

M. PENNA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) Via Vitaliano Brancati 48/60 Roma
Italia
marina.penna@isprambiente.it

MARINE ECOSYSTEM RESTORATION - MER, IL PROGETTO PNRR PER CONOSCERE, PROTEGGERE E RESTAURARE GLI HABITAT MARINI

MARINE ECOSYSTEM RESTORATION - MER, THE NextGeneration EU PROJECT TO INCREASE KNOWLEDGE, PROTECT AND RESTORE MARINE HABITATS

Abstract - *Italian National Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA) is the implementing body of the PNRR (Italian NextGeneration EU) MER Project, which provides for the investment of 400 million euros for the period 2022 - 2026 for the implementation of interventions for the restoration and protection of the seabed and marine habitats. The MER Project foresees the strengthening of the national observation system of marine and coastal ecosystems, also through the acquisition of a new major naval oceanographic unit, and the mapping of the extension and state of coastal and marine habitats of conservation interest in Italian waters.*

Keywords: *restoration, benthic habitats, observation systems, NextGeneration EU*

Introduzione - L'investimento 3.5 (*Marine Ecosystem Restoration* – MER) del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) dell'Italia, prevede di implementare interventi atti alla conoscenza, protezione e restauro degli habitat marini italiani. Il MER prevede la promozione di azioni di ripristino attivo e passivo, attività di mappatura dei fondi marini e il rafforzamento delle capacità di monitoraggio del sistema di ricerca italiano tramite piattaforme fisse e mobili e sistemi modellistici. Le azioni di ripristino attivo sono state programmate facendo riferimento ad esperienze positive sviluppate nell'ambito di progetti di ricerca e di servizio (Bacci *et al.*, 2024; La Porta & Bacci, 2022; Falace *et al.*, 2018; Casoli *et al.*, 2022, Hargis *et al.*, 1999). Tali azioni riguarderanno la ricostituzione dei letti a ostriche in Adriatico, il ripristino di porzioni di praterie di fanerogame marine, di foreste a *Cystoseira* sp. e di habitat coralligeno. Sono altresì previste misure di protezione di natura passiva, che comprendono la realizzazione di nuovi campi ormeggio nelle aree marine protette (AMP) e l'individuazione ed eventuale rimozione di attrezzi da pesca e di acquacoltura abbandonati o persi in mare. In ambito costiero, sono previste attività di mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile e di *Cymodocea nodosa* Ascherson, lungo tutte le coste italiane. Per quanto riguarda gli habitat profondi è prevista l'indagine degli habitat di fondo duro di interesse conservazionistico presenti sui monti sottomarini o su affioramenti rocciosi circalitorali e batiali (200-2000 m) per i quali ancora permangono grosse lacune conoscitive. Infine è previsto il rafforzamento delle capacità di monitoraggio degli ecosistemi marini e marino-costieri (tramite radar costieri, AUV di profondità, rete ondometrica, correntometrica, modellistica oceanografica, bio-geochimica e strumenti di dettaglio per aree hot-spot) con l'obiettivo di garantire un'adeguata pianificazione e attuazione di misure di protezione e ripristino su ampia scala, promuovendo l'integrazione tra attività di indagine e di esplorazione e il sistema di monitoraggio ambientale attualmente attivo a supporto delle normative UE di settore. Il MER si doterà di una Unità oceanografica da ricerca di tipo *multipurpose* adibita al monitoraggio e alla ricerca scientifica.

Ripristino degli habitat ad ostrica piatta - L'habitat letti a ostrica piatta, *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758), è attualmente valutato come "in pericolo" nella Lista Rossa

Europea degli habitat marini. Gli interventi di ripristino di questo habitat prevedono la ricostituzione di banchi di ostrica piatta in sette siti costieri in Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Emilia-Romagna, Marche e Abruzzo a profondità comprese tra i 15 e 30 m. In ogni sito di intervento verranno disposti circa 10.000 m² di substrati favorevoli all'insediamento della specie e saranno immessi individui adulti e subadulti provenienti da attività di pesca e acquacoltura sostenibili. Saranno effettuate analisi genetiche, di salute e stress delle ostriche, e attività di monitoraggio ambientale dei siti ripristinati e dei banchi naturali ai fini della verifica dell'efficacia degli interventi.

Ripristino degli habitat di interesse conservazionistico - Gli interventi prevedono l'implementazione una serie di azioni per il ripristino attivo di habitat di elevato pregio e di interesse conservazionistico, che risultano essere in condizioni di degrado, tramite la reintroduzione di specie del Coralligeno, di *P. oceanica* e *C. nodosa* e di specie appartenenti al genere *Cystoseira*. I criteri di scelta delle sette aree da ripristinare comprendono la presenza di dati ed informazioni relative all'estensione e allo stato di salute degli habitat di interesse, all'individuazione di eventuali elementi di disturbo che abbiano portato al degrado degli habitat e, laddove essi siano presenti, alla loro rimozione prima della realizzazione degli interventi stessi e l'esistenza di esperienze pregresse che abbiano mostrato esiti positivi.

Protezione degli habitat sensibili e ripristino passivo - Gli interventi prevedono la realizzazione di campi ormeggio installando sistemi di ultima generazione, a basso impatto ambientale, a tutela delle zone caratterizzate da habitat bentonici protetti e/o di interesse conservazionistico. Tale attività sarà implementata nelle AMP, Parchi Nazionali e Zone Speciali di Conservazione, installando più di un migliaio di gavitelli di ormeggio. Gli attrezzi da pesca e di acquacoltura persi o abbandonati (*ghost nets*) in mare saranno rimossi in 20 siti lungo le coste italiane. La maggioranza dei rifiuti ritrovati sul fondo nei mari italiani è infatti riconducibile alle attività legate alla pesca (Angiolillo *et al.*, 2023). Questi interventi contribuiranno al ripristino degli habitat marini compromessi e al tempo stesso, alla promozione dell'economia circolare attraverso il riciclo (per quanto possibile) delle reti recuperate.

Mappatura degli habitat profondi - Settantanove monti sottomarini, situati oltre le 12 mn dalla costa e ad una profondità compresa tra i 200 e i 2000 m, saranno indagati al fine di mapparne gli habitat di fondo duro circalitorali e batiali su di essi presenti (codice 1170 - Reef, della Direttiva europea Habitat). Specifiche unità navali e strumentazioni più avanzate (*multibeam echosounder* (MBES), *sub bottom profiler* (SBP) e *remotely operated vehicle* (ROV)) saranno impiegate per l'acquisizione di dati geofisici, biologici ed ecologici che permetteranno di caratterizzarne i popolamenti, lo stato di salute degli habitat presenti e la biodiversità, al fine di individuare zone meritevoli di misure di protezione e/o conservazione. L'obiettivo finale è creare un sistema di aree protette marine del largo (Rete NATURA2000), consentendo di rispondere agli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità 2030.

Mappatura degli habitat costieri - La mappatura delle praterie di *P. oceanica* e *C. nodosa* lungo tutta la penisola verranno effettuate integrando tecnologie multiscala, tra cui sensori ottici LiDAR e sensori satellitari. I dati generati colmeranno lacune nella conoscenza supportando la protezione, la conservazione e il ripristino degli habitat, la quantificazione del carbonio blu, la gestione delle aree marine protette e dei siti Natura 2000, la sicurezza della navigazione, l'analisi del rischio costiero e la gestione integrata delle zone costiere.

Sistemi di rilevamento radar - I sistemi di telerilevamento radar della superficie del mare forniscono osservazioni delle correnti superficiali e delle onde marine. Verranno installati 13 radar in Banda HF e mantenuti operativi 8 radar già esistenti nell'area Toscana/Arcipelago Toscano, Lazio/Campania e Sicilia per lo studio delle caratteristiche fisiche delle aree investigate. Inoltre, è prevista la realizzazione di una unità mobile di ricerca oceanografica che monta un Radar in Banda X, la quale garantirà la possibilità di organizzare campagne di monitoraggio *ad hoc* nelle aree costiere di particolare interesse lungo tutta la penisola italiana, per il monitoraggio di correnti superficiali, onde e batimetria.

Sistemi per l'osservazione del mare - Potenziamento delle esistenti reti di monitoraggio marino, la Rete Ondametrica e Correntometrica costiera e d'Altura, la rete Mareografica Nazionale e la Rete per il Video-Monitoraggio Costiero. È prevista l'installazione di 11 boe a diverse distanze dalla costa, su fondali tra 200 e 3000 m: 6 su fondali entro i 1000 m e 5 su fondali fino a 3000 m. La nuova rete ondametrica e correntometrica costiera ha l'obiettivo di riattivare contemporaneamente i 16 siti già monitorati ed ampliare l'insieme dei parametri fisici osservati. La Rete Mareografica Nazionale (RMN), verrà potenziata con 5 ulteriori stazioni di monitoraggio, rinnovando la dotazione sensoristica esistente. La Rete per il Video Monitoraggio Costiero (RVMC) sarà potenziata con 6 ulteriori stazioni. Tale sistema di rilevamento è fondamentale per ottenere informazioni precise sui cambiamenti climatici, contribuendo allo studio delle correnti marine, al monitoraggio del clima, alla sicurezza e navigazione e alla protezione ambientale.

Potenziamento del monitoraggio della Laguna di Venezia e dell'alto Adriatico - E' prevista la manutenzione e il potenziamento della Rete Mareografica della Laguna di Venezia e dell'Alto Adriatico (RMLV) con l'installazione di 9 nuovi siti di monitoraggio nella laguna di Venezia e nella laguna di Marano-Grado e ulteriori nuovi sensori meteo-mareografici e ondametrici. Si prevede, inoltre, l'installazione di 15 nuove stazioni di misura dei parametri rappresentativi della qualità chimico-fisica e trofica delle lagune, tra i quali temperatura, salinità, ossigenazione e trasparenza delle acque, concentrazione dei nutrienti, carbonio e clorofilla, dislocate nelle lagune di Venezia e del Delta del Po e nella laguna di Marano Grado.

Sistemi modellistici integrati per il monitoraggio del mare - Saranno implementati strumenti di elaborazione finalizzati alla omogeneizzazione dei prodotti operativi previsionali già disponibili a scala nazionale, per fornire informazioni sulle caratteristiche delle correnti marine, del livello del mare e del moto ondoso nelle aree costiere entro le acque territoriali e dei livelli nelle aree lagunari. Inoltre, su specifiche aree critiche, ove i processi fisici dominanti non sono sufficientemente risolti dagli strumenti modellistici ad oggi in uso, saranno sviluppati sistemi di previsione operativa avanzata per la risoluzione del moto ondoso e delle correnti marine da esso generate sotto costa. Parallelamente è previsto lo sviluppo di strumenti di modellistica bio-geo-chimica marina, validati e integrati con dati da monitoraggi routinari e da satellite Copernicus anche per la stima degli impatti a larga scala degli scarichi inquinanti. Il sistema offrirà una copertura a scala nazionale, con risoluzione spaziale di circa 500 m (e di circa 100 m su 10 aree di interesse), garantendo una produzione giornaliera in modalità previsionale a breve termine e uno storico di informazioni di almeno 10 anni. L'attività include la messa a punto, la calibrazione e validazione di modelli morfodinamici e biogeochimici per le due maggiori lagune italiane, in termini di estensione, ovvero la Laguna di Venezia e di Marano Grado, nonché per alcuni ambienti lagunari del Delta del Po. Questi modelli permetteranno di integrare nel tempo e nello spazio le informazioni

acquisite dalle reti osservative, nonché di disporre di strumenti per la valutazione di scenari, legati ad interventi antropici, misure di ripristino o variazioni climatiche.

Sistemi modellistici per la previsione di eventi di inquinamento "short term" in aree di acquacoltura e turistico-ricreazionali - È in corso di sviluppo un Sistema Modellistico per la caratterizzazione e la previsione di eventi di inquinamento da batteri fecali e particolato sospeso a breve termine, per supportare il monitoraggio dinamico delle pressioni in diverse condizioni climatiche, oceanografiche e di produttività degli impianti di acquacoltura. Il Sistema è basato sull'integrazione di una componente modellistica idrologica-idraulica e di una marino-costiera per lo studio e la previsione dei processi di trasporto del carico inquinante proveniente dalle aree interne (scarichi, apporti fluviali, dilavamento di aree urbane) e dagli impianti di acquacoltura in aree costiere. Esso sarà implementato in tre aree di interesse per la compresenza di attività di acquacoltura e turistico-ricreazionali: Lavagna (Liguria); Golfo di Follonica (Toscana), Goro (Emilia Romagna). In prossimità degli impianti di piscicoltura e molluschicoltura del Golfo di Follonica, inoltre, è stata installata una rete sensoristica sottomarina per il monitoraggio in tempo reale dei parametri idrodinamici e oceanografici della colonna d'acqua. Il sistema, interamente sommerso, è composto da nove stazioni di rilevamento, equipaggiate con sonde multiparametriche e un correntometro ADCP, interconnesse tramite una rete wireless per la trasmissione dei dati funzionante con modem acustici. Le informazioni raccolte vengono trasmesse in tempo reale ad una piattaforma web-cloud, che consente l'archiviazione e la visualizzazione dei dati. Questa infrastruttura rappresenta uno strumento operativo avanzato per il monitoraggio ambientale e il supporto alla pianificazione spaziale delle attività d'acquacoltura, contribuendo alla gestione sostenibile delle risorse.

Nave oceanografica maggiore - Il progetto MER prevede l'acquisizione di una unità navale oceanografica da ricerca le cui caratteristiche sono state elaborate in collaborazione con Marina Militare Italiana. L'imbarcazione avrà una certificazione di classe green plus disponendo di una propulsione ibrida con motore Diesel-elettrico e sarà dotata di apparecchiature scientifiche di ultima generazione: ROV - work class in grado di operare fino a 4000 m di profondità e relativo LARS (*launch and recovery system*), suite strumenti CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) con relativo *handling system*, Side Scan Sonar da 2000 m, carotiere a pistone e a gravità, box corer, AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) tipo *Hugin* in grado di operare fino a 3000 m. Inoltre, sarà dotata della classe "*Silent*" che garantisce una elevata silenziosità consentendo un monitoraggio efficace del rumore sottomarino e assicurando una elevata qualità dei dati acquisiti mediante le strumentazioni acustiche. L'unità navale sarà in grado di operare per 6 ore in modalità *full electric* in modo da poter monitorare zone sensibili e con alti livelli di protezione e di tutela con bassissimo impatto.

Considerazioni conclusive - Il ripristino di un ecosistema marino include azioni che indirizzino verso una traiettoria di recupero in termini di struttura e proprietà funzionali, indipendentemente dal periodo necessario per raggiungere l'esito del recupero. Il ripristino ecologico mira principalmente a stabilire un sistema autosufficiente e resiliente che sia comparabile, per funzioni e struttura con l'habitat originario. A seconda del contesto ecologico, il ripristino può essere conseguito mediante riduzione/esclusione delle pressioni, consentendo il recupero naturale (ripristino passivo), o essere conseguenza di interventi mirati (ripristino attivo).

Attraverso gli interventi proposti nell'ambito del Progetto MER, il Paese intende rispondere alle esigenze espresse nella "Strategia Europea per la Biodiversità 2030" che

riflette lo spirito e la visione da perseguire nel contesto del Decennio delle Nazioni Unite sul ripristino degli ecosistemi (2021-2030), con l'obiettivo di invertire il degrado degli ecosistemi mediante interventi di ripristino che fanno uso di protocolli consolidati su una scala spaziale vasta mai tentata prima.

Il progetto MER ha l'obiettivo di realizzare interventi di ripristino accelerando il recupero del buono stato ecologico attraverso l'introduzione di specifiche soluzioni tecniche in grado di prevenire condizioni di stress prolungato e favorire il recupero ambientale (ripristino passivo) oltre ad interventi di ripristino attivo, programmate sulla base delle tecniche più avanzate ed efficaci identificate valorizzando i risultati prodotti da iniziative pregresse.

Il potenziamento delle piattaforme di osservazione marina al fine di disporre della conoscenza della distribuzione a scala nazionale degli habitat marini di interesse conservazionistico risulta elemento essenziale ai fini della pianificazione ed attuazione di adeguate misure di protezione così come richiesto dalla Strategia Europea sulla Biodiversità che prevede che per il 2030 si arrivi a proteggere il 30% dei mari, con il 10% degli stessi in modo rigoroso. La cartografia degli habitat bentonici di interesse conservazionistico e la conduzione di studi per valutarne e monitorarne lo stato di salute costituiscono il prerequisito per definire misure di protezione e di ripristino adeguate e per stimarne l'efficacia.

Sebbene l'Italia sia uno dei pochi Paesi del Mediterraneo a disporre di una cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* a scala nazionale, le informazioni disponibili per questo habitat di grande rilevanza conservazionistica, prioritario per la Direttiva Europea Habitat e per il protocollo SPA/BD della Convenzione di Barcellona, sono ormai estremamente datate: la mappatura di questo habitat è stata infatti condotta a partire dalla fine degli anni '80 e si è conclusa nel 2002. Quindi le carte di cui oggi l'Italia dispone per *Posidonia* hanno quindi almeno 20 anni e in alcuni casi ben 30.

La disponibilità di cartografie a scala nazionale degli altri habitat bentonici di maggiore valenza conservazionistica non è migliore.

Le azioni del progetto MER mirano quindi a rafforzare ed accreditare in Europa il sistema osservativo marino e marino-costiero italiano, promuovendo al contempo l'integrazione tra attività di indagine e di esplorazione ed il sistema di monitoraggio ambientale attualmente attivo a supporto delle normative UE di settore (Direttiva 2008/56/EC, Direttiva 2000/60/EC, Direttiva 1992/43/CEE, Direttiva 2009/147/CE), e le varie componenti scientifiche ed industriali nazionali, al fine di progettare delle infrastrutture di avanguardia e sostenibili. In particolare, il sistema osservativo che comprende la nave oceanografica maggiore, i sistemi di osservazione multi-piattaforma ed interdisciplinari costituiti da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, integrato con osservazioni satellitari e l'utilizzo di modelli fisici, chimici ed ecologici completerà la Rete Nazionale di osservazione, che opererà in stretta sinergia e complementarietà con il monitoraggio condotto per l'attuazione della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina 2008/56/EC.

Concludendo, i risultati del progetto MER oltre a fornire un contributo fondamentale al mondo scientifico creeranno le basi per uno sviluppo sostenibile del mare ma anche economico e sociale del Paese nell'ottica di una vera e propria economia blu.

Ringraziamenti – si ringraziano tutte le colleghe ed i colleghi ISPRA che sono impegnati nell'attuazione di questo grande progetto, senza il contributo dei quali non sarebbe stato possibile portare avanti questa iniziativa. Per brevità si citano il responsabile del progetto MER Dott. Giordano Giorgi e la Project Manager Dott.ssa Sofia Mariano.

Bibliografia

- ANGIOLILLO M., FORTIBUONI T., DI LORENZO B., TUNESI L. (2023) - First baseline assessment of seafloor litter on Italian coralligenous assemblages (Mediterranean Sea) in accordance with the European Marine Strategy Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.*, **187**: 114597. doi: 10.1016/j.marpolbul.2023.114597
- LA PORTA B., BACCI T. (2022) – *Manual for the planning, implementation and monitoring of transplantation of Posidonia oceanica*. LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761), Rome. https://lifeseosso.eu/?page_id=11157
- BACCI T., SCARDI M., TOMASELLO A., VALIANTE L. M., PIAZZI L., CALVO S., BADALAMENTI F., DI NUZZO F., RAIMONDI V., ASSENZO M., CECCHI E., PENNA M., BERTASI F., PIAZZI A., LA PORTA B. (2024) - Long-term response of *Posidonia oceanica* meadow restoration at the population and plant level: implications for management decisions. *Restor. Ecol.*: e14360. <https://doi.org/10.1111/rec.14360>
- CASOLI E., VENTURA D., MANCINI G., CARDONE S., FARINA F., DONNINI L., PACE D.S., SHAUL R., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G. (2022) - Rehabilitation of Mediterranean animal forests using gorgonians from fisheries by-catch. *Restor. Ecol.*, **30** (1): e13465. doi: 10.1111/rec.13465
- FALACE A., KALEB S., DE LA FUENTE G., ASNAGHI V., CHIANTORE M. (2018) - *Ex situ* cultivation protocol for *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (Fucales, Phaeophyceae) from a restoration perspective. *PLoS ONE*, **13** (2): e0193011.
- HARGIS W.J., HAVEN D. S. (1999) - Chesapeake Oyster Reefs, Their Importance, Destruction and Guidelines for Restoring Them. In: Luckenbach M.W., Mann R., Wesson J.A. (eds), *Oyster reef habitat restoration: a synopsis and synthesis of approaches; Proceedings from the Symposium, Williamsburg, Virginia, April 1995*. VIMS Press, Gloucester Point, VA: Chapters. 92. <https://scholarworks.wm.edu/vimsbooks/92>