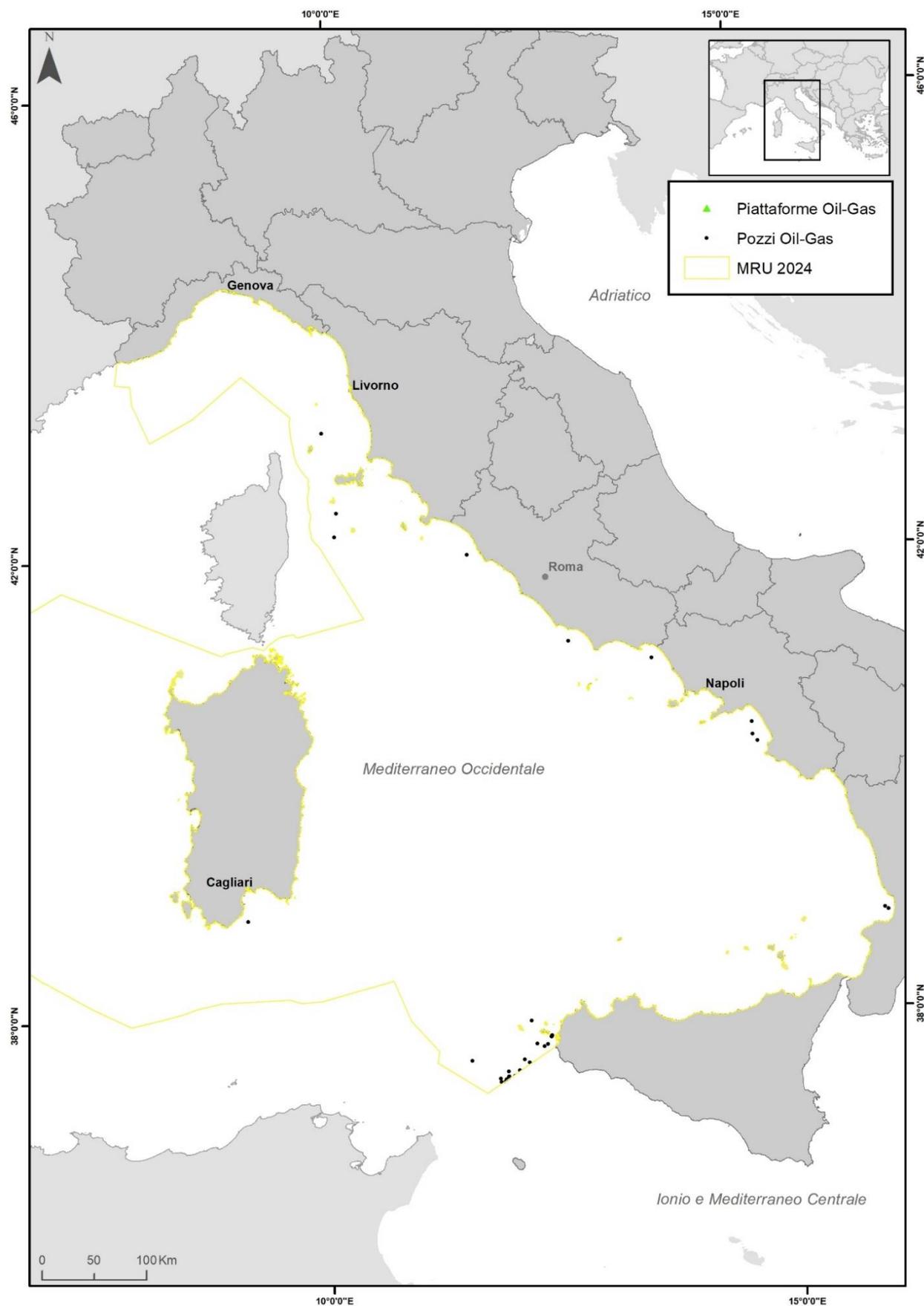


Figura 11. Mappatura delle attività che causano la perdita fisica (MRU Mediterraneo centrale e Mar Ionio)

MRU Mediterraneo Occidentale







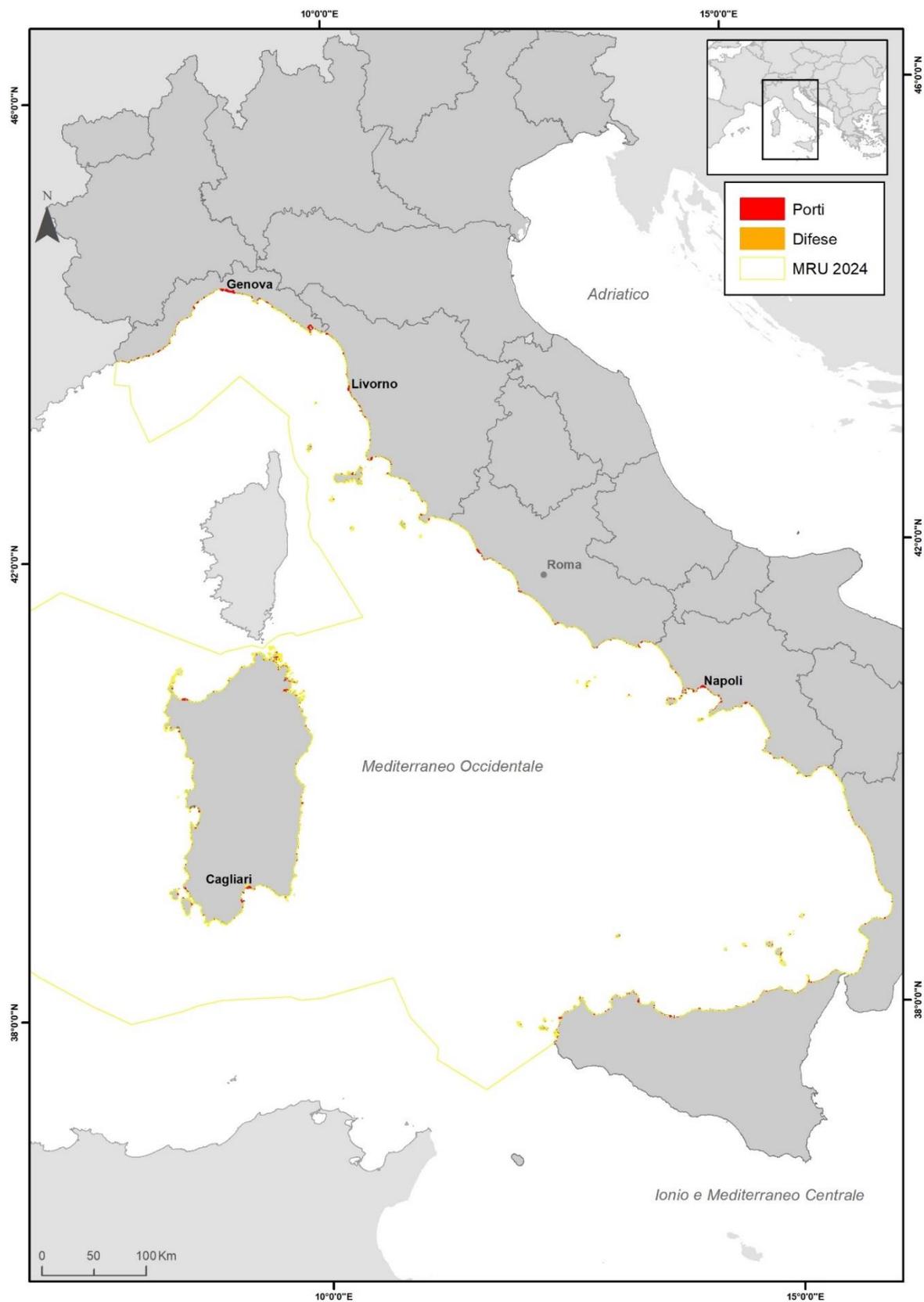


Figura 12. Mappatura delle attività che causano la perdita fisica (MRU Mediterraneo occidentale).

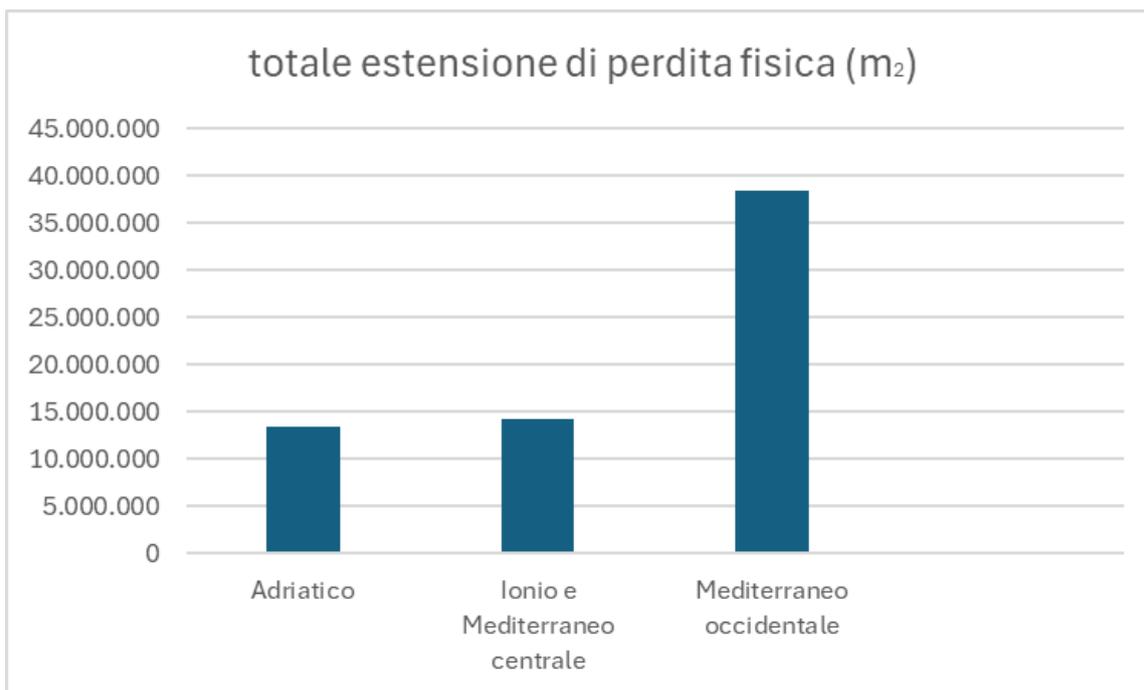


Figura 13. Estensione totale in m² della perdita fisica nelle tre MRU.

Nella tabella 4 vengono mostrate le estensioni e le percentuali rispetto all'estensione generale della MRU delle attività che generano pressione sui fondali marini.

Tabella 4. Estensione e percentuale delle attività che generano pressione sul fondale.

| MRU | cavi m ² | cavi % | condotte m ² | condotte % | porti m ² | porti % | opere di difesa m ² | opere di difesa % | somma pressioni m ² | somma pressioni Km ² |
|-------------------------------|---------------------|----------|-------------------------|------------|----------------------|----------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Adriatico | 4166206 | 0,00671% | 32722613 | 0,05270% | 8753011 | 0,01410% | 4326376 | 0,0070% | 49968206 | 50 |
| Ionio e Mediterraneo centrale | 22670535 | 0,01057% | 10134750 | 0,00473% | 9255729 | 0,00432% | 1116531 | 0,0005% | 43177545 | 43 |
| Mediterraneo occidentale | 58504243 | 0,01884% | 15868009 | 0,00511% | 31269507 | 0,01007% | 3503323 | 0,0011% | 109145081 | 109 |
| Totale perdita fisica | | | | | | | | | | 202 |

Si può notare come la MRU Mediterraneo occidentale risulti l'area con maggiore perdita fisica, a causa della presenza di perdita fisica dovuta a porti e cavi, mentre la MRU Adriatico è caratterizzata principalmente dalla presenza di piattaforme petrolifere e condotte che hanno creato sigillatura al fondale.

Quindi in totale nelle 3 MRU sono stati calcolati un totale di 202 km² di perdita fisica, in particolare:

Tabella 5

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| MRU Mar Adriatico | 50 km ² |
| MRU Mar Mediterraneo Centrale e Ionio | 43 km ² |
| MRU Mediterraneo Occidentale | 109 km ² |
| Totale perdita fisica | 202 km² |

Nella figura 14 vengono riportate per tutte e tre le MRU l'estensione della perdita fisica relativamente alle singole attività.

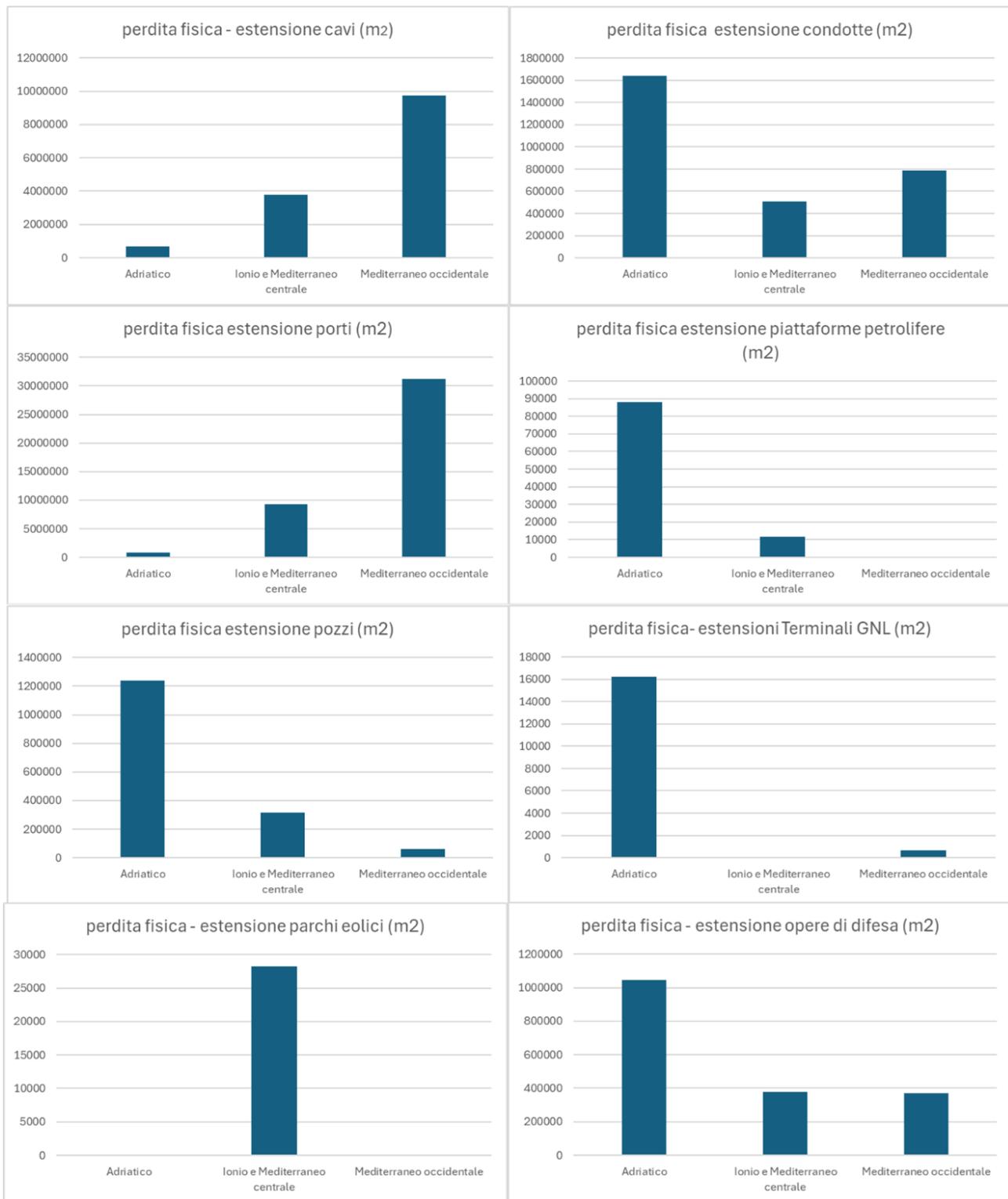


Figura 14. Estensione della perdita fisica determinata dalle singole attività nelle tre MRU.

Si fa presente che, relativamente alla perdita fisica misurata per il reporting 2018, il trend è risultato crescente; infatti, nel 2018 la perdita totale risultava equivalente a circa 193 km², mentre nel 2024 di 202 km² coinvolti nella perdita fisica (tabella 6).

Tabella 6. Perdita fisica nel reporting 2018 e 2024.

| Anno | km ² persi | | | totale km ² persi |
|------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Mar Adriatico | Mar Mediterraneo Centrale e Ionio | Mar Mediterraneo Occidentale | |
| 2018 | 47 | 40 | 106 | 193 |
| 2024 | 50 | 43 | 109 | 202 |

D6C2 — Primario: estensione spaziale e distribuzione delle pressioni di disturbo fisico sul fondale marino.

La tabella 7 riporta, relativamente al D6C2, le acquisizioni geofisiche prodotte dalle ARPA nel periodo 2016-2021, e nella tabella 8 sono elencati i dati utilizzati per la valutazione.

Tabella 7. Acquisizioni geofisiche prodotte dalle ARPA.

| ARPA | Anno | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| ABRUZZO | x | x | x | x | x | |
| EMILIA ROMAGNA | x | x | x | x | | |
| FRIULI VENEZIA GIULIA | x | | | x | x | |
| MARCHE | | x | x | x | x | |
| MOLISE | x | x | x | x | x | x |
| PUGLIA | | x | x | x | x | |
| VENETO | x | x | x | x | | |
| CAMPANIA | | | | x | x | x |
| TOSCANA | x | | x | x | x | x |
| CALABRIA | | | | x | | x |
| SICILIA | x | x | x | x | x | x |

In allegato al documento si riportano le schede raffiguranti le acquisizioni geofisiche prodotte dalle ARPA e da ISPRA (*Allegato 1e 2- Acquisizioni geofisiche ARPA 2016-2021; ISPRA 2019-2021*).

Tabella 8. Dati acquisizioni geofisiche prodotte dalle ARPA.

| Sottoregione | ARPA | ANNUALITA' | Profondità (min max raster multibeam) | Profondità (min max delle cale da file excel) | Estensione area Multibeam | Estensione area SSS |
|--------------|-----------------------|------------|---------------------------------------|---|---|--|
| Adriatico | Abruzzo | 2016 | 10-59 m 24-64 m | 10-50 m 22-57 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Abruzzo | 2017 | 20-33 m | 21-30 m | 27 km ² | 27 km ² |
| Adriatico | Abruzzo | 2018 | - | 29-55 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Abruzzo | 2019 | - | 19-52 m | 22 km ² | 22 km ² |
| Adriatico | Abruzzo | 2020 | - | - | - | 25 km ² |
| Adriatico | Emilia-Romagna | 2016 | - - | 19-23 m 14-21 m | - - | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Emilia-Romagna | 2017 | 18-30 m 21-27 m | 16-19 m 21-26 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Emilia-Romagna | 2018 | - 25-28 m | 22-25 m 26-28 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Emilia-Romagna | 2019 | 17-31 m 21-29 m | 18-30 m 23-28 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Friuli-Venezia Giulia | 2016 | 14-22 m 18-25 m | 17-20 m 19 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Friuli-Venezia Giulia | 2019 | 15-23 m 14-22 m | 15-22 m 16-19 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Friuli-Venezia Giulia | 2020 | 18-25 m | 19-22 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Marche | 2017 | - - | 14-18 m 15-19 m | - - | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Marche | 2018 | - - | 14-18 m 16-20 m | - - | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Marche | 2019 | - - | 12-14 m 24-33 m | - - | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Marche | 2020 | - - | - - | - - | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Molise | 2017 | 18-34 m 20-48 m - | 20-28 m 22-30 m 20-29 m | 25 km ² 25 km ² - | 25 km ² 25 km ² 25 km ² |

| Sottoregione | ARPA | ANNUALITA' | Profondità (min max raster multibeam) | Profondità (min max delle cale da file excel) | Estensione area Multibeam | Estensione area SSS |
|-------------------------------|----------|------------|---------------------------------------|---|--|--|
| Adriatico | Molise | 2018 | 13-28 m | 16-22 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Molise | 2019 | 13-24 m 21-49 m | 16-31 m 30-53 m | 25 km ² 25 km ² | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Molise | 2020 | - - | 18-33 m 49-79 m | - - | 25 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Molise | 2021 | 63-87 m | - | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Puglia | 2017 | 19-26 m | 16-20 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Puglia | 2018 | 19-49 m | 18-37 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Puglia | 2020 | 14-17 m | 15-16 m | 20 km ² | 20 km ² |
| Adriatico | Puglia | 2021 | 89-118 m | 90-99 m | 22 km ² | 22 km ² |
| Adriatico | Veneto | 2016 | - 18-24 m | 19-22 m 20-22 m | 27 km ² 25 km ² | 27 km ² 25 km ² |
| Adriatico | Veneto | 2017 | 24-29 m | 24-27 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Veneto | 2018 | 17-24 m | 19-22 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Adriatico | Veneto | 2019 | 15-20 m | 17-19 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Ionio e Mediterraneo Centrale | Calabria | 2021 | - | 42-118 m | - | 25 km ² |
| Ionio e Mediterraneo Centrale | Sicilia | 2017 | 42-63 m 40-74 m | 45-56 m 42-67 m | 25 km ² 27 km ² | 25 km ² 27 km ² |
| Ionio e Mediterraneo Centrale | Sicilia | 2018 | 37-76 m | 40-71 m | 26 km ² | 26 km ² |
| Ionio e Mediterraneo Centrale | Sicilia | 2020 | 50-98 m 49-100 m | 53-94 m 51-85 m | 31 km ² | 27 km ² |
| Ionio e Mediterraneo Centrale | Sicilia | 2021 | 33-103 m | 120-154 m | 25 km ² | 25 km ² |
| Mediterraneo occidentale | Calabria | 2020 | - - | 51-93 m 34-96 m | - - | 18 km ² 22 km ² |

| Sottoregione | ARPA | ANNUALITA' | Profondità (min max raster multibeam) | Profondità (min max delle cale da file excel) | Estensione area Multibeam | Estensione area SSS |
|--------------------------|----------|------------|---------------------------------------|---|--|--|
| Mediterraneo occidentale | Campania | 2020 | - - | 21-30 m 33-74 m | - - | 25 km ² 27 km ² |
| Mediterraneo occidentale | Campania | 2021 | - | 43-72 m | - | 25 km ² |
| Mediterraneo occidentale | Sicilia | 2016 | 26-128 m | 47-56 m | 35 km ² | 30 km ² |
| Mediterraneo occidentale | Sicilia | 2019 | 25-100 m 32-100 m | 52-62 m 46-80 m | 26 km ² 25 km ² | 26 km ² 25 km ² |
| Mediterraneo occidentale | Toscana | 2016 | - | 105-114 m | - | 16 km ² |
| Mediterraneo occidentale | Toscana | 2018 | 34-74 m | 49-78 m | 25 km ² | - |
| Mediterraneo occidentale | Toscana | 2019 | 52-93 m | 62-90 m | 18 km ² | - |
| Mediterraneo occidentale | Toscana | 2020 | 56-105 m | 69-97 m | 25 km ² | - |

Per quanto riguarda le acquisizioni geofisiche svolte nella MRU Mar Adriatico dalle ARPA il dato che innanzitutto emerge è la grande difficoltà nell'individuare aree a basso impatto di pesca; come si può notare ISPRA nel 2019 ha ritenuto di dover monitorare presso il Terminale GNL di Porto Viro per operare in una zona con evidente basso impatto da attrezzi da pesca.

Fino al 2019 il protocollo di monitoraggio richiedeva un'accuratezza del rilevamento a 5 metri che si è dimostrata non sufficiente per rilevamento delle tracce degli attrezzi di pesca sul fondale. Successivamente le acquisizioni sono state condotte seguendo il nuovo protocollo di acquisizione a 1 metro ciò ha permesso di elaborare i dati al fine di validare il modello AIS. Inoltre, con la conduzione delle indagini geofisiche è stato possibile delineare anche i cambiamenti di substrato e identificare i possibili ostacoli (substrati duri, afferrature) per lo svolgimento delle campagne sperimentali di pesca per l'identificazione della comunità epimegabentonica D603.

ISPRA ha proceduto alle seguenti campagne applicando lo stesso protocollo, ma solo dal 2019 ha avuto mandato dal Ministero di poter procedere operativamente alle indagini in mare.

Nella tabella 9 vengono riportati i dati relativi alle 4 campagne effettuate da ISPRA nel periodo 2019-2021.

Tabella 9. Dati relativi alle campagne effettuate da ISPRA nel periodo 2019-2021.

| Sottoregione | Area | Periodo | Profondità | Estensione area Multibeam | Estensione area SSS |
|-----------------------------------|---------|------------------------|--------------------|--|-----------------------------------|
| Mar Adriatico | Veneto | giugno 2019 | 27-39 m | Area L- 22,2 km ² | - |
| | | | 25-33 m | Area M- 11,6 km ² | - |
| | | | 31-33 m | Area H- 25,8 km ² | - |
| Mar Ionio e Mediterraneo Centrale | Sicilia | giugno-luglio 2020 | 50-67 m | Area L- 25,5 km ² | - |
| | | | 42-73 m | Area H- 26,5 km ² | - |
| Mar Mediterraneo Occidentale | Toscana | settembre-ottobre 2020 | 78-98 m 68-98 m | Area L- 24,2 km ² Area H- 25,6 km ² | Area L- 14,8 km ² - |
| Mar Ionio e Mediterraneo Centrale | Sicilia | giugno 2021 | 145-201 m | Area L- 26 km ² | Area L- 10,5 km ² |
| | | | 117-201 m | Area H- 29 km ² | Area H- 23 km ² |

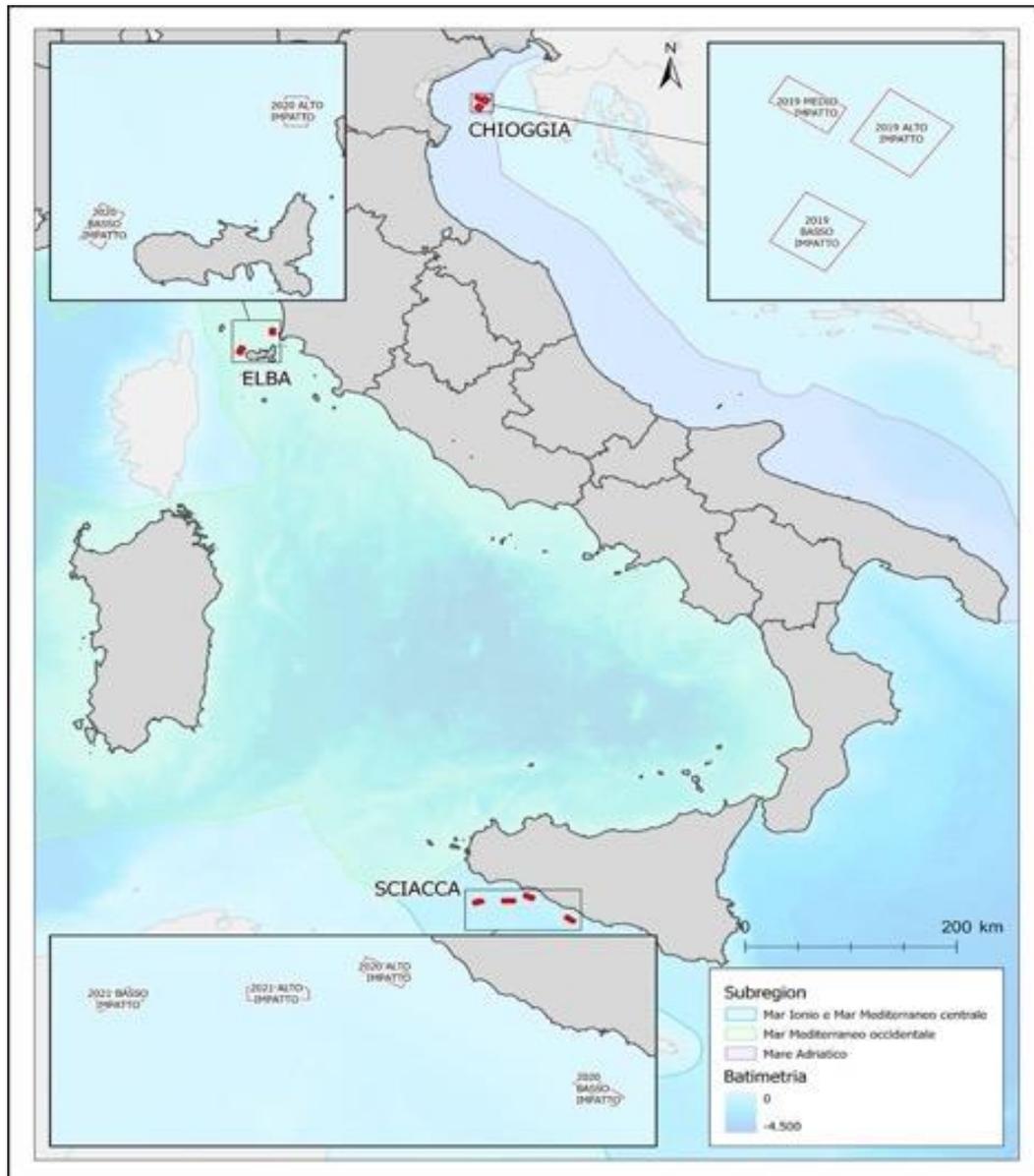


Figura 15. Mappature delle indagini acustiche ISPRA nel periodo 2019-2021.

In allegato al documento si riportano i risultati delle acquisizioni geofisiche effettuate da ISPRA (*Allegato 2- Acquisizioni geofisiche ISPRA 2019-2021*).

I rilievi acustici effettuati tramite ecoscandaglio multifascio e sonar a scansione laterale possono integrare/confermare le informazioni AIS/VMS nella valutazione dell'impatto fisico dovuto agli attrezzi da pesca. Grazie alle alte risoluzioni della strumentazione utilizzata è inoltre possibile determinare la natura dell'attrezzo di pesca utilizzato e la superficie interessata.

L'utilizzo dei dati acustici preliminarmente eseguita prima del PdM D603, oltre a determinare l'intensità di pesca, ha aiutato nella scelta delle aree specifiche nelle quali eseguire le calate di pesca sperimentali, attraverso l'individuazione del substrato più idoneo e evitando l'eventuale presenza di ostacoli (es. relitti, materiale ferroso, substrati rocciosi, etc.). Nel caso di batimetrie più elevate il dato acquisito con il multibeam è stato spesso integrato con rilievi SSS.

Le attività catalogate e georeferite che arrecano perturbazione fisica sui fondali italiani sono le attività di pesca, gli impianti di acquacoltura e l'attività di dragaggio.

Per quanto riguarda le attività di acquacoltura di seguito sono indicate le occupazioni su alcuni BHT nelle tre MRU.

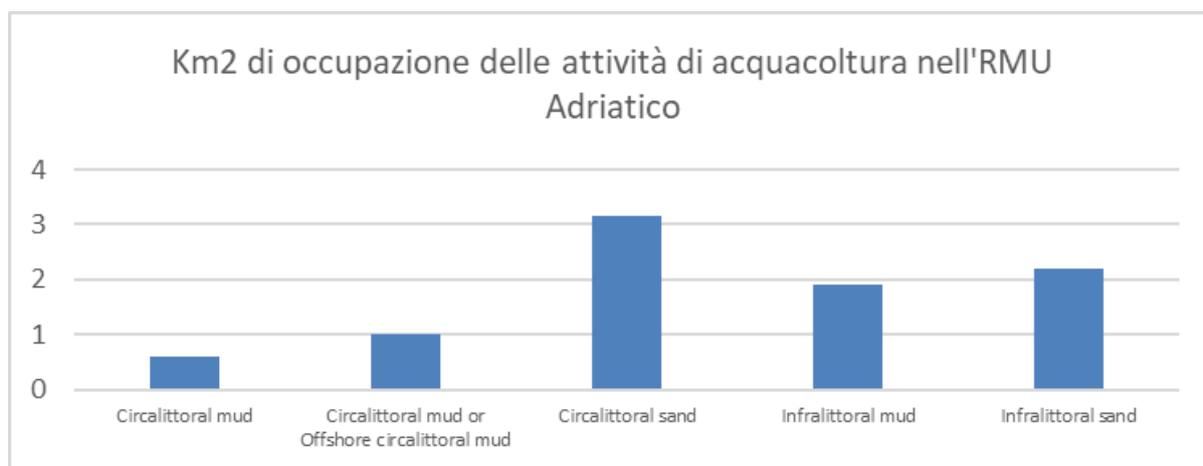


Figura 16. Occupazioni RMU Adriatico

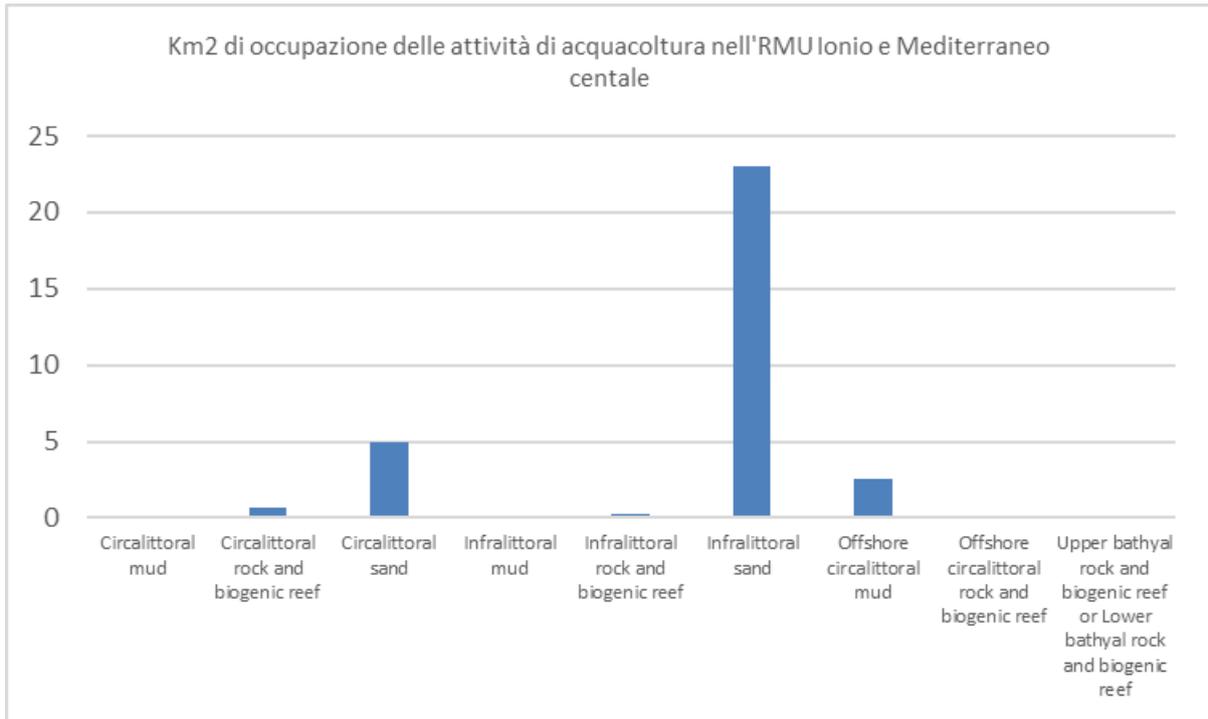


Figura 17. Occupazioni RMU Ionio e Mediterraneo Centrale

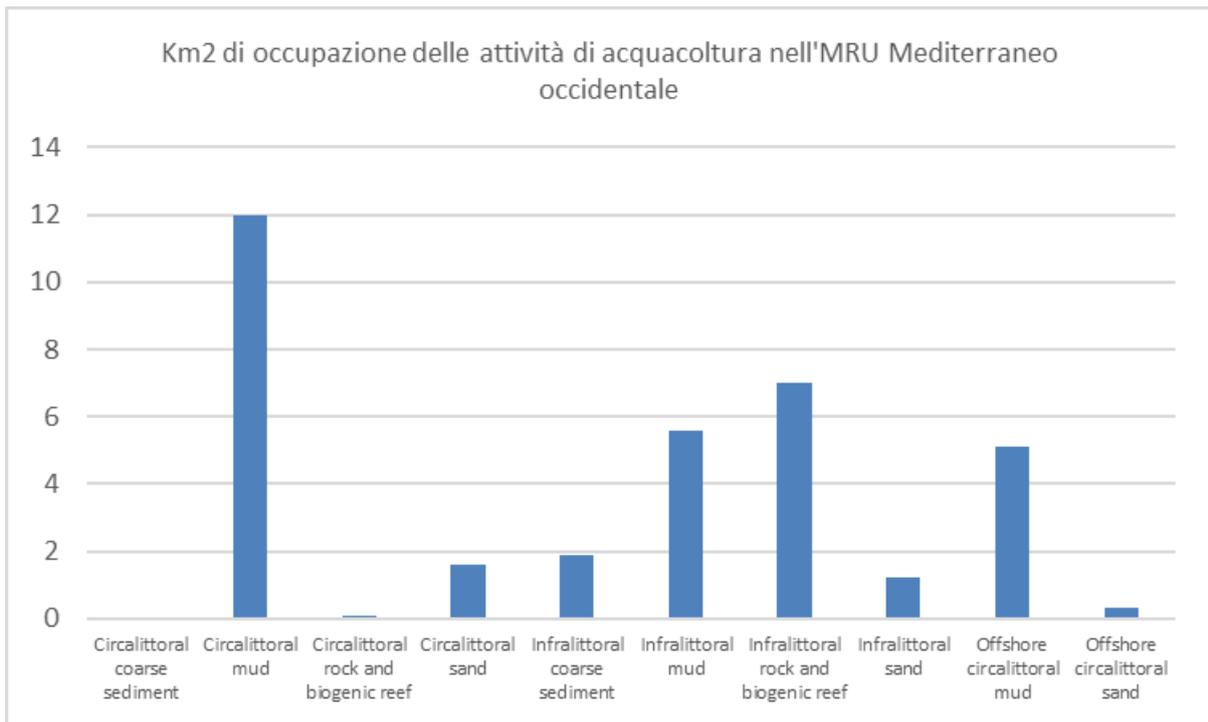


Figura 18. Occupazioni RMU Mediterraneo Occidentale

Per quanto riguarda le attività di dragaggio (scarico in mare di materiale portuale dragato) nel grafico seguente vengono riportate le estensioni delle aree interessate da questa specifica perturbazione fisica su alcuni BHT nelle tre MRU.

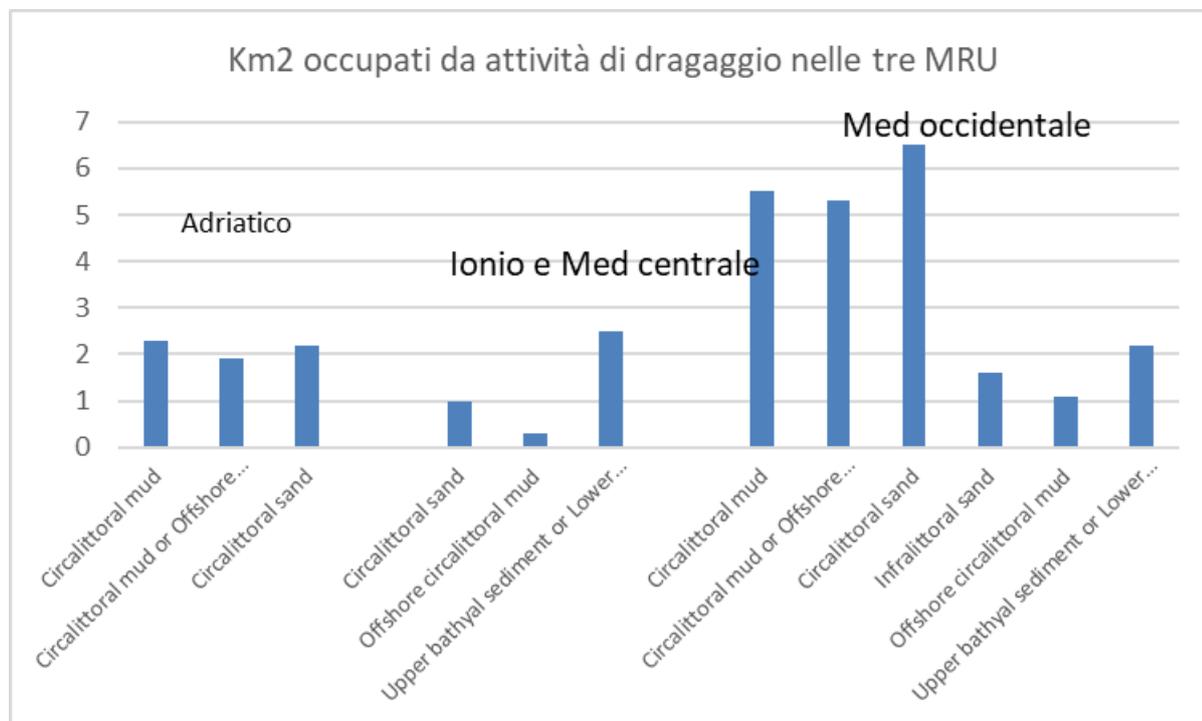


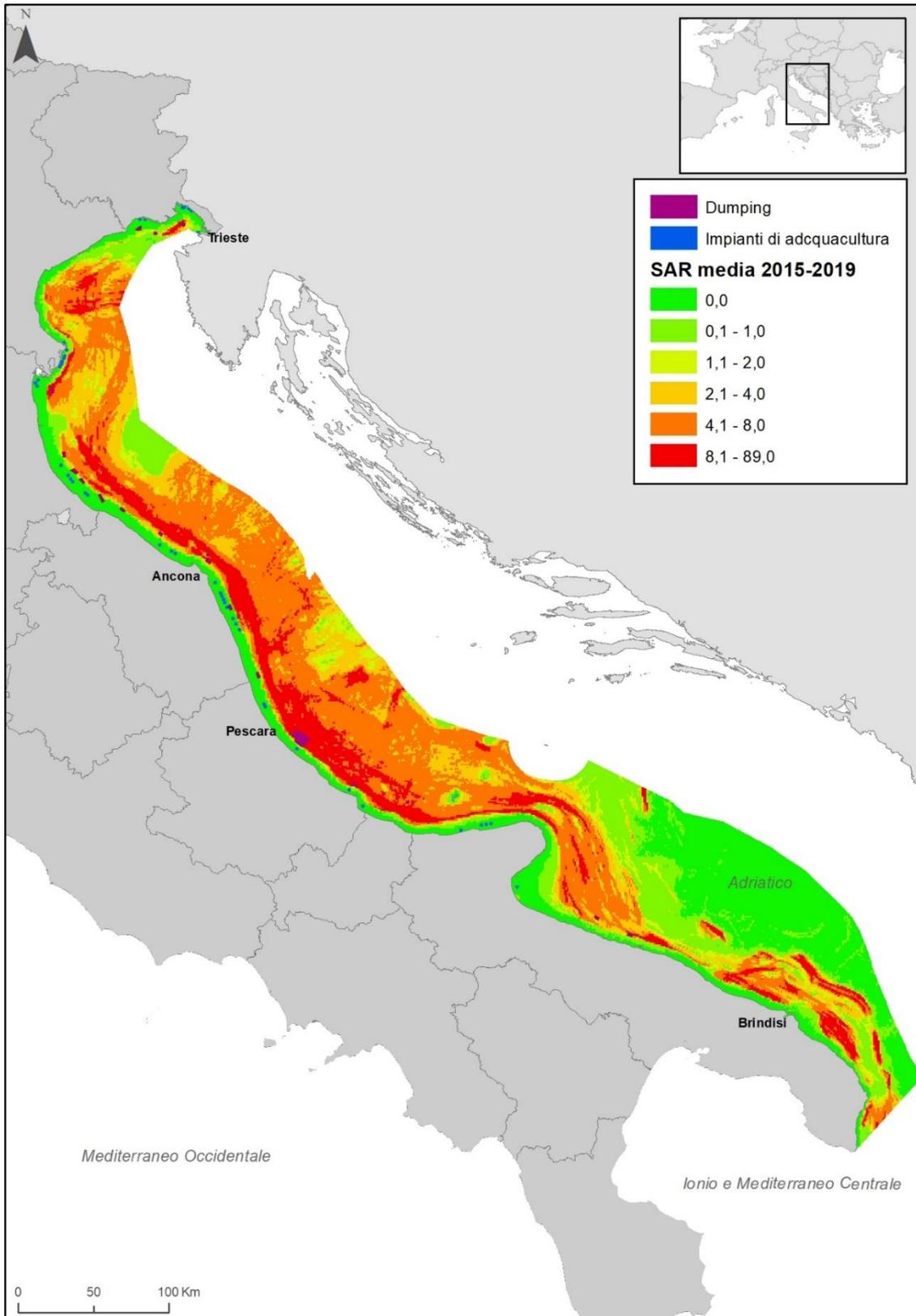
Figura 19. Attività di dragaggio nelle tre MRU

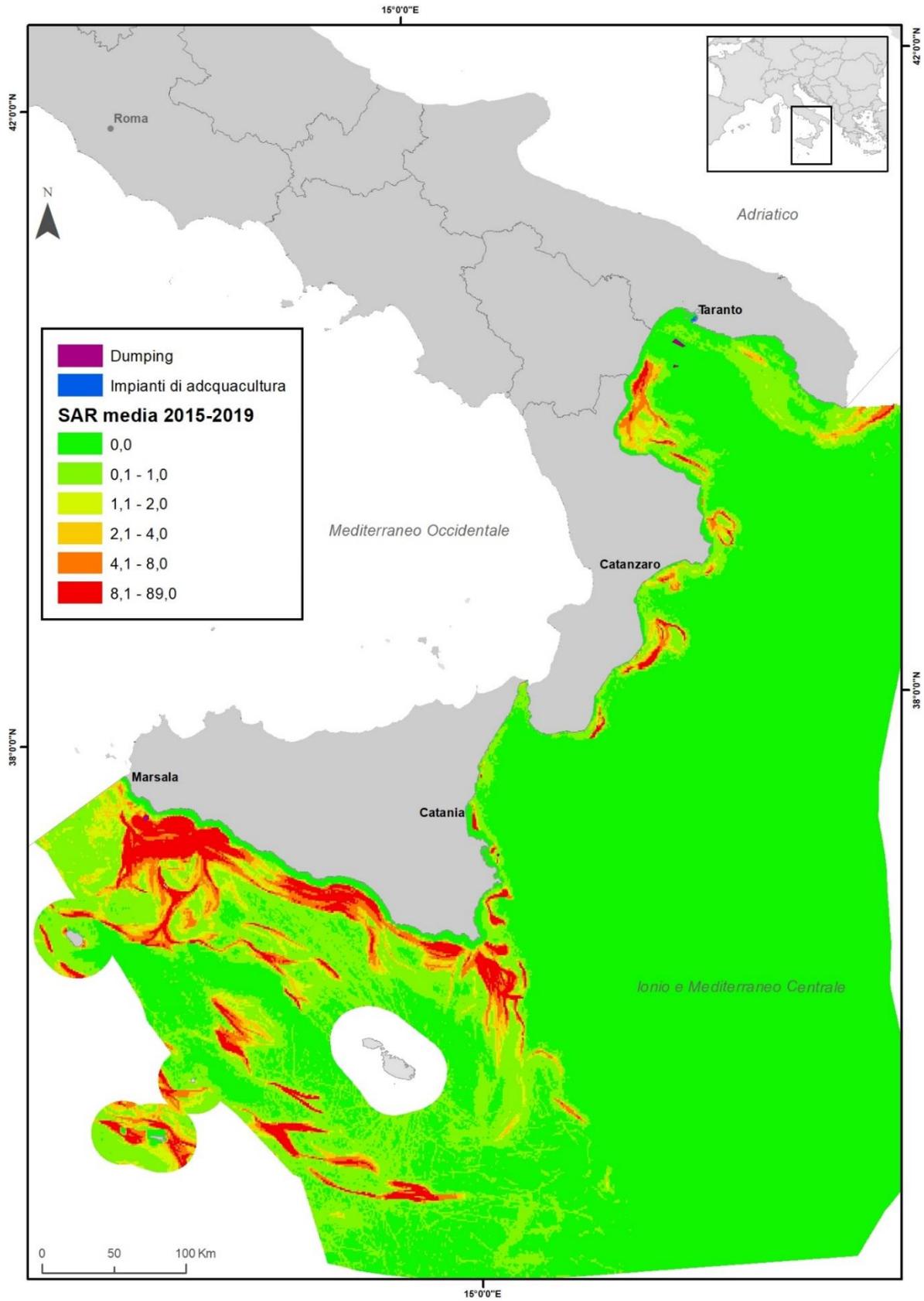
La MRU del Mediterraneo occidentale mostra i valori maggiori di perturbazione fisica. Di seguito (Fig. 20) vengono inserite le mappe riferite alle perturbazioni fisiche per MRU.

Per quanto riguarda l'attività di attrezzi di pesca che interagiscono sul fondale, la scala dei range utilizzati in legenda fa riferimento al valore medio della SAR negli anni 2015-2019 plottati nella griglia con celle 1 km x 1 km, basato sull'integrazione di dati VMS e AIS.

In generale questa pressione si sviluppa principalmente sulla piattaforma continentale. Si osserva quindi una estensione più ampia nel Mar Adriatico a causa della conformazione dei fondali.

Rispetto alle attività di acquacoltura e di dragaggio, le attività di pesca costituiscono sicuramente la pressione che crea maggior impatto nelle tre MRU.





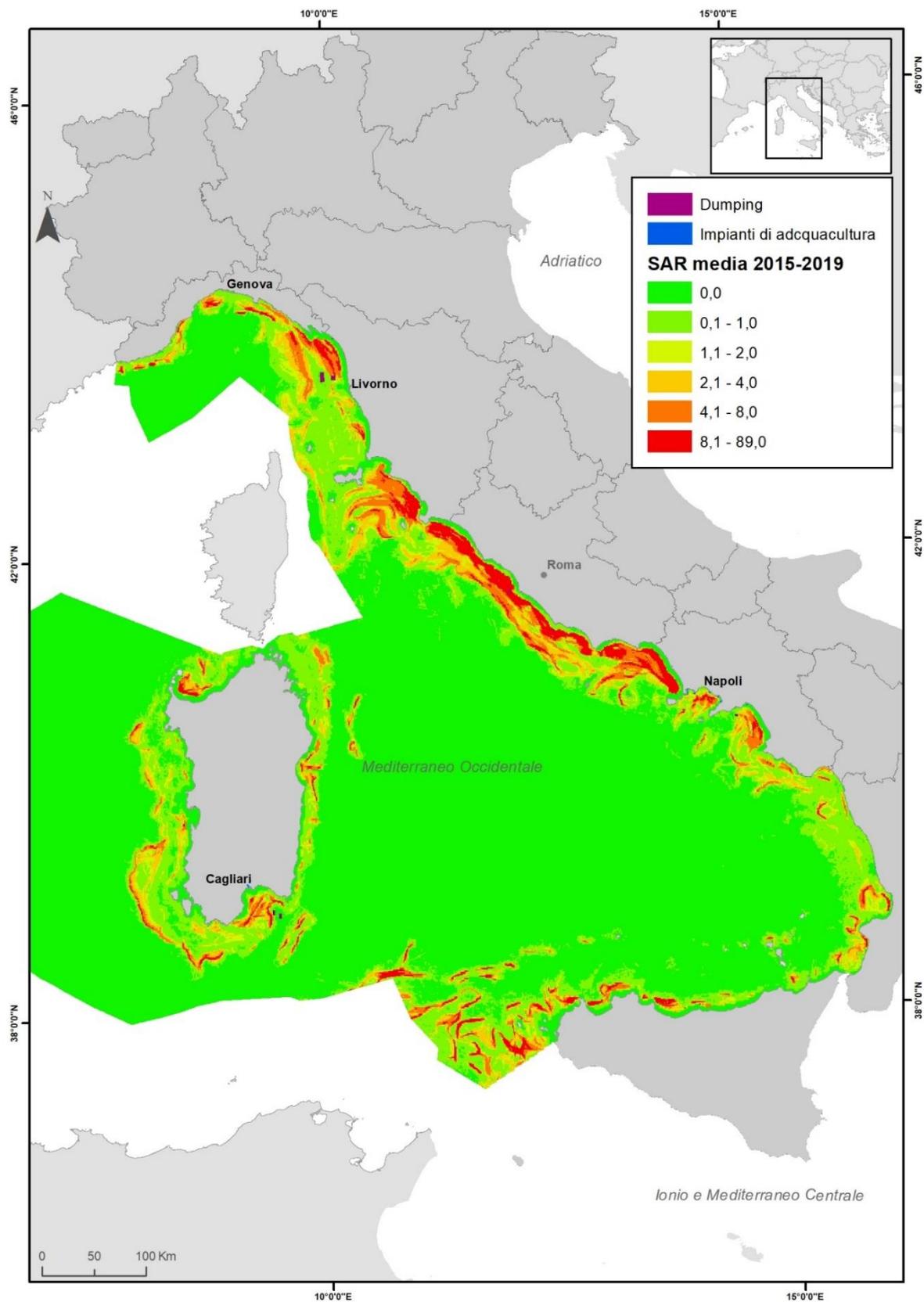


Figura 20. Perturbazioni fisiche nelle tre MRU

3.2 Criterio D6C3

D6C3 — Primario: estensione spaziale di ciascun tipo di habitat che subisce effetti negativi a causa di cambiamenti nella sua struttura biotica e abiotica e nelle sue funzioni (ad esempio attraverso cambiamenti nella composizione delle specie e nella loro relativa abbondanza, assenza di specie particolarmente sensibili o fragili o di specie che forniscono una chiave funzione, struttura dimensionale delle specie), da disturbi fisici. Gli Stati membri stabiliscono valori soglia per gli effetti negativi dei disturbi fisici, attraverso la cooperazione regionale o subregionale

3.2.1 Descrizione dell'approccio metodologico

Per gli habitat non biogenici il Monitoraggio Nazionale prevede il campionamento del popolamento epimegabentonico (Programmi di Monitoraggio Strategia Marina D6 Modulo9) in diversi habitat e, in siti sottoposti a diversa pressione e la valutazione della sensibilità degli habitat alla pressione di pesca sulla base dell'analisi di alcune caratteristiche o tratti funzionali delle specie rilevate.

A tale scopo è stato utilizzato un *Population Dynamic model* (PD) che restituisce un valore di impatto della sola pressione esercitata dalla pesca sulla comunità epimegabentonica presente considerando le seguenti variabili: longevità di ogni specie (usato come *proxy* della sensibilità di della specie e alla pressione di pesca), biomassa di ogni specie, habitat interessati dalla pressione, sforzo di pesca e tasso di rimozione-mortalità esercitato dall'attrezzo di pesca considerato (Pitcher et al., 2017; Hiddink et al., 2017; van Denderen et al., 2020).

Il *Population Dynamic model* (PD) consente di calcolare il *Relative Benthic Status* (RBS). Il RBS rappresenta la quota parte della comunità epimegabentonica, presente nell'unità spaziale di riferimento, che sopravvive alla pressione esercitata dalla pesca. Si tratta di un indice che varia tra 0 e 1 e raggiunge il valore massimo 1 nel caso in cui la pressione sia pari a 0. Un valore di RBS alto indica quindi uno stato buono della comunità epimegabentonica. La formula del RBS è la seguente:

$$RBS = 1 - \frac{\text{Fishing Effort} \times \text{Depletion Rate}}{\text{Recovery Rate}}$$

dove il *Fishing effort* è dato dalla SAR (*Swept Area Ratio*) ossia il numero di volte in cui un'area viene spazzata interamente dagli attrezzi da pesca. Se una cella della griglia ha un SAR annuale pari a 1 ciò significa che in media l'intera cella viene spazzata una volta all'anno. Una SAR di 0,5 significa che in media metà della cella viene spazzata una volta all'anno. Il *Depletion Rate* (tasso di esaurimento) è differente per ogni attrezzo (0.14 per il rapido - TBB e 0.06 per reti a strascico - OTB da Hiddink et al. 2017) e rappresenta la frazione di organismi uccisi da un singolo passaggio dell'attrezzo di pesca (Hiddink et al., 2017). I *Depletion rates* sono stati

quantificati da meta-analisi per tipologie di attrezzi tipici (ad esempio reti a divergenti, draghe, ecc.) e tipi di sedimenti (ad esempio fango, sabbia e ghiaia).

Il *Recovery Rate* si riferisce alla capacità di un organismo a riprendersi dopo il disturbo esercitato dalla pressione di pesca e viene stimato in relazione alla longevità del biota bentonico. A tal fine, per stimare la capacità di recupero della comunità, a partire dalla relazione tra biomassa cumulata e longevità viene calcolata la longevità mediana della comunità epimegabentonica facendo girare dei modelli lineari generalizzati a effetti misti (GLMM) che includono il tipo di habitat MSFD e la profondità come effetti fissi e le stazioni di campionamento come effetto casuale. Vengono fatti girare diversi modelli e alla fine viene scelto quello con il valore di *Akaike information Criterion* (AIC) più basso.

Tale metodologia è stata condivisa nel gruppo di Esperti promosso dalla Commissione Europea e coordinato da ICES (International Council for the Exploration of the Sea) WGFBIT (*Working Group on Fisheries Benthic Impact and Trade-offs*) (ICES WGFBIT 2022).

La variabile risposta utilizzata come indicatore di corretto funzionamento delle comunità è la longevità delle specie epimegabentoniche (Rijnsdorp et al. 2018).

Le stime di longevità sono state condotte su circa 2000 specie epimegabentoniche per le quali l'ICES, ha seguito della raccolta di dataset longevità tra i partecipanti al WGBIT 2022 (i vari dataset sulla longevità utilizzati sono elencati nella Tabella 10), ha calcolato la longevità media e l'ha riportata come probabilità di appartenenza (valore tra 0 e 1) della specie ad ognuna delle quattro classi *fuzzy* di longevità previste nel codice utilizzato per il calcolo del RBS, considerando che per ogni specie la somma delle probabilità di appartenenza ad ognuna delle quattro classi *fuzzy* deve essere uguale a uno.

È stato quindi costruito il database sulla longevità del Mediterraneo basato sulla codifica *fuzzy* delle classi di longevità. I vari dataset sulla longevità utilizzati sono elencati in Tab. 10.

Per la valutazione preliminare sono stati utilizzati i dati provenienti dal Monitoraggio Nazionale MSFD 2016-2021, i *Broad Benthic Habitat Types* (EUSeaMap 2019), i dati SAR di pesca da VMS/AIS per il periodo 2017-2019.

Una volta valutato il RBS per ognuna delle tre MRU, sono state definite le soglie di SAR che generano un impatto considerato non sostenibile, ossia tale da determinare un effetto negativo e quindi compromettere l'integrità dell'habitat e di conseguenza del fondale marino.

Di seguito viene sinteticamente spiegato il metodo per il calcolo delle soglie di SAR per attrezzo, che è stato ripetuto per ognuno degli habitat BBHT presi in considerazione.

Dalla relazione tra lo stato della comunità epimegabentonica (espresso come RBS) e la pressione (espressa come SAR) è stato possibile individuare dei valori soglia di SAR attraverso il calcolo del *Degradation Point*. In tale punto, calcolato per ogni habitat analizzato, la curva cambia il suo trend e lo stato diventa quasi costante all'aumentare della pressione. Il punto viene calcolato prendendo in considerazione la retta tangente alla curva a 45° (Colloca *et al.*, 2009; González-Irusta and Wright 2017). Si possono quindi stabilire delle soglie come percentili della distanza tra l'origine della curva e il *Degradation point*. Un approccio di tipo precauzionale prevede di considerare la soglia pari a $0.33 * \text{Degradation point}$.

Tabella 10. Database usati per le stime di longevità

| Nome del dataset | N. di Taxa | Fonte | Metodologia usata per la stima della longevità | Area di riferimento |
|--|------------|--|---|---------------------|
| BTA_EMODNET_Life Span-Obeauchard | 616 | sconosciuta | sconosciuta | Atlantico |
| SIBM/ISPRA | 323 | ISPRA/SIBM/MEDITIS 2015-2019 | SIBM/ISPRA giudizio esperto | Mari Italiani |
| SOLEMON Survey | 219 | Solemon Rapido Trawl survey 2014-16 and GAP2 | SIBM/ISPRA giudizio esperto | GSA 17 |
| LongevityDatabaseMega&Macrofauna241121 | 1053 | Greece | Assegnazioni per frazioni con logica fuzzy Banca dati CEFAS, Altre banche dati Letteratura Giudizio degli esperti | GSA 20, 22, 23 |
| MacroTraitsGreece150920 | 685 | sconosciuta | sconosciuta | Atlantico |
| Trait Data Longevity | 1043 | sconosciuta | sconosciuta | Atlantico |

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo finora descritto per ciascuna Marine Reporting Unit (MRU).

3.2.2 Risultati per MRU Mar Adriatico

Tabella 11. Dati di input e base modellistica applicata per la valutazione del RBS per la MRU Adriatico.

| | RBS assessment |
|---|--|
| MRU | Mar Adriatico 410 stazioni campionate (ISPRA-ARPA) 161 taxa considerate su 455 taxa complessivi |
| Pressione | dati SAR (Swept Area Ratio) da VMS su un grigliato di 1 km*1 km cell resolution Strascico a divergenti e rapido Pressione espressa come media del valore di SAR valutato annualmente dal 2017 al 2019 (periodo di 3 anni) |
| Habitat | Broad Benthic Habitat Types (BHT) - EUSeaMap 2019 |
| Campioni epimegafauna | dati ARPA (2016-2021) dati ISPRA (2019) Range di profondità: 10-100m |
| Classi di longevità | 4 classi di Longevità WGFBIT: <1; 1-3;3-10, >10 |
| Modello per la valutazione delle longevità mediana | La relazione cumulativa biomassa-longevità è stata stimata sulla base di modelli lineari generalizzati a effetti misti (GLMM) che includono il tipo di habitat MSFD e la Profondità come effetti fissi e le stazioni come effetto casuale. |

Relativamente alle 410 stazioni di campionamento in Mar Adriatico sono state considerate nelle elaborazioni solo le specie alle quali è stato possibile associare il dato di Longevità presente nel documento dell'ICES WGFBIT (161 specie).

Le 410 stazioni rappresentano cale di pesca sperimentale. Il Programma di Monitoraggio Nazionale prevede 9 cale per ciascuna area di 25km²; quindi, le osservazioni analizzate rappresentano circa 1000 km² per gli habitat considerati.

Di tutti i BBHT presenti nella MRU, solo 3 sono coperti da un numero sufficientemente consistente di stazioni, ossia:

- Circalittoral mud or offshore circalittoral mud (70%),
- Circalittoral sand (25%)
- Infralittoral sand (5%).

I valori tra parentesi indicano la percentuale di stazioni ricadenti in ciascun habitat rispetto al totale delle stazioni effettivamente considerate nella valutazione.

Il modello utilizzato per stimare la relazione tra biomassa cumulata e longevità è stato scelto tra 4 modelli differenti sulla base del valore AIC ottenuto ed è il seguente:

```
model <- glmer(Cumb ~ ll + MSFD + Depth + (1 | ID), data=fulldat, family=binomial),
```

dove Cumb rappresenta la Biomassa cumulata, ll il logaritmo della Longevità, MSFD l'habitat considerato, Depth la profondità e infine ID è l'identificativo della stazione.

Il modello stimato per biomassa cumulata ci permette di individuare la Longevità mediana (Fig. 21) per ogni Habitat analizzato

| Habitat | Longevità mediana |
|---|-------------------|
| Circalittoral mud or offshore circalittoral mud | 4.72 |
| Circalittoral sand | 5.06 |
| Infralittoral sand | 5.03 |

In ogni cella del grigliato considerato la SAR media del valore annuale per il periodo temporale 2017-2019 di ogni attrezzo considerato (TBB e OTB) viene moltiplicata per il relativo *depletion Rate* (tasso di diminuzione della longevità definito per ciascun attrezzo). I due valori così ottenuti vengono sommati per calcolare il *Relative Benthic Status* (RBS) mostrato in Fig. 22.

Un valore di RBS alto indica quindi uno stato buono della comunità bentonica.

Nella tabella seguente è riportato il valore di RBS per la MRU Mar Adriatico per gli habitat caratterizzati.

Tabella 12. valore di RBS per la MRU Mar Adriatico

| Habitat | RBS |
|---|------|
| Circalittoral mud or offshore circalittoral mud | 0.70 |
| Circalittoral sand | 0.80 |
| Infralittoral sand | 0.97 |

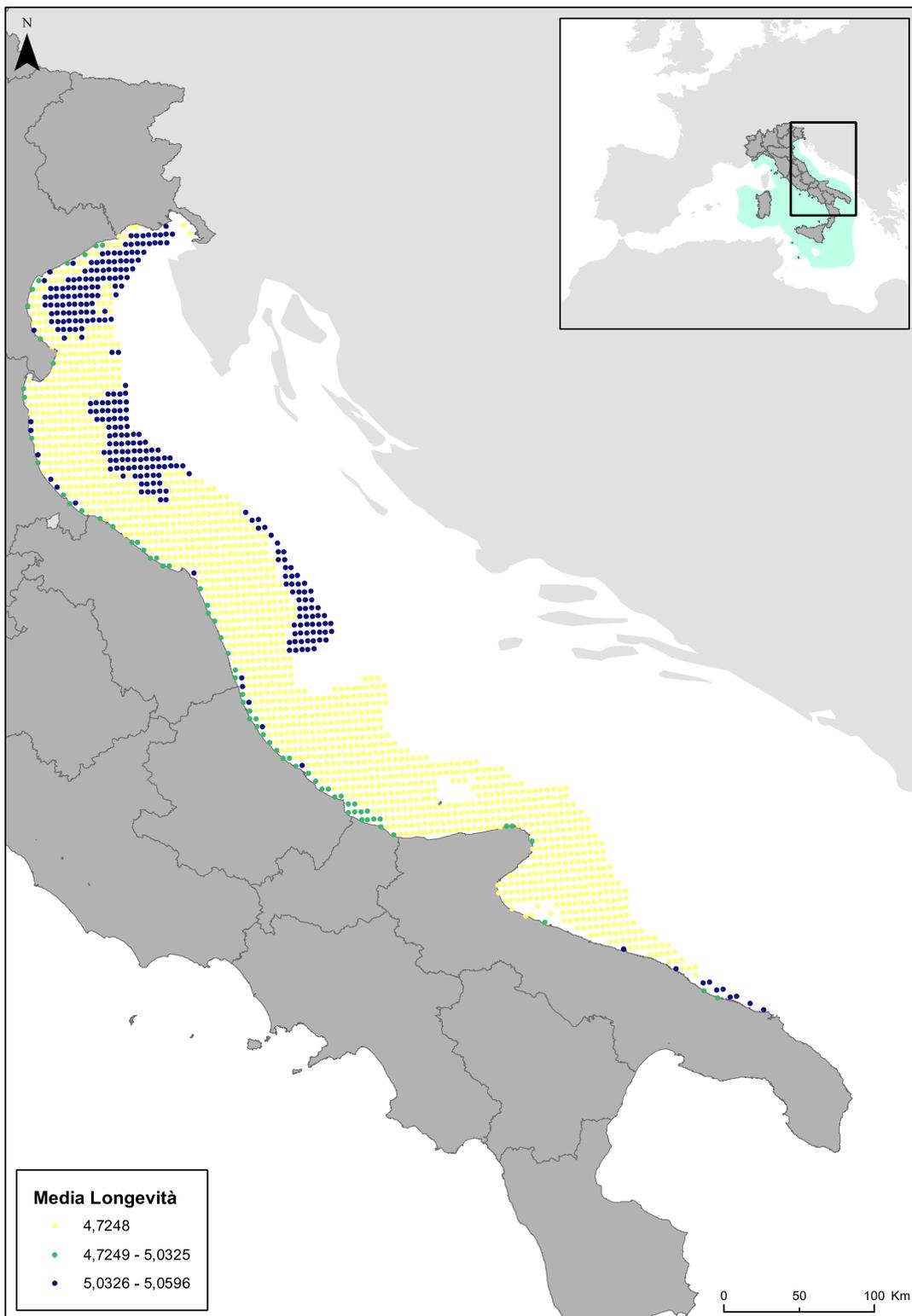


Figura 21. Distribuzione della longevità mediana calcolata dal modello.

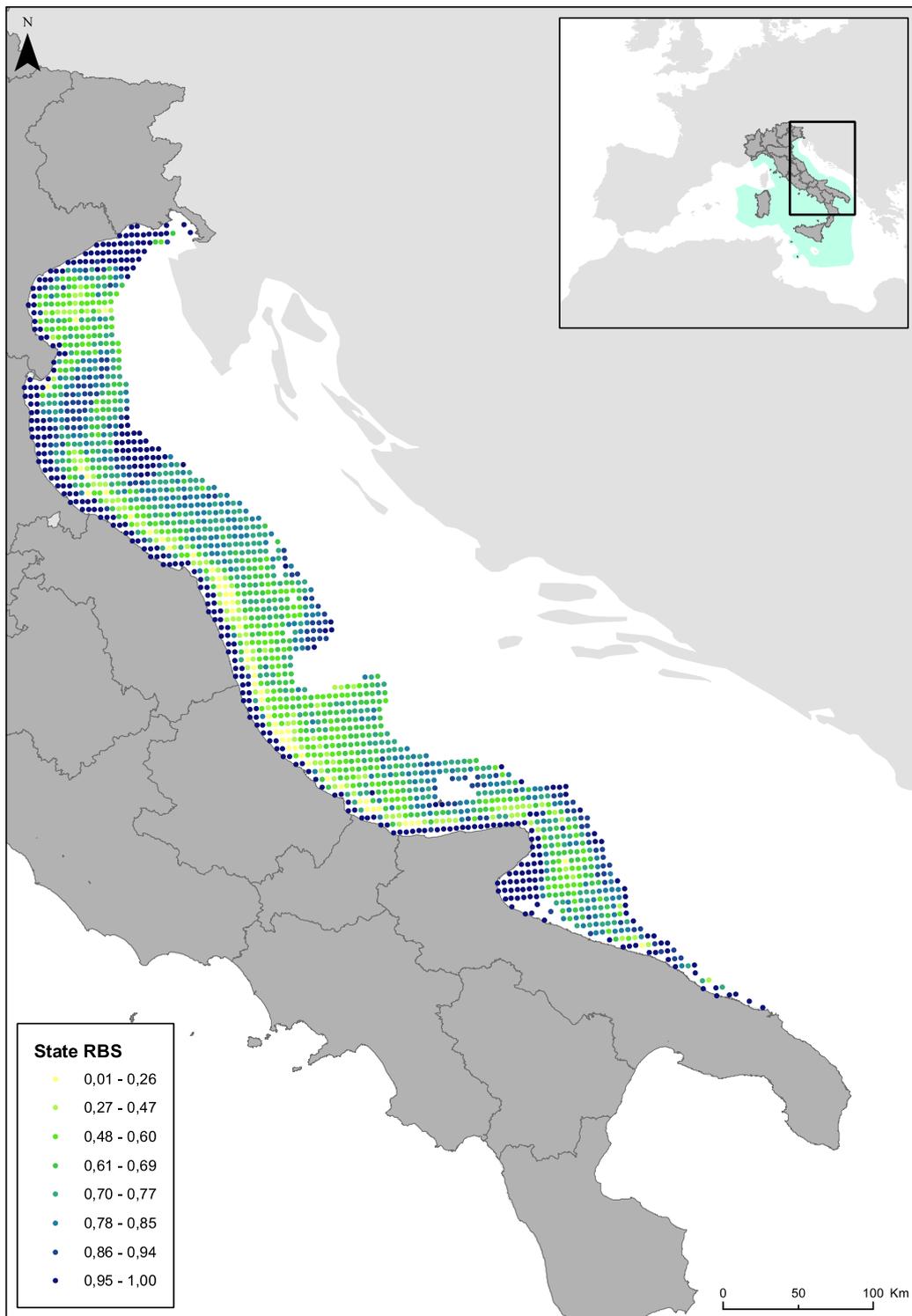


Figura 22. Distribuzione dello stato RBS modellizzato.

La relazione tra lo stato e la pressione permette di individuare dei valori soglia di SAR attraverso il calcolo del *Degradation Point*. In tale punto, calcolato per ogni habitat analizzato, la curva cambia il suo trend e lo stato diventa quasi costante all'aumentare della pressione.

Il punto viene calcolato calcolando la retta tangente alla curva a 45° (Colloca *et al.*, 2009; González-Irusta and Wright 2017). Si possono quindi stabilire delle soglie come percentili della distanza tra l'origine della curva e il *Degradation point*.

Il *Degradation point* è stato calcolato solo per gli habitat caratterizzati da più di 20 osservazioni, ossia fanghi circalittorali e del largo e sabbie circalittorali.

Di seguito la tabella in cui si sono calcolate le soglie SAR per tre *Degradation point* per gli habitat caratterizzati considerando la SAR complessiva per OTB e TBB:

Tabella 13. soglie SAR

| Degradation point | Quality threshold (RBS) | | Pressure threshold (SAR) | |
|-------------------|-------------------------|--|--------------------------|--|
| | Circalittoral sand | Circalittoral and offshore Circalittoral mud | Circalittoral sand | Circalittoral and offshore Circalittoral mud |
| 0.33 | 0.8 | 0.76 | 3.22 | 4.22 |
| 0.50 | 0.69 | 0.64 | 5.08 | 6.32 |
| 0.66 | 0.59 | 0.52 | 6.20 | 8.48 |

Utilizzando le soglie SAR riportate nella tabella è stata calcolata la superficie dell'habitat interessato dalla pressione abrasiva.

Tabella 14. superficie dell'habitat interessato

| MSFD_BBHT | P33 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
|---|--------------|-------------|-------------------------|
| Circalittoral sand | sotto soglia | 4380 | 63.19 |
| Circalittoral sand | sopra soglia | 2552 | 36.81 |
| Circalittoral mud or Offshore circalittoral mud | sotto soglia | 16583 | 43.70 |
| Circalittoral mud or Offshore circalittoral mud | sopra soglia | 21367 | 56.30 |
| MSFD_BBHT | P55 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
| Circalittoral sand | sotto soglia | 5677 | 81.90 |
| Circalittoral sand | sopra soglia | 1255 | 18.10 |
| Circalittoral mud or Offshore circalittoral mud | sotto soglia | 27167 | 71.59 |
| Circalittoral mud or Offshore circalittoral mud | sopra soglia | 10783 | 28.41 |
| MSFD_BBHT | P66 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
| Circalittoral sand | sotto soglia | 6142 | 88.60 |
| Circalittoral sand | sopra soglia | 790 | 11.40 |
| Circalittoral mud or Offshore circalittoral mud | sotto soglia | 32878 | 86.64 |
| Circalittoral mud or Offshore circalittoral mud | sopra soglia | 5072 | 13.36 |

Validità e limitazione

Relativamente alla MRU Mar Adriatico in considerazione del fatto che le stazioni analizzate rappresentano una estensione spaziale di circa 1000 Km², circa il 2.5% degli habitat caratterizzati, la valutazione risulta essere sufficientemente indicativa.

Inoltre, va considerato il limitato range di profondità analizzato (10m-100m) che determina un ulteriore fattore di approssimazione degli impatti della pressione della pesca a strascico per la MRU in particolare per la porzione più a Sud del bacino Adriatico.

3.2.3 Risultati per MRU Mar Ionio e Mediterraneo Centrale

Tabella 15. Dati di input e base modellistica applicata per le valutazioni per la MRU Mar Ionio e Mediterraneo Centrale.

| | RBS assessment |
|---|--|
| MRU | Mar Ionio 99 stazioni campionate 96 taxa considerate su 289 taxa complessivi |
| Pressione | dati SAR (Swept Area Ratio) da VMS su un grigliato di 1 km*1 km cell resolution Strascico a divergenti Pressione espressa come media del valore di SAR valutata annualmente dal 2017 al 2019 (periodo di 3 anni) |
| Habitat | Broad Benthic Habitat Types (BHT) - EUSeaMap 2019 |
| Campionamenti epimegabenthos | ARPA (2016-2021) ISPRA (2019-2021) Range di profondità: 25-175 m |
| Longevity classification | 4 classi di Longevità WGFBIT: <1; 1-3;3-10, >10 |
| Classi di longevità | La relazione cumulativa biomassa-longevità è stata stimata sulla base di modelli lineari generalizzati a effetti misti (GLMM) che includono il tipo di habitat MSFD e la Profondità come effetti fissi e le stazioni come effetto casuale. |
| Modello di valutazione della longevità mediana | Secondo il modello selezionato sono state stimate due classi di longevità: 2-3 |

Relativamente alle 99 stazioni di campionamento del Mar Mediterraneo Centrale e Ionio sono state considerate nelle elaborazioni solo le specie al quale è stato possibile associare il dato di Longevità presente nel documento ICES WGFBIT (96 taxa).

Le 99 stazioni rappresentano cale di pesca sperimentale. Il Programma di Monitoraggio Nazionale prevede 9 cale per ciascuna area di 25km²; quindi, le osservazioni analizzate rappresentano circa 275 km² per gli habitat considerati.

Di tutti i BBHT presenti nella MRU, solo 3 sono coperti da un numero sufficientemente consistente di stazioni, ossia:

- Circalittoral sand (68%),
- Offshore Circalittoral mud (23%)
- Offshore Circalittoral sand (9%).

I valori tra parentesi indicano la percentuale di stazioni ricadenti in ciascun habitat rispetto al totale delle stazioni effettivamente considerate nella valutazione.

Il modello utilizzato per stimare la relazione tra biomassa cumulata e longevità è stato scelto tra 4 modelli differenti sulla base del valore AIC ottenuto ed è il seguente:

```
model <- glmer(Cumb ~ ll + MSFD + Depth + (1 | ID), data=fulldat, family=binomial),
```

dove Cumb rappresenta la Biomassa cumulata, ll il logaritmo della Longevità, MSFD l'habitat considerato, Depth la profondità e infine ID è l'identificativo della stazione.

Il modello stimato per biomassa cumulata ci permette di individuare la Longevità mediana per ogni Habitat analizzato (Fig.23).

| Habitat | Longevità mediana |
|---|-------------------|
| Circalittoral mud or offshore circalittoral mud | 2.80 |
| Circalittoral sand | 3.28 |
| Infralittoral sand | 3.14 |

In ogni cella del grid considerato le SAR media del valore annuale per il periodo temporale 2017-2019 relativa all'OTB viene moltiplicata per il suo Depletion Rate. Il valore così ottenuto permette di calcolare il Relative Benthic Status (RBS) (Fig. 24).

| Habitat | RSB |
|---|------|
| Circalittoral mud or offshore circalittoral mud | 0.91 |
| Circalittoral sand | 0.82 |
| Infralittoral sand | 0.89 |

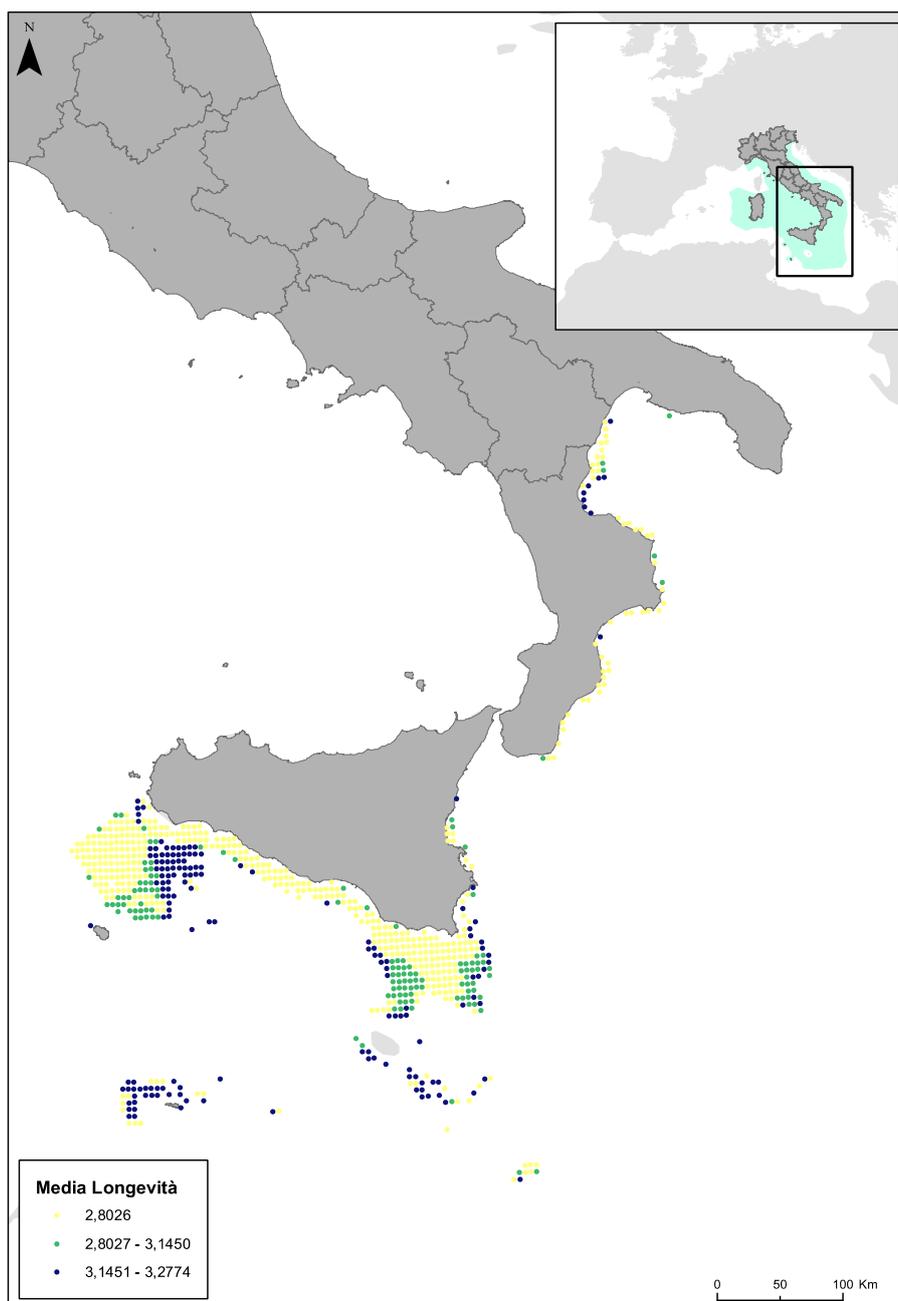


Figura 23. Distribuzione della longevità mediana calcolata dal modello.

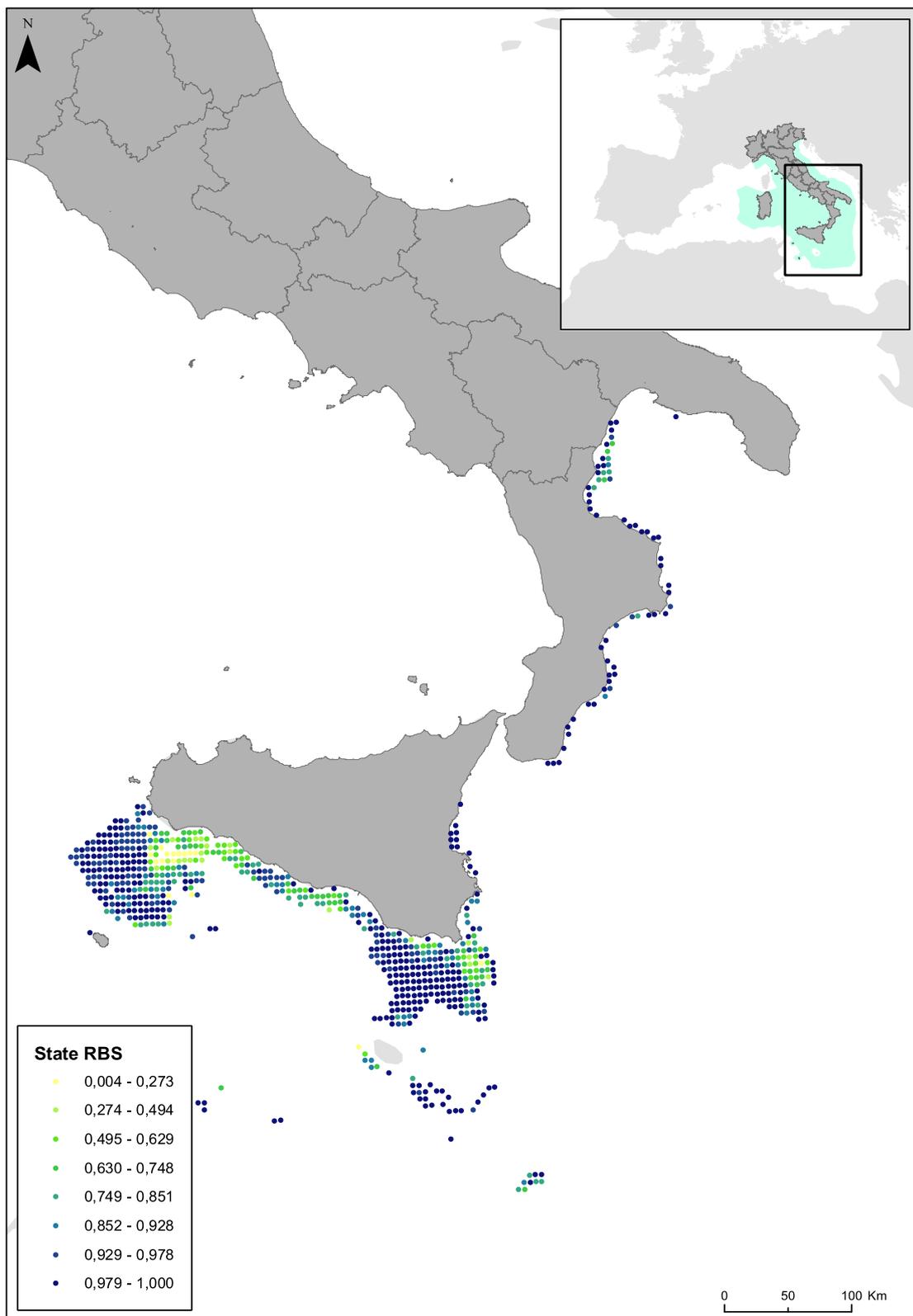


Figura 24. Distribuzione dello stato RBS modellizzato

La relazione tra lo stato e la pressione permette di individuare dei valori soglia di SAR attraverso il calcolo del *Degradation Point*. In tale punto, calcolato per ogni habitat analizzato, la curva cambia il suo trend e lo stato diventa quasi costante all'aumentare della pressione. Il punto viene calcolato calcolando la retta tangente alla curva a 45° (Colloca *et al.*, 2009; González-Irusta and Wright, 2017). Si possono quindi stabilire delle soglie come percentili della distanza tra l'origine della curva e il *Degradation point*.

Per quanto riguarda la definizione delle soglie di SAR per il Mar Ionio (ossia i valori di SAR che determinano un effetto negativo sulla comunità epimegabentonica, e dunque sull'habitat) i valori individuati con il metodo descritto nella descrizione dell'approccio metodologico sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 16. soglie di SAR per il Mar Ionio

| Threshold | Quality threshold (RBS) | | Pressure threshold | |
|-----------|----------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | Offshore Circalittoral mud | Circalittoral sand | Offshore Circalittoral mud | Circalittoral sand |
| 0.33 | 0.71 | 0.86 | 7.10 | 4.09 |
| 0.50 | 0.56 | 0.80 | 10.18 | 5.82 |
| 0.66 | 0.43 | 0.73 | 14.08 | 8.23 |

Utilizzando le soglie SAR riportate nella tabella è stata calcolata la superficie dell'habitat interessato dalla pressione abrasiva.

Tabella 17. superficie dell'habitat interessato

| MSFD_BBHT | P33 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------------------|
| Circalittoral sand | sotto soglia | 8374 | 76.32 |
| Circalittoral sand | sopra soglia | 2598 | 23.68 |
| Offshore circalittoral mud | sotto soglia | 3685 | 82.96 |
| Offshore circalittoral mud | sopra soglia | 757 | 17.04 |
| MSFD_BBHT | P50 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
| Circalittoral sand | sotto soglia | 8854 | 80.70 |
| Circalittoral sand | sopra soglia | 2118 | 19.30 |
| Offshore circalittoral mud | sotto soglia | 3922 | 88.29 |
| Offshore circalittoral mud | sopra soglia | 520 | 11.71 |
| MSFD_BBHT | P66 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
| Circalittoral sand | sotto soglia | 9343 | 85.15 |
| Circalittoral sand | sopra soglia | 1629 | 14.85 |
| Offshore circalittoral mud | sotto soglia | 4130 | 92.98 |
| Offshore circalittoral mud | sopra soglia | 312 | 7.02 |

Validità e limitazione

Relativamente alla MRU Mar Mediterraneo Centrale e Ionio in considerazione del fatto che le stazioni analizzate rappresentano una estensione spaziale di circa 275 Km², circa il 1.8% degli habitat caratterizzati, la valutazione risulta non essere sufficientemente indicativa.

Inoltre, va considerato il limitato range di profondità analizzato (25m-175m) che determina un ulteriore fattore di approssimazione per la valutazione degli impatti della pressione della pesca a strascico per la MRU Mar Mediterraneo Centrale e Ionio.

3.2.4 Risultati per MRU Mar Mediterraneo Occidentale

Tabella 18. Dati di input e base modellistica applicata per le valutazioni per la MRU Mar Mediterraneo Occidentale.

| | RBS assessment |
|---|--|
| MRU | Mar Mediterraneo Occidentale 141 stazioni campionate 78 taxa considerate su 285 taxa complessivi |
| Pressione | dati SAR (Swept Area Ratio) da VMS su un grigliato di 1 km*1 km cell resolution Strascico a divergenti Pressione espressa come media del valore di SAR valutata annualmente dal 2017 al 2019 (periodo di 3 anni) |
| Habitat | Broad Benthic Habitat Types (BNT) - EUSeaMap 2019 |
| Campionamenti epimegabenthos | ARPA (2016-2021) ISPRA (2019-2021) Range di profondità: 19-114 m |
| Classi di longevità | 4 classi di Longevità WGFBIT: <1; 1-3;3-10, >10 |
| Modello per la valutazione delle longevità mediana | La relazione cumulativa biomassa-longevità è stata stimata sulla base di modelli lineari generalizzati a effetti misti (GLMM) che includono il tipo di habitat MSFD e la Profondità come effetti fissi e le stazioni come effetto casuale. |

Relativamente alle 141 stazioni nel Mar Mediterraneo Occidentale è stato possibile considerare nelle elaborazioni solo le specie al quale è stato possibile associare il dato di Longevità presente nel documento WGFBIT (78 taxa).

Di tutti i BBHT presenti nella MRU, solo 3 sono coperti da un numero sufficientemente consistente di stazioni, ossia:

- Circalittoral sand (35%),
- Circalittoral mud or Offshore Circalittoral mud (57%)
- Circalittoral coarse sediment (8%).

I valori tra parentesi indicano la percentuale di stazioni ricadenti in ciascun habitat rispetto al totale delle stazioni effettivamente considerate nella valutazione.

Validità e limitazione

Relativamente alla MRU Mar Mediterraneo Occidentale in considerazione del fatto che le stazioni analizzate rappresentano una estensione spaziale di circa 390 Km², 1.3% degli habitat caratterizzati, non si è ritenuto opportuno modellizzare lo stato e ottenere le soglie di pressione anche considerando che la distribuzione delle aree di monitoraggio è limitata e non ritenuta rappresentativa dell'elevata estensione spaziale degli habitat EUNIS della MRU.

Inoltre, va considerato il limitato range di profondità analizzato (19m-114m) che determina un ulteriore fattore di approssimazione per la valutazione degli impatti della pressione della pesca a strascico per la MRU Mar Mediterraneo Occidentale.

3.3 Criterio D6C4

D6C4 — Primario: L'entità della perdita del tipo di habitat dovuta a pressioni antropiche non supera una determinata percentuale dell'estensione naturale del tipo di habitat nella zona di valutazione. Attraverso la cooperazione a livello unionale gli Stati membri definiscono l'entità massima ammessa della perdita di habitat in percentuale dell'estensione naturale totale del tipo di habitat, tenendo conto delle specificità regionali o sottoregionali.

Valore soglia unionale (Comunicazione della Commissione C/2024/2078): La percentuale massima di un tipo generale di habitat bentonico in un'area di valutazione che può essere persa è pari al 2 % della sua estensione naturale ($\leq 2\%$) (D6C4).

Per quanto riguarda il criterio D6C4 si riporta la tabella 19 che mette in relazione per ciascuna sottoregione, la perdita (in m² trasformati alla fine in km²) delle singole attività sui BHT.

Tabella 19. Perdita fisica dovuta alle singole attività nelle tre MRU.

| MRU | cavi | condotte | porti | piattaforme | pozzi | Terminali GNL | Parchi eolici | Opere di difesa | m ² di HBT sottoposti a perturbazione fisica | km ² |
|-------------------------------|---------|----------|----------|-------------|---------|---------------|---------------|-----------------|---|-----------------|
| Adriatico | 694360 | 1639875 | 8753011 | 87890 | 1240540 | 16209 | | 4326375 | 16758260 | 16,75 |
| Ionio e Mediterraneo centrale | 3778741 | 506145 | 9255729 | 11507 | 317415 | | 28274 | 1116531 | 15014342 | 15,01 |
| Mediterraneo occidentale | 9754711 | 788109 | 31269507 | | 60170 | 660 | | 3503323 | 45376480 | 45,38 |
| Totale perdita fisica | | | | | | | | | 77149082 | 77,14 |

Anche in questo caso la perdita più rilevante è localizzata nella MRU Mediterraneo Occidentale (45,38 km²) seguita dalla MRU Mar Adriatico (16,75 km²) e poi dalla MRU Mediterraneo Centrale e Ionio (15,01 km²). Quest'ultima MRU presenta infatti caratteristiche morfobatimetriche peculiari. La perdita fisica sui BHT totalizza in generale oltre 77 km²

Di seguito vengono riportate le figure 25-29 che mostrano le differenze di estensione di perdita nelle 3 MRU.

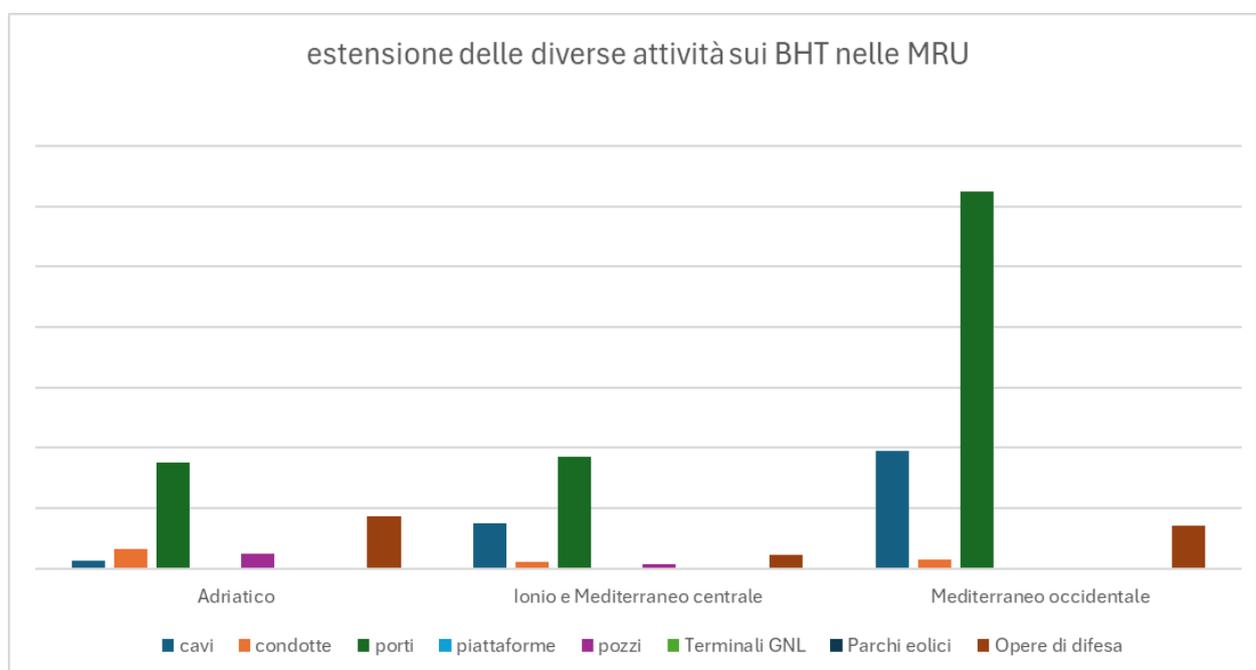


Figura 25. Prevalenza delle diverse attività che generano perdita fisica nelle diverse MRU.

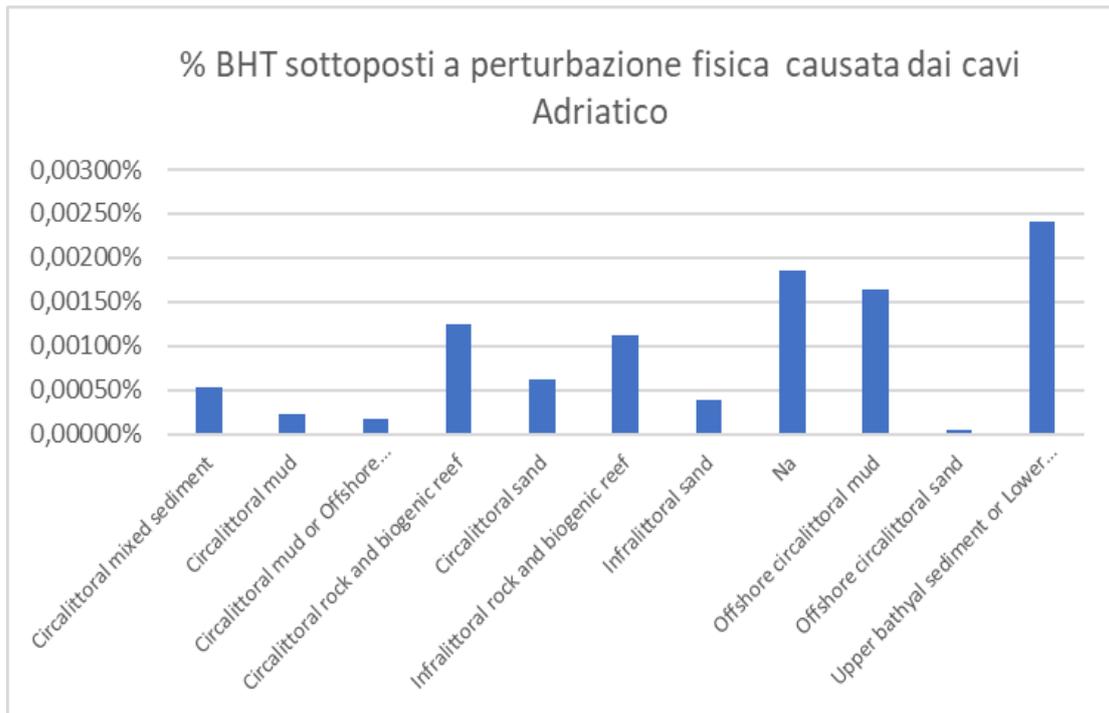


Figura 26. Perdita fisica causata dai cavi nei BHT nella MRU Mar Adriatico (%).

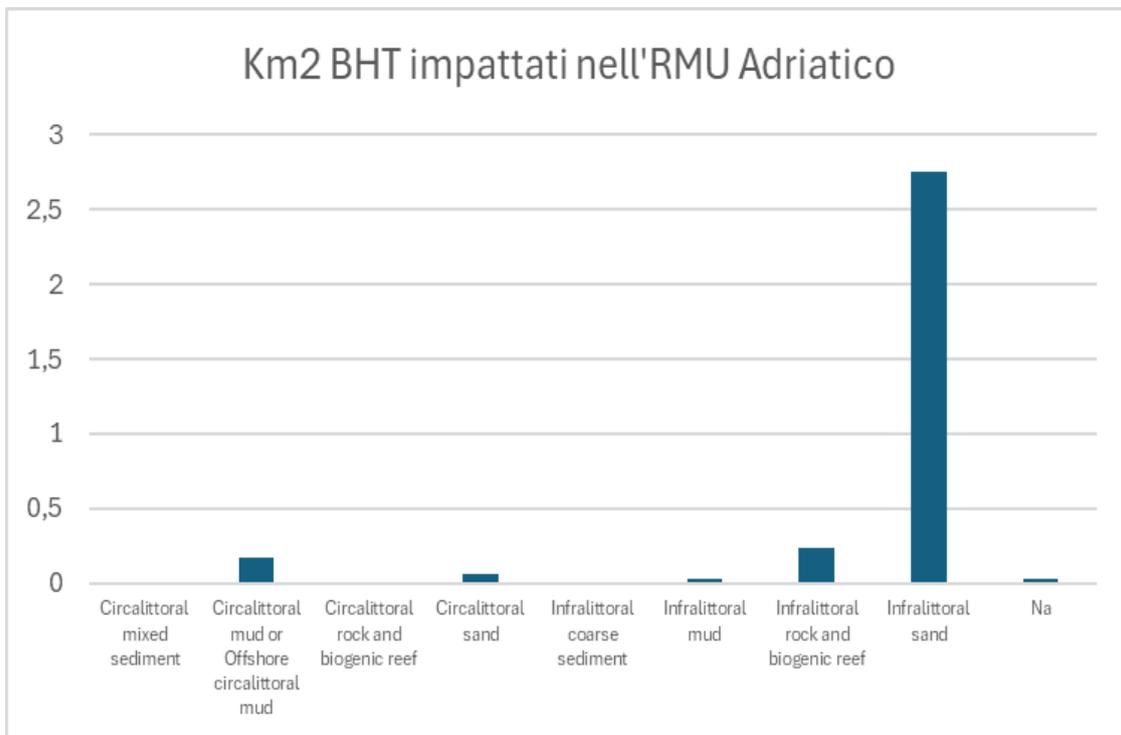


Figura 27. Estensione della perdita fisica sui BHT nella MRU Mar Adriatico (Km²).

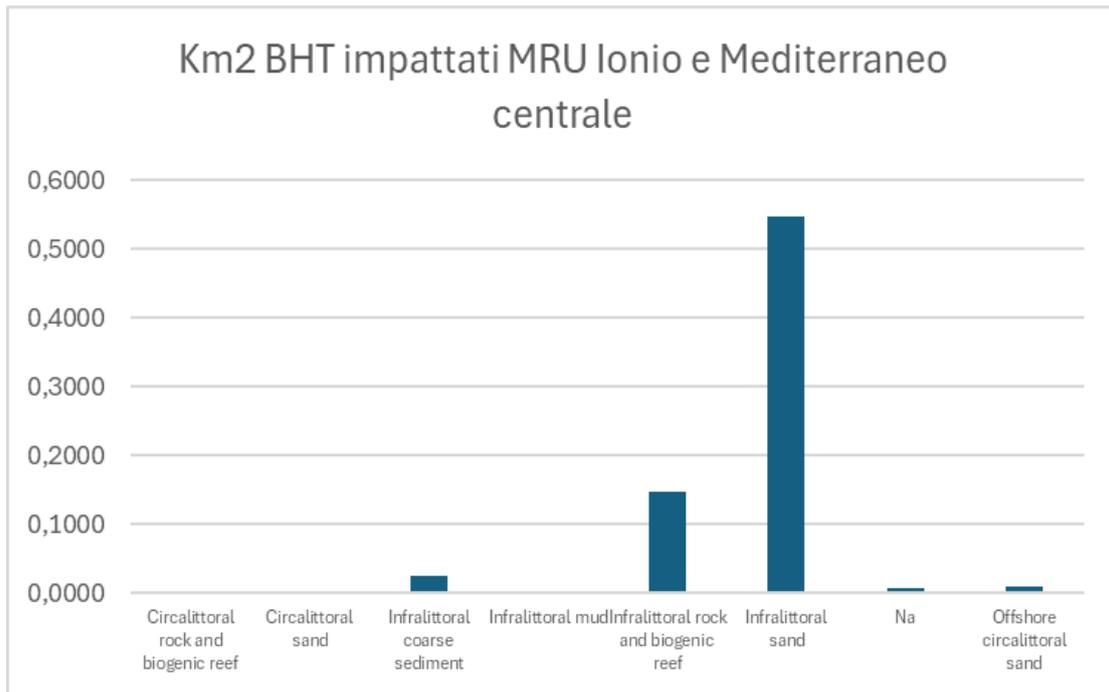


Figura 28. Estensione della perdita fisica su BHT nella MRU Mar Mediterraneo Centrale e Ionio (Km²).

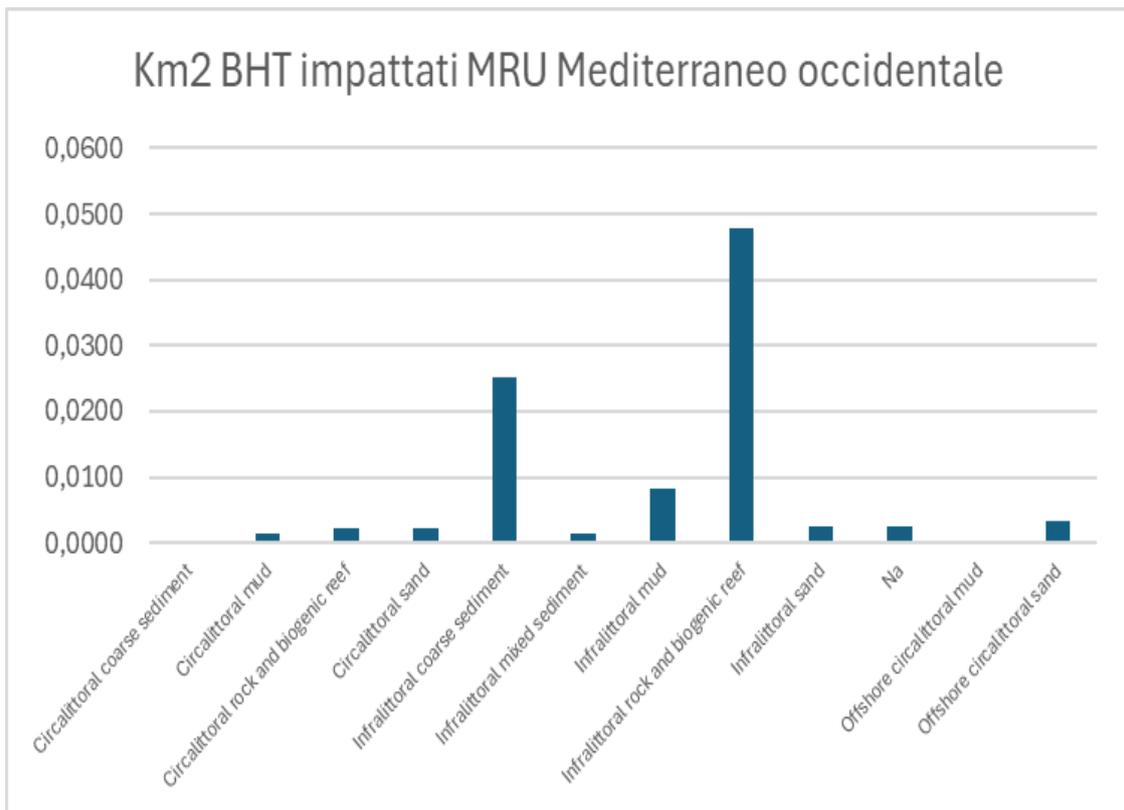


Figura 29. Estensione della perdita fisica su BHT nella MRU Mar Mediterraneo Occidentale (Km²).

La maggior parte della perdita si riscontra nel BHT sabbie infralitorale (infralittoral sand).

Nella MRU Mar Adriatico viene coinvolto dalla perdita fisica anche i BBHT Circolittoral mud oltre l'infralittoral sand e l'Infralittoral rock.

Nella MRU Mar Mediterraneo Centrale e Ionio è interessato da perdita fisica anche il BHT l'infralittoral coarse sediment (oltre all'infralittoral sand e infralittoral rock).

Nell'MRU Mar Mediterraneo Occidentale subiscono perdita fisica soprattutto i BHT Infralittoral rock, intralittoral coarse sediment e l'infralittoral mud.

Vista la soglia unionale che recita che la percentuale massima di un tipo generale di habitat bentonico (BHT) in un'area di valutazione che può essere persa è pari al massimo al 2 % della sua estensione naturale ($\leq 2\%$), si può affermare che, dai calcoli effettuati nessun BHT ha superato tale percentuale.

3.4 Criterio D6C5

D6C5 — Primario: L'estensione degli effetti negativi dovuti a pressioni antropiche sulla condizione del tipo di habitat, compresa l'alterazione della struttura biotica e abiotica (ad esempio, composizione tipica delle specie e relativa abbondanza, assenza di specie particolarmente sensibili o fragili o che assolvono una funzione fondamentale, struttura dimensionale della specie), non supera una determinata percentuale dell'estensione naturale del tipo di habitat nella zona di valutazione.

Valore soglia unionale (Comunicazione della Commissione C/2024/2078): La percentuale massima di un tipo generale di habitat bentonico in un'area di valutazione che può risentire degli effetti negativi è pari al 25 % della sua estensione naturale ($\leq 25\%$). Tale percentuale include la percentuale del tipo generale di habitat bentonico che è stata persa (D6C5). Un tipo generale di habitat bentonico risente degli effetti negativi in un'area di valutazione se mostra una deviazione inaccettabile dallo stato di riferimento nella sua struttura e nelle sue funzioni biotiche e abiotiche (ad esempio composizione tipica delle specie e relativa abbondanza e struttura dimensionale, specie sensibili o specie che assolvono funzioni fondamentali, recuperabilità e funzionamento degli habitat e dei processi ecosistemici) (D6C5).

3.4.1 Descrizione dell'approccio metodologico

I risultati della valutazione del criterio D6C3 e D6C4 contribuiscono alla valutazione del criterio D6C5.

Si può concludere che sui BHT non biogenici analizzati agisce prevalentemente la pressione di tipo abrasivo dovuto alle attività con attrezzi di pesca a strascico.

Per tale motivo si riporta solo la valutazione del criterio D6C5 per la MRU Mar Adriatico in considerazione del fatto che la valutazione dell'impatto della pesca a strascico risulta essere sufficientemente indicativa e rappresenta la pressione prevalente.

Al fine di valutare, quindi, la percentuale di BHT che risultano aver subito un impatto significativo, si riporta la tabella in cui viene indicata la SAR per la quale l'impatto non è considerato più accettabile e le relative superfici di BHT per *Degradation point* 0.33, 0.50, 0.66.

Tabella 20. superficie dell'habitat interessato

| MSFD_BBHT | P33 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
|---|--------------|-------------|-------------------------|
| Circolittoral sand | sotto soglia | 4380 | 63.19 |
| Circolittoral sand | sopra soglia | 2552 | 36.81 |
| Circolittoral mud or Offshore circolittoral mud | sotto soglia | 16583 | 43.70 |
| Circolittoral mud or Offshore circolittoral mud | sopra soglia | 21367 | 56.30 |
| MSFD_BBHT | P55 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
| Circolittoral sand | sotto soglia | 5677 | 81.90 |
| Circolittoral sand | sopra soglia | 1255 | 18.10 |
| Circolittoral mud or Offshore circolittoral mud | sotto soglia | 27167 | 71.59 |
| Circolittoral mud or Offshore circolittoral mud | sopra soglia | 10783 | 28.41 |
| MSFD_BBHT | P66 | N celle 1KM | % occupazione pressione |
| Circolittoral sand | sotto soglia | 6142 | 88.60 |
| Circolittoral sand | sopra soglia | 790 | 11.40 |
| Circolittoral mud or Offshore circolittoral mud | sotto soglia | 32878 | 86.64 |
| Circolittoral mud or Offshore circolittoral mud | sopra soglia | 5072 | 13.36 |

Si può quindi notare come a *Degradation point* 0.33 sia il BHT Circolittoral Sand che il Circolittoral Mud e offshore Circolittoral Mud superano la soglia del 25%.

Mentre a *Degradation point* 0.50 solo il BHT Circolittoral Mud e offshore Circolittoral Mud supera la soglia del 25%.

Infine, a *Degradation point* 0.66 sia il BHT Circolittoral Sand sia il Circolittoral Mud e offshore Circolittoral Mud non superano la soglia del 25%.

3.5 Aggregazione dei criteri a livello di descrittore se possibile e indicazione del raggiungimento o mancato raggiungimento del GES.

La valutazione dello stato ambientale degli habitat richiede la conoscenza dell'entità, della persistenza e della distribuzione delle pressioni antropiche che colpiscono i fondali marini, nonché dell'entità e dell'intensità dei loro impatti (effetti negativi) su ciascun habitat. Due tipi chiave di pressione (perdita fisica e disturbo fisico) e i loro impatti sono direttamente affrontati dai criteri del Descrittore 6 (D6) (D6C1, D6C2, D6C3 e D6C4).

I criteri sotto altri descrittori affrontano altre pressioni chiave i cui impatti devono essere considerati anche in D6C4 e D6C5 (ad esempio specie non indigene, arricchimento di nutrienti, cambiamenti idrografici, contaminanti).

Lo stato dell'habitat deriva dall'entità della perdita di habitat (D6C4), dallo stato delle comunità bentoniche e dall'entità degli effetti negativi derivanti da tutte le pressioni rilevanti (D6C5, inclusa la valutazione di D6C3). Questi vengono valutati in relazione alla soglia di "qualità" da raggiungere e alle soglie di "entità" fissate per l'entità massima consentita della perdita e dell'effetto negativo.

La valutazione del GES viene pertanto restituita a livello dei criteri per i quali sono stati definite delle soglie unionali (D6C4-D6C5).

3.6 Analisi del raggiungimento dei traguardi ambientali

T 6.1 - É adottata una specifica regolamentazione per la limitazione degli impatti derivanti da perdita fisica su substrati biogenici connessa alla realizzazione e/o posa di opere antropiche.

Attualmente questo target non è raggiunto, anche se, con la pubblicazione della Comunicazione Unionale del valore soglia limite per BHT, l'Italia avrà facilità ad adottare una specifica regolamentazione se lo riterrà opportuno;

T 6.2 - É tutelata dal fenomeno di perturbazione fisica almeno il 10% dell'area relativa ai substrati attualmente sfruttabili dalle attività di pesca che hanno interazione con il fondo marino in modo.

Attualmente questo target non è raggiunto;

T 6.3 - È implementata una regolamentazione per verificare:

- che non si esercitino attività di pesca su substrati biogenici, tenendo in considerazione anche le limitazioni già prescritte dal Reg. CE 1967/2006 e per gli aspetti rilevanti del Reg. CE 1224/2009;
- che le imbarcazioni che operano con attrezzi da pesca che hanno interazione con il fondo marino in modo attivo siano dotate di strumenti per la registrazione e trasmissione di dati sulla posizione delle imbarcazioni stesse, in particolare quelle attrezzate con draghe idrauliche e strascico con LFT < 15 m.

Tramite le prossime mappature a livello nazionale degli habitat costieri e dei monti sottomarini, grazie al progetto PNRR MER, l'Italia si doterà di una cartografia dettagliata anche dei substrati biogenici. Ciò renderà più fruibili le cartografie dove saranno vietate le attività di pesca. In tale modalità si può affermare che il target è in lavorazione.

Riguardo il secondo punto, attualmente questo target non è raggiunto, ma in lavorazione su proposta del RAM.

Il target T.6.3 è in lavorazione per il suo raggiungimento.

4. Sintesi

Per la valutazione del GES per il Descrittore 6 sono stati utilizzati i dati provenienti dal Programma Nazionale di Monitoraggio 2016-2021 svolto dalle ARPA e da ISPRA

La valutazione del GES per il Descrittore 6 è stata effettuata a livello di Criterio in particolare per quei criteri per i quali è stata definita una soglia a livello Unionale (D6C4-D6C5).

Di seguito si riporta una sintesi della valutazione del GES per BHT e per MRU.

Tabella 21. Risultati della valutazione a livello di criterio, nelle tre sottoregioni per habitat (BHT). (GES “conseguito” in verde; GES “non conseguito” in rosso; GES “sconosciuto” in giallo; GES “non valutato” in grigio).

| Criterio | <i>Littoral rock and Biogenic</i> | <i>Littoral Coarse/Mixed/sand/mud</i> | <i>Infralittoral rock and Biogenic.</i> | <i>Infralittoral Coarse</i> | <i>Infralittoral Mixed</i> | <i>Infralittoral sand</i> | <i>Infralitt. Mud</i> | <i>Circalett. Rock Biogenic</i> | <i>Citcalitt. Coarse</i> |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Mar Mediterraneo occidentale | | | | | | | | | |
| D6C4 | | | | | | | | | |
| D6C5 | | | | | | | | | |
| Mar Mediterraneo Centrale e Ionio | | | | | | | | | |
| D6C4 | | | | | | | | | |
| D6C5 | | | | | | | | | |
| Mar Adriatico | | | | | | | | | |
| D6C4 | | | | | | | | | |
| D6C5 | | | | | | | | | |

| Criterio | <i>Circalett Mixed</i> | <i>Circalett. sand</i> | <i>Circalett. mud</i> | <i>Offshore Circalett. Rock Biogenic</i> | <i>Off shore Circalett. Coarse</i> | <i>Offshore circalett. mixed</i> | <i>Offshore circalett. sand</i> | <i>Offshore circalett. mud</i> | <i>Upper bathyal Rock Biogenic</i> |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Mediterraneo occidentale | | | | | | | | | |
| D6C4 | | | | | | | | | |
| D6C5 | | | | | | | | | |
| Mediterraneo Centrale e Ionio | | | | | | | | | |
| D6C4 | | | | | | | | | |
| D6C5 | | | | | | | | | |

| Mar Adriatico | | | | | | | | | |
|---------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| D6C4 | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green | Green |
| D6C5 | Yellow | Red | Red | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow | Red | Yellow |

| Criterio | Upper bathyal soft | Lower bathyal Rock Biogenic | Lower bathya soft | Abysal |
|--|--------------------|-----------------------------|-------------------|--------|
| Mar Mediterraneo occidentale | | | | |
| D6C4 | Green | Green | Green | Green |
| D6C5 | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow |
| Mar Mediterraneo Centrale e Ionio | | | | |
| D6C4 | Green | Green | Green | Green |
| D6C5 | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow |
| Mar Adriatico | | | | |
| D6C4 | Green | Green | Green | Green |
| D6C5 | Yellow | Yellow | Yellow | Yellow |

Per ciò che attiene il criterio D6C4 si è potuto verificare che per tutti gli habitat non si è registrata una perdita \geq al 2%. Concludendo per tutte e 3 le MRU, il GES D6C4 è raggiunto.

Per ciò che attiene il criterio D6C5 per la MRU Mar Adriatico dove l'attività di pesca risulta essere la pressione perturbativa prevalente si è potuto verificare che i BHT Circolittoral Sand e Circolittoral Mud e offshore Circolittoral Mud hanno subito un impatto significativo $\geq 25\%$ della superficie se si considera la curva pressione impatto ponendo il *Degradation poin* pari a 0.33.

Concludendo per tutte e 3 le MRU Mar Adriatico BHT Circolittoral Sand e Circolittoral Mud e offshore Circolittoral Mud il GES D6C5 non è raggiunto se applichiamo il *Degradation poin* pari a 0.33 (approccio precauzionale). Per le altre MRU, Mar Mediterraneo Occidentale e Mar Mediterraneo Centrale e Ionio, non è possibile valutare il raggiungimento del GES.

Infine, viene proposto, in accordo con il Descrittore 1, una nuova formulazione del GES.

5. Bibliografia

- AAVV Programmi di Monitoraggio per la Strategia Marina Art. 11, D.lgs. 190/2010 - SCHEDE METODOLOGICHE Descrittore 6 Habitat di fondo marino sottoposti a danno fisico Programmi di monitoraggio ARPA D6 02 - D6 03 (MODULO 9) 2021 <http://www.db-strategiamarina.isprambiente.it/app/#/>
- Amoroso, R.O., Pitcher, C.R., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Parma, A.M., Suuronen, P., Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Althaus, F., Baird, S.J., Black, J., Buhl-Mortensen, L., Campbell, A.B., Catarino, R., Collie, J., Cowan, J.H., Durholtz, D., Engstrom, N., Fairweather, T.P., Fock, H.O., Ford, R., Gálvez, P.A., Gerritsen, H., Góngora, M.E., González, J.A., Hiddink, J.G., Hughes, K.M., Intelmann, S.S., Jenkins, C., Jonsson, P., Kainge, P., Kangas, M., Kathena, J.N., Kavadas, S., Leslie, R.W., Lewis, S.G., Lundy, M., Makin, D., Martin, J., Mazor, T., Gonzalez-Mirelis, G., Newman, S.J., Papadopoulou, N., Posen, P.E., Rochester, W., Russo, T., Sala, A., Semmens, J.M., Silva, C., Tsolos, A., Vanelslander, B., Wakefield, C.B., Wood, B.A., Hilborn, R., Kaiser, M.J., Jennings, S., 2018. Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, E10275–E10282. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802379115>
- Colloca, F., Bartolino, V., Lasinio, G. J., Maiorano, L., Sartor, P., Ardizzone, G. (2009). Identifying fish nurseries using density and persistence measures. *Marine Ecology Progress Series*, 381, 287–296.
- Eigaard, O.R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G.E., Hintzen, N.T., Laffargue, P., Mortensen, L.O., Nielsen, J.R., Nilsson, H.C., O'Neill, F.G., Polet, H., Reid, D.G., Sala, A., Sköld, M., Smith, C., Sørensen, T.K., Tully, O., Zengin, M., Rijnsdorp, A.D., 2016a. Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. *ICES J. Mar. Sci.* 73, i27–i43. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv099>
- Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., Dinesen, G.E., Egekvist, J., Fock, H.O., Geitner, K., Gerritsen, H.D., González, M.M., Jonsson, P., Kavadas, S., Laffargue, P., Lundy, M., Gonzalez-Mirelis, G., Nielsen, J.R., Papadopoulou, N., Posen, P.E., Pulcinella, J., Russo, T., Sala, A., Silva, C., Smith, C.J., Vanelslander, B., Rijnsdorp, A.D., 2016b. The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* fsw194.
- González-Irusta, J.M., Wright, P.J. (2017). Spawning grounds of whiting (*Merlangius merlangus*). *Fisheries Research*, 195, 141–151.
- HELCOM (2018): Thematic assessment of cumulative impacts on the Baltic Sea 2011-2016. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 159. Available at: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea-2018/reports-and-materials/>; HELCOM (2017a): Outcome of the 3rd meeting of the Expert Network on dredging / depositing operations at sea. <https://portal.helcom.fi/meetings/N%20DREDS%203-2017-485/MeetingDocuments/Outcome%20of%20the%203rd%20meeting%20of%20the%20Expert%20Network%20on%20dredging.pdf>; Paganelli et al., 2017; Foden, J., Rogers, S. I., & Jones, A. P. (2011). Human pressures on UK seabed habitats: a cumulative impact assessment. *Marine Ecology Progress Series*, 428, 33-47; S. Korpinen et al. / *Ecological Indicators* 15 (2012) 105–114;
- Hiddink, J.G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Mazor, T., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C. R., Amoroso, R.O., Parma, A.M., Suuronen, P., Kaiser, M.J., 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114, 8301–8306. <https://doi.org/10.1073/pnas.1618858114>.

- Hiddink, J.G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Mazor, T., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C. R., Amoroso, R.O., Parma, A.M., Suuronen, P., Kaiser, M.J., 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proc. Natl.Acad. Sci.* 114, 8301–8306. <https://doi.org/10.1073/pnas.1618858114>.
- Hiddink, J.G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Mazor, T., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C. R., Amoroso, R.O., Parma, A.M., Suuronen, P., Kaiser, M.J., 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proc. Natl.Acad. Sci.* 114, 8301–8306. <https://doi.org/10.1073/pnas.1618858114>
- ICES (2023). Working Group on Fisheries Benthic Impact and Trade-offs (WGFBIT; outputs from 2022 meeting). ICES Scientific Reports. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.22123193.v1>
- La Rivière M., Aish A., Gauthier O., Grall J., Guérin L., Janson A.-L., Labrune C., Thibaut T. et Thiébaud E., 2016. Assessing benthic habitats' sensitivity to human pressures: a methodological framework – Summary report. Rapport SPN 2016-87. MNHN. Paris, 42 pp.; ActionMed deliverable 1.5 “Development of intelligent tools for biodiversity indicators” April 2017, 31p; BalticBOOST Appendix 1, WP 3.1 Deliverable 1 Final report 14 February 2017;
- Paramana T., M. Dassenakis a, V. Paraskevopoulou a, N. Papadopoulou b, C. Smith b, S. Reizopoulou c, S. Raicevich d, M. Pulcini d, Fr Ronchi d, M. Penna d, A. Nguyen Xuan d,R. Proietti d, S. Maltese d, B. Mavrić e, V. Lauria f,d, G. Garofalo f,d, K. Klančnik g, R. Kaučič g, H. Caserman g, N. Vrgoč h, I. Isajlović h, T. Russo f,i,j, N. Streftaris c, K. Pagkou . Screening and assessing physical pressures affecting seafloor integrity in the Mediterranean region. 2024. *c. Ocean and Coastal Management* n°251 (2024) 107048.<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107046>;
- Pitcher, C.R., Ellis, N., Jennings, S., Hiddink, J.G., Mazor, T., Kaiser, M.J., Kangas, M.I., McConnaughey, R.A., Parma, A.M., Rijnsdorp, A.D., Suuronen, P., Collie, J.S., Amoroso, R., Hughes, K.M., Hilborn, R., 2017. Estimating the sustainability of towed fishing-gear impacts on seabed habitats: a simple quantitative risk assessment method applicable to data-limited fisheries. *Methods Ecol. Evol.* 8, 472–480. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12705>.
- Rijnsdorp, A.D., Bolam, S.G., Garcia, C., Hiddink, J.G., Hintzen, N.T., van Denderen, P. D., van Kooten, T., 2018. Estimating sensitivity of seabed habitats to disturbance by bottom trawling based on the longevity of benthic fauna. *Ecol. Appl.* 28, 1302–1312. <https://doi.org/10.1002/eap.1731>
- Russo, T., D'Andrea, L., Parisi, A., Cataudella, S., 2014. VMSbase: An R-Package for VMS and Logbook Data Management and Analysis in Fisheries Ecology. *PLoS ONE* 9, e100195.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100195>
- Russo, T., D'Andrea, L., Parisi, A., Martinelli, M., Belardinelli, A., Boccoli, F., Cignini, I., Tordoni, M., Cataudella, S., 2016. Assessing the fishing footprint using data integrated from different tracking devices: Issues and opportunities. *Ecological Indicators* 69, 818–827. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.043>
- Russo, T., Parisi, A., Cataudella, S., 2011a. New insights in interpolating fishing tracks from VMS data for different métiers. *Fisheries Research* 108, 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.12.020>
- Russo, T., Parisi, A., Prorgi, M., Boccoli, F., Cignini, I., Tordoni, M., Cataudella, S., 2011b. When behaviour reveals activity: Assigning fishing effort to métiers based on VMS data using artificial neural networks. *Fisheries Research* 111, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.06.011>
- van Denderen, P.D., Bolam, S.G., Friedland, R., Hiddink, J.G., Nor'en, K., Rijnsdorp, A.D. Sköld, M., Törnroos, A., Virtanen, E.A., Valanko, S., 2020. Evaluating impacts of bottom trawling and hypoxia on benthic communities at the local, habitat, and regional scale using a modelling approach. *ICES J. Mar. Sci.* 77, 278–289. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz219>.

Vasquez M., Manca E., Inghilesi R., Martin, S., Agnesi S., Al Hamdani Z., Annunziatellis A., Bekkby T., Pesch R., Askew A., Bentes L., Castle L., Doncheva V., Drakopoulou V., Gonçalves J., Laamanen L., Lillis H., Loukaidi V., McGrath F., Mo G., Monteiro P., Muresan M., O'Keeffe E., Populus J., Pinder J., Ridgeway A., Sakellariou D., Simboura M., Teaca A., Tempera, F., Todorova V., Tunesi L. and Virtanen E. EUSeaMap 2019, A European broad-scale seabed habitat map, Technical Report, 2019 EUSeaMap 2019, A European broad-scale seabed habitat map, technical report;

6. Allegati