

ATTIVITA' DI RIPRISTINO DI BANCHI NATURALI DI OSTRICHE (*O. EDULIS* L.) IN ADRIATICO

PNRR- Misura M2C4 Investimento 3.5. Implementazione azioni di ripristino ecologico - banchi di ostriche

Versione 04 settembre 2023

1. Contesto

1.1. Il progetto MER



L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) è ente attuatore per la realizzazione del progetto “*Marine Ecosystem Restoration (MER)*” a seguito dell'accordo del 16/09/2022 - ai sensi dell'art. 15 della legge del 7 agosto 1990, n. 241 - con il Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica (MASE), amministrazione centrale titolare di intervento PNRR, nell'ambito della realizzazione degli obiettivi previsti dalla Misura M2C4 Investimento 3.5 del PNRR “Ripristino e la Tutela dei Fondali e degli Habitat Marini”.

Il progetto ha come obiettivo generale quello di rispondere efficacemente a quanto richiesto dalla Strategia Europea per la Biodiversità (2020/2273(INI)) che, per il 2030, ha fissato l'obiettivo di proteggere il 30% dei mari europei dell'Unione, di cui almeno un terzo in modo rigoroso.

A questo scopo nel progetto MER sono stati previsti 37 interventi a larga scala per il **ripristino** e la **tutela** dei fondali e degli habitat marini, rafforzando contestualmente il sistema nazionale di **ricerca e osservazione** degli ecosistemi marini e costieri e la conoscenza di **localizzazione, estensione e stato** degli habitat costieri e marini di interesse conservazionistico nelle acque italiane.

Nell'ambito del progetto MER è prevista la realizzazione di “**Attività di ripristino di banchi naturali di ostriche in Adriatico**” (interventi A1-A5), da conseguirsi improrogabilmente entro il 30 giugno 2025. Le regioni individuate nelle quali si prevede di effettuare tali interventi sono Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Emilia-Romagna, Marche e Abruzzo.

Gli interventi hanno lo scopo di ricostituire banchi di ostrica (*Ostrea edulis*) al fine del ripristino dei servizi ecosistemici associati quali il supporto della biodiversità marino-costiera, la mitigazione dell'erosione, il sequestro di CO₂, il miglioramento della qualità dell'acqua e i servizi di produzione di biomassa.

Per la realizzazione del progetto ISPRA prevede la realizzazione di gare per le forniture, la progettazione e la realizzazione dei lavori (appalto integrato), alcune delle quali suddivise in lotti con copertura geografica regionale o multiregionale (e che saranno pubblicate su

<https://www.italiadomani.gov.it/>). Per le gare di appalto del progetto PNRR MER, ISPRA ha ruolo di stazione appaltante e si serve di Invitalia come Centrale di committenza per gli appalti sopra soglia.

Sono inoltre previste attività di supporto all'intervento (monitoraggi, indagini sanitarie ecc.) effettuate in collaborazione con soggetti pubblici o privati di comprovata e riconosciuta esperienza nell'ambito di azioni di ripristino, nella patologia dei molluschi bivalvi e nella valutazione degli stock ittici.

1.2. La specie e la presenza storica dei “banchi di Ostriche” in Adriatico

L'ostrica piatta *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) è un mollusco bivalve presente nei mari italiani. Si rinviene su fondali detritico-rocciosi, fangoso-ghiaiosi o fangoso-sabbiosi del piano infralitorale, da pochi metri a circa 50 metri di profondità. Può vivere anche in ambienti di estuario poiché tollera basse salinità. Le ostriche sono altamente gregarie, e le larve richiedono un substrato duro su cui insediarsi, come conchiglie. Una singola ostrica può filtrare fino a 200 litri di acqua di mare al giorno, il che può migliorare notevolmente la qualità e la limpidezza dell'acqua. Le ostriche sono considerate “ingegneri dell'ecosistema” (*ecosystem engineers*) in grado di edificare habitat complessi che sostengono la biodiversità marino-costiera e di mitigare gli effetti dell'erosione fungendo da barriera naturale all'azione del moto ondoso (Pogoda, 2019). Sono infatti in grado di insediarsi sui gusci di altre specie, sassi e detriti legnosi e formano quindi un habitat strutturato noto come “letti” o “banchi”. **I banchi di ostriche forniscono importanti servizi ecosistemici** (Figura 1), tra i quali il miglioramento della qualità dell'acqua, l'aumento della biodiversità e i servizi di produzione di biomassa. Gli habitat a ostriche - sui quali si hanno testimonianze storiche o evidenze scientifiche per la costa pesarese e il Mar Nero occidentale; Bruzzo, 1930; Todorova et al., 2009 – con le loro caratteristiche di tridimensionalità tendono a supportare una biodiversità e una biomassa di specie più elevate rispetto al sedimento/fondo marino circostante. I banchi di ostriche possono inoltre **aumentare la produzione ittica** favorendo la protezione degli individui giovanili, rappresentando un rifugio dalla predazione e fornendo una fonte di alimento.



Figura 1. Servizi ecosistemici forniti dai banchi di ostriche (elaborata da Preston et al., 2020).

Le ostriche rappresentano una fonte di cibo pregiato, molto apprezzato già al tempo dei Romani, che ne descrivevano ampi banchi in Adriatico (De Nicolò, 2008). Banchi naturali sono stati ad esempio descritti lungo il litorale Triestino (Orel e Zamboni, 2006), e la specie era generalmente indicata come abbondante nel Medio e parte dell'Alto Adriatico (Cossignani et al., 1992). In passato sono stati segnalati densi banchi in particolare nell'area costiera tra Fano e Porto Garibaldi (Marsili, 1715, riportato in Bruzzo, 1930), che tuttavia si sono esauriti (Figura 2).

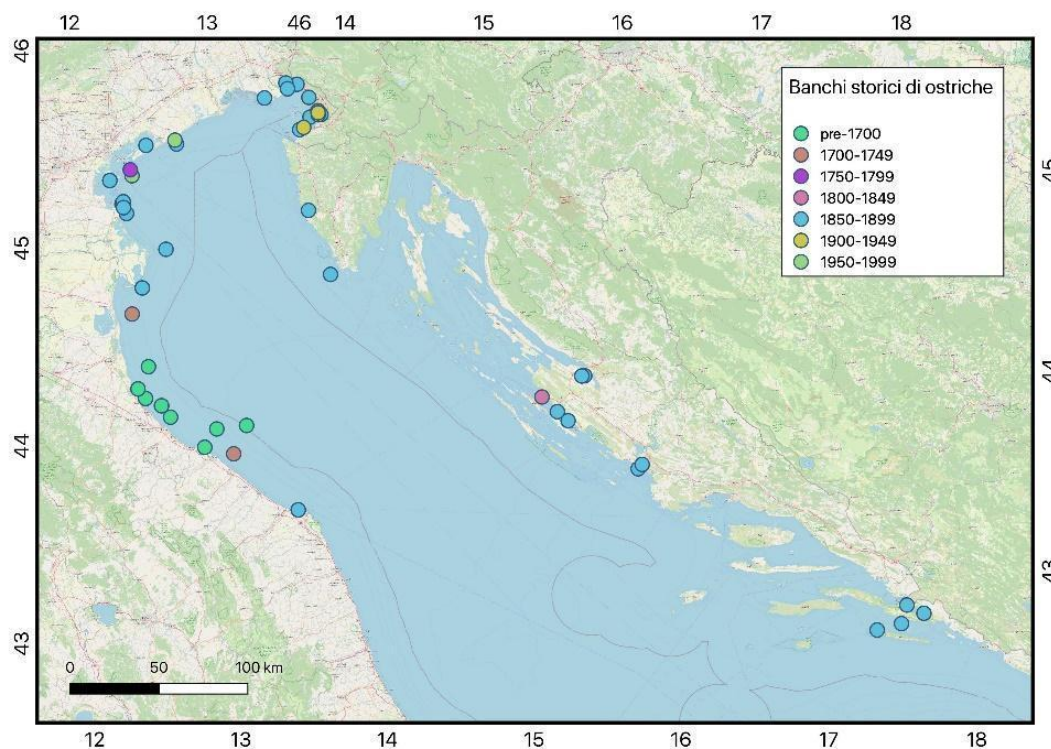


Figura 2. Localizzazione di banchi storici di ostriche in alto Adriatico a seguito di ricerca bibliografica (in progresso)

I banchi naturali adriatici hanno subito un intenso sfruttamento nel corso del tempo per mezzo di sfogliare e l'attrezzo noto come *ostreghero*. Quest'ultimo è una draga a bocca fissa senza lama e senza denti, che veniva utilizzata principalmente in contesto lagunare (Venezia, Goro), trainandola in bassi fondali per la cattura delle ostriche; dagli anni '90 il suo utilizzo è vietato in tale ambito.

Evvi un altro sito di detto letto di mare chiamato «banco» alla dirittura di Fano, e lungi dal lido quattro miglia. Egli in tal luogo è profondo dodici passi e largo quattrocento, e si prolunga verso Maestro infino alla dirittura di Pesaro. Esso incomincia di nuovo a Rimini continuando sino a Cesenatico per lo stesso Maestro dove cessa, e ripiglia poscia dirimpetto a Primaro, terminando sopra Magnavacca. Tutti questi piani sono ripieni di ostriche quasi collocate una sopra l'altra a guisa delle pietre, che formano un muro.
(Luigi Ferdinando Marsili, 1715, come riportato in Bruzzo, 1930)

A livello globale, da fine 1800 i banchi di *O. edulis* sono in rapido decremento a causa di un eccessivo sfruttamento, malattie e/o alterazione delle condizioni ecologiche. Non fanno eccezione i mari italiani, dove nel secolo scorso, per colmare questa scomparsa, si è andato sviluppando l'allevamento di questa specie, attività che quale però in Italia è rimasta abbastanza localizzata (Molin, 1863-1864; Parenzan, 1983) mentre sulle coste francesi e di altri Stati UE vi è stata una tendenza a utilizzare a scopo commerciale in varie zone del Mediterraneo l'ostrica concava *Crassostrea gigas* (sin. *Magallana gigas*; Thunberg, 1793) (chiamata anche “ostrica concava del Pacifico” o “ostrica giapponese” poiché endemica del Pacifico nord-orientale), in quanto più rustica e a crescita più rapida. Questa specie esotica si è poi diffusa in ambiente naturale in molti siti costieri del Mediterraneo.

I banchi di ostriche native sono tra gli **habitat marini più minacciati d'Europa**, dove la risorsa è in declino soprattutto per via dell'intensa attività di pesca. Si vedano ad esempio i lavori di Laing et al. (2005) per l'Inghilterra, Pogoda (2019) per la Germania e Fariñas-Franco et al. (2018) per la Scozia. Nei mari del nord Europa i banchi naturali di ostrica sono considerati dal 2011 un habitat marino prioritario dalla Commissione OSPAR. I letti ad ostriche infralitorali del Mar Mediterraneo (MEDA 5.6w) formati dalla sovrapposizione **di dense aggregazioni di ostriche cementate tra loro e su conchiglie di esemplari morti**, sono stati definiti “in pericolo” nella Lista Rossa Europea degli habitat marini (EU, 2016), sottolineandone sia le tendenze in drastica decrescita degli ultimi decenni, principalmente conseguenti all'intenso sfruttamento, che le importanti lacune conoscitive sull'attuale distribuzione.

In Adriatico **le osservazioni disponibili non indicano la presenza di banchi strutturati con elevazione dal fondale quanto invece quella di organismi dispersi su fondi molli a formare “aree di aggregazione”** di ostrica piatta a densità variabile negli anni. Queste costituiscono oggi una risorsa, seppure accessoria e limitata, della pesca a strascico. Infatti, contenute aggregazioni si sviluppano tuttora lungo alcuni limitati tratti della fascia di mare che bagna le coste italiane dell'Adriatico, dal Golfo di Trieste al Gargano. Attualmente le ostriche vengono catturate con maggiore frequenza lungo la fascia che va dalle 3 alle 10 miglia dalla costa e in un *range* batimetrico compreso tra i 14 e i 22 metri di profondità. Alcuni punti di costante presenza dell'ostrica piatta si riscontrano nei fondali antistanti Rimini, Pesaro, Ancona, San Benedetto del Tronto, Pescara, Termoli e Capotondo (Figura 3). Attualmente le catture dell'ostrica rappresentano il by-catch della cattura associata alla pesca della sogliola ma la presenza saltuaria di esemplari di ostrica piatta in alcune aree dell'Adriatico **non consente comunque di ipotizzare un naturale ripristino dell'habitat costituito dai letti ad ostriche mediterranei richiedendo invece un intervento di *restoration* attiva** che possa capitalizzare, anche, sulle misure di tutela già in atto e sulla presenza sui fondali di strutture preesistenti. In ogni caso, lo sfruttamento di questa risorsa è motivo di preoccupazione riguardo la specie e gli habitat associati perché, se non opportunamente protetti e gestiti, potrebbero in breve tempo andare incontro ad un esaurimento (Ciarrocca, 1969; Mietti et al., 2002; Narcisi et al., 2010).

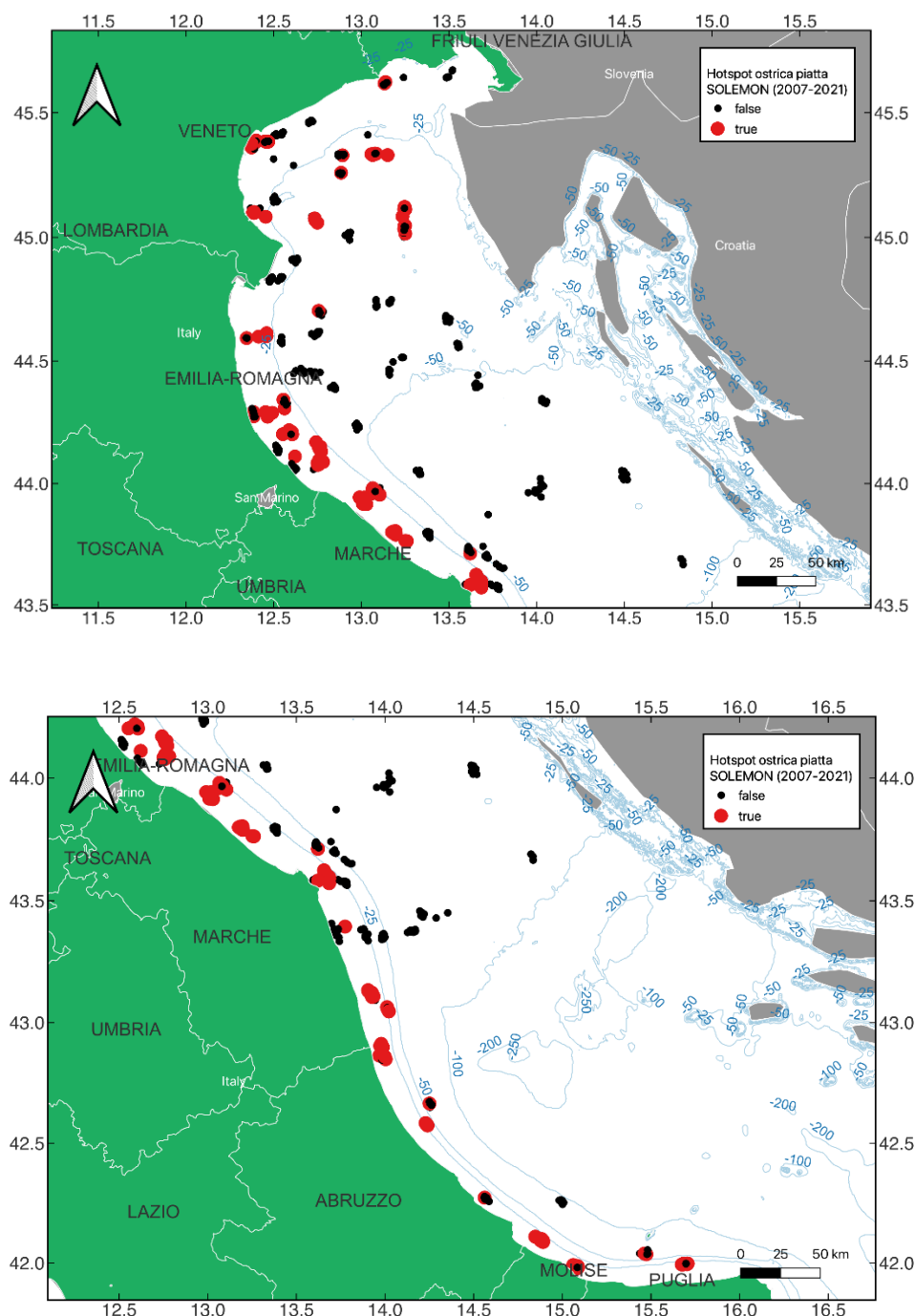


Figura 3. Aree stabili di elevata biomassa (punti rossi) identificate sulla base dei monitoraggi effettuati nell'ambito del programma di monitoraggio delle risorse demersali SOLEMON (2007-2021). I punti neri identificano stazioni in cui è stato effettuato il campionamento ma dove non è stata rilevata una costante ed elevata presenza di ostriche negli anni considerati nell'analisi (2007-2021)

1.3. Il ripristino dei banchi di ostriche

Data l'importanza ecologica di banchi strutturati di ostriche e l'attuale cattivo stato in cui versa questa specie nei mari europei, in Europa sono già stati condotti programmi di ripristino (i cui esiti sono stati discretamente incoraggianti; Pogoda, 2019) ed esiste un manuale dettagliato per la realizzazione di progetti di ripristino (Preston et al., 2020) nell'ambito del network internazionale di esperti "*Native Oyster Restoration Alliance*" (NORA). Generalmente, i programmi di ripristino dei banchi di ostriche prevedono di collocare stock di riproduttori stabili in alcune aree rese idonee all'insediamento delle larve grazie al posizionamento di pietrame e/o valve sul fondale (Figura 4). I riproduttori forniranno le larve necessarie per colonizzare le aree limitrofe (*spillover*).

In tal senso esistono esperienze pilota realizzate in Adriatico, ad esempio in Emilia-Romagna (Progetto ECOSEA, IPA ADRIATIC 2007-2013), e in Abruzzo (Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" - IZSAM, Progetto pilota sull'allevamento di *Ostrea edulis*). Negli ultimi anni sono inoltre state realizzate diverse esperienze in Nord Europa (ad esempio: Laing et al., 2005; Smaal et al., 2015; Progetto MERCES - *Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas*; *Essex Native Oyster Restoration Initiative*; progetto FOREVER - *Flat Oyster Recovery in France*).



Figura 4. Utilizzo di valve o conchigliame (cultching) per creare un substrato idoneo all'insediamento di banchi di ostriche in Scozia (Dornoch Firth) (Helmer et al., 2020).

I progetti di ripristino dei banchi di ostriche avviati in tutta Europa ne evidenziano i numerosi potenziali benefici per l'ambiente (es. miglioramento della qualità dell'acqua, aumento della biodiversità) e le attività umane (es. incremento della pesca commerciale e ricreativa, turismo), come descritto in Gamble et al. (2020) (Figura 5). Le aree di ripristino protette possono infine rifornire di

larve le zone circostanti (*spillover*) e supportare una pesca sostenibile. Tali benefici possono essere misurati attraverso metriche quantificabili, come riportato in Figura 6.

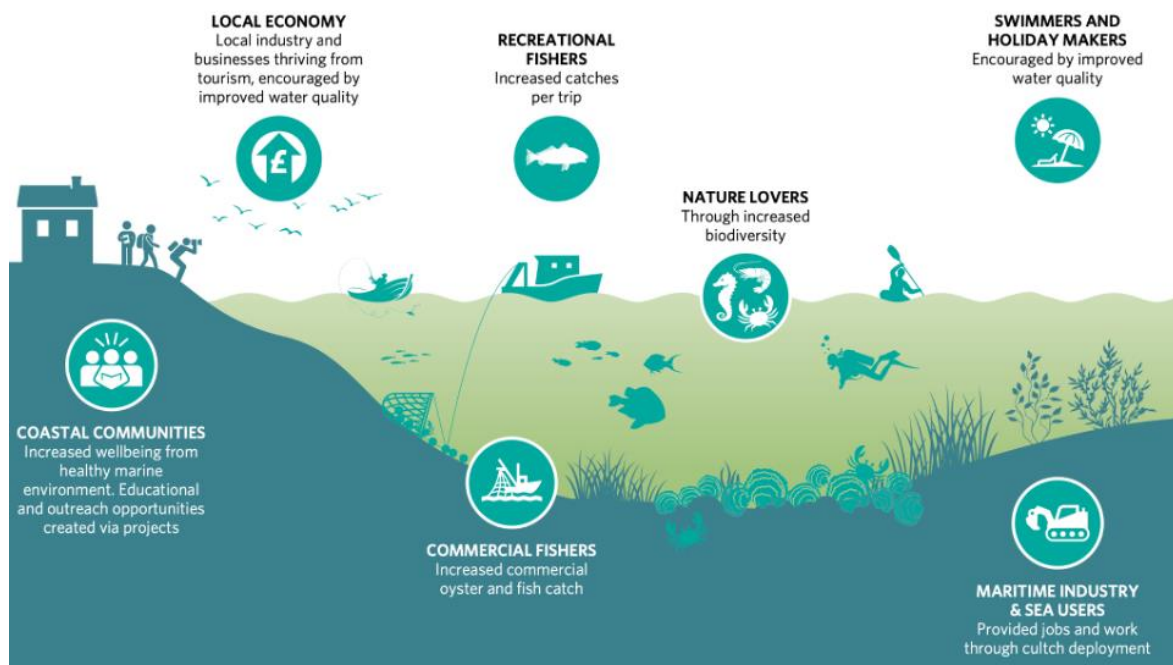


Figura 5. Principali benefici del ripristino dei banchi di ostriche (Gamble et al., 2020).

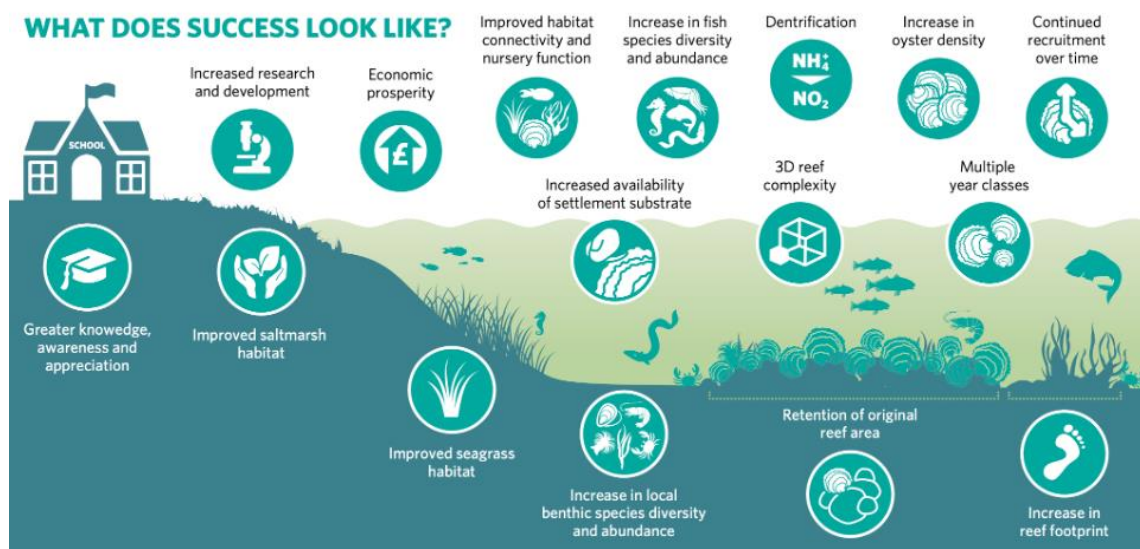


Figura 6. Le metriche misurabili che possono essere utilizzate per quantificare il successo di un progetto di ripristino di ostriche (Helmer et al., 2020).

2. Il progetto PNRR e gli interventi di ripristino di banchi di ostriche in Adriatico

Nell'ambito del progetto MER, per la realizzazione di “Attività di ripristino di banchi naturali di ostriche in Adriatico” (interventi A1-A5), l’istituto utilizzato è l’appalto integrato (Nuovo Codice

Appalti, d.lgs. n. 36/2023, art. 44.) che prevede che il contratto abbia per oggetto sia la progettazione esecutiva sia l'esecuzione dei lavori sulla base di un progetto di fattibilità tecnico-economica (PFTE) approvato. Nella attuale fase di preparazione del PFTE è stato elaborato un progetto preliminare che potrà quindi subire leggere modifiche a valle della valutazione e della progettazione esecutiva e i cui contenuti sono riassunti nella presente Descrizione del Progetto.

Il **Progetto Preliminare** degli interventi del progetto MER relativi al ripristino di habitat a ostriche è stato elaborato da ISPRA in collaborazione con ricercatori ed esperti nelle tematiche del ripristino ambientale di habitat e con comprovata esperienza tecnico-scientifica nelle tematiche della molluschicoltura, della produzione e gestione di molluschi bivalvi e della gestione della pesca in ambito Adriatico, anche tramite la collaborazione con i portatori di interesse.

Esso tiene conto delle esperienze di ripristino di banchi di *O. edulis* (come pure delle prove fatte per l'allevamento della specie in acque costiere) svolte sia in Italia che all'estero, delle specificità del Mar Adriatico e in particolare dei siti identificati nella regione Emilia-Romagna (Mietti et al., 2002; Burioli et al., 2015; Reeves e Gillies, 2019; Pouvreau et al., 2021), soprattutto nell'ambito del programma "ECOSEA" di Cooperazione Transfrontaliera IPA Adriatico 2007-2013.

Il **Progetto Esecutivo** verrà redatto dalla ditta o dalle ditte aggiudicatrici dell'appalto dei lavori (appalto integrato) e dovrà integrare quello preliminare in termini di calcoli relativi ai materiali, verifiche strutturali e di stabilità e indagini e rilievi necessari a caratterizzare il sito di intervento sia dal punto di vista biologico che strutturale e definire/confermare l'allocazione di dettaglio delle UDI e degli altri elementi previsti dal progetto. Lo studio analizzerà anche il rispetto del principio DNSH (*Do No Significant Harm*) delle opere previste, evidenziando punti da attenzionare e requisiti minimi.

Sono state infine avviate le procedure per l'ottenimento delle necessarie **autorizzazioni** (in particolare per l'immissione di inerti in mare ex art. 109 della 152/2006) da parte delle Regioni o delle ARPA e le interlocuzioni con le CCP per le **ordinanze di interdizione** di attività non compatibili con le finalità dell'intervento. Le autorizzazioni e le ordinanze funzionali all'apertura del cantiere e allo svolgimento di sopralluoghi e indagini ambientali verranno invece richieste dalla ditta che eseguirà i lavori.

2.1. Caratterizzazione del sito

La caratterizzazione del sito, propedeutica alla progettazione esecutiva, verrà effettuata su una superficie di 4 kmq intorno al sito di intervento tramite **rilievo batimetrico e morfologico** con *multibeam echo sounder* (MBES), cui verrà associata la verifica delle **caratteristiche geotecniche** del fondale con tecniche acustiche oppure con campionamento con box-corer.

Rilievi video e fotogrammetrici 3D con *Remotely Operated Vehicle* (ROV) verranno invece svolti con un numero di transetti tali da garantire la copertura completa dell'area in uno specchio acqueo di **10 ha** ai fini della definizione di dettaglio del sito e per il rilevamento della eventuale presenza e distribuzione di habitat o specie protette o di pregio.

In aggiunta, sono già partite campagne per la valutazione delle **dinamiche di reclutamento** (emissione di larve) di eventuali banchi di ostriche naturali presenti nell'area e saranno sviluppati **modelli di dispersione larvale** e *habitat suitability* per massimizzare la possibilità di attecchimento delle larve e quindi il successo degli interventi.

Nell'ottica di contribuire ad aumentare la base di dati disponibile per i mari e le coste italiane, il progetto MER renderà pubblici tutti i dati raccolti - dopo loro validazione ed elaborazione.

2.2. Descrizione dell'opera

Il progetto prevede la creazione, **per ogni sito, di 4 diverse Unità di Intervento (UDI)** che svolgeranno il ruolo di nuclei di espansione per la costituzione naturale e a lungo termine del banco di ostriche. Fa eccezione il solo sito "ZSC Tegnùe di Chioggia" in cui è prevista la posa di sole tre diverse UDI.

Una UDI è costituita da un'area di circa 50x50 m formata da:

- uno dei quattro tipi di **substrato** previsti: (i) pietrame, (ii) gabbioni con bioclasti, (iii) gabbioni con laterizi ricoperti di intonaco a base di ostrica, (iv) substrato originale del sito (nessun intervento previsto);
- **telai metallici** che contengono le **ostriche** adulte o subadulte.

Ogni UDI sarà distanziata dalle altre di circa 50 m e nelle vicinanze verrà posizionata una **meda** di segnalazione e monitoraggio dei parametri ambientali; intorno alle UDI verranno inoltre installate **strutture anti-strascico**.

2.3. Elementi e configurazione del Sito di Ripristino "Tipo"

Gli elementi principali di un sito "Tipo", illustrato in Figura 7, sono:

- 1 UDI-P: Unità di intervento formata da substrato di pietrame calcareo (A) + telai metallici (E) allestiti con ostriche (H)
- 1 UDI-B: Unità di intervento formata da substrato di gabbioni contenenti bioclasti (B) + telai metallici (E) allestiti con ostriche (H)
- 1 UDI-T: Unità di intervento formata da substrato di gabbioni contenenti tavelle ricoperte da intonaco *bio-based* (C) + telai metallici (E) allestiti con ostriche (H)
- 1 UDI-V: Unità di intervento formata dal substrato originale (nessun intervento richiesto) (D) + telai metallici (E) allestiti con ostriche (H)
- 1 MEDA: Meda strumentata con corpo morto (F)
- STRUTTURE ANTISTRASCICO: blocchi di protezione dei fondali (G)

Lo **schema di posa** prevede che la parte centrale di ogni UDI sia occupata esclusivamente dai telai metallici per un'area di circa 16 x 16 m mentre l'area rimanente sia occupata dai substrati fino al limite di circa 50 x 50 m complessivi. Per la creazione del substrato adatto all'attecchimento dei

giovanili e alla formazione del banco di ostriche le UDI saranno costituite da quattro diversi tipi di materiale, selezionati basandosi su esperienze di successo di ripristino di ostrica piatta, in modo da massimizzare la probabilità di attecchimento delle larve sul materiale più adatto alle condizioni locali.

Gli elementi indicati sono meglio definiti di seguito:

- (A) **Pietrame** posato in modo da creare uno strato di almeno 30 cm rispetto al fondale ante opera;
- (B) **Bioclasti** (valve di molluschi bivalvi) contenuti in sacchetti in rete di cotone e alloggiati in gabbioni metallici di dimensioni 6 x 2 x 0.5 m. I gusci di conchiglie dovranno avere specifiche caratteristiche (specie, grandezza, rugosità del materiale, ecc.) essenziali per l'attecchimento di *O. edulis*. Verrà anche garantita l'assenza di materiale organico e contaminanti.
- (C) **Tavelle** ad alta sostenibilità ricoperte di intonaco *bio-based* a base di gusci di ostrica appositamente studiato e utilizzato per il ripristino di habitat in ambiente marino e lagunare. Le tavelle verranno fissate in verticale in gabbioni metallici di dimensioni 6 x 2 x 0.7 m.
- (D) In una delle UDI verrà lasciato intatto il **substrato originale** del sito in modo da valutare il successo dell'intervento anche su di esso.
- (E) In ognuna delle UDI vengono posti **telai metallici** di dimensioni 5 x 2 m alti 1.5 m con due pianali (intermedio ed alto) con spondine e copertura in rete metallica provvisti di 6 elementi di zavorramento in calcestruzzo green e di uno strato di pietrame calcareo come base per le ostriche.
- (F) Per ogni sito di intervento è prevista l'installazione di una **meda elastica strumentata** idonea al fondale con piano focale ad almeno 7 m dal livello del mare e con torretta di dimensioni almeno 1.6 m x 1.6 m. La meda, di colore giallo, sarà dotata di segnalamenti diurni e notturni conformi agli standard IALA. La strumentazione a bordo della meda prevede almeno: un correntometro profilatore, una sonda multiparametrica (Pressione, Conducibilità, Temperatura, pH, Ossigeno disciolto, Torbidità, Clorofilla-A), una telecamera day and night digitale.
- (G) Per ogni sito verranno deposti intorno alle UDI 20 **strutture anti-strascico** (corpi morti di circa 1,5 x 1,5 x 1 m con ferri sporgenti ad uncino) posizionate a circa 40 m uno dall'altro. Le strutture presentano cavità finalizzate a facilitare ripopolamento ittico e alla colonizzazione da parte degli organismi marini. Le strutture sono previste anche dove la pesca strascico è formalmente interdetta come misura cautelativa e per disincentivare attività illegali al fine di conservare i siti di ripristino.
- (H) Le **ostriche** utilizzate come riproduttori proverranno da diverse fonti per massimizzare le possibilità di sopravvivenza e attecchimento. In particolare, saranno deposte sui telai metallici ostriche provenienti da:
- Acquacoltura (sub-adulti)
 - Prelievo da substrati artificiali in impianti di molluschicoltura (adulti)
 - Prelievo da aree naturali di aggregazione tramite campagne di pesca scientifica e pesca professionale (adulti e sub-adulti)

In tutti i casi contemplati verrà posta la massima attenzione a non immettere individui provenienti da popolazioni geneticamente diverse da quelle del luogo di destinazione; questo potrà essere garantito

sia tramite analisi genetiche preventive, sia utilizzando un approccio il più possibile cautelativo nella movimentazione degli individui immettendo quelli prelevati da substrati artificiali o da aree di aggregazione solo nei siti limitrofi.

Le ostriche saranno adagiate sui telai metallici appositamente progettati per ridurre gli effetti della predazione e della sedimentazione e, al contempo, facilitare l'attecchimento delle larve e la sopravvivenza dei giovanili. Le strutture sono costituite da tondini e rete di ferro dolce che, andando incontro ad ossidazione, collasseranno gradatamente nell'arco di circa dieci anni, scomparendo infine alla vista.

Nel sito "Tipo" le 4 UDI sono disposte a formare un quadrato (Figura 7). La meda è situata al centro delle UDI e le strutture antistrascico sono disposte intorno alle UDI a protezione del Sito di Intervento.

A seconda della conformazione dei diversi Siti di Intervento e delle micro-condizioni ambientali (profondità, correnti, vicinanza con altre strutture, ecc.), la disposizione spaziale degli elementi può discostarsi da quella del sito "Tipo" e una ipotesi di posizionamento **indicativa**, da confermare in fase di progettazione esecutiva, è **riportata negli allegati dei Siti di Intervento**.

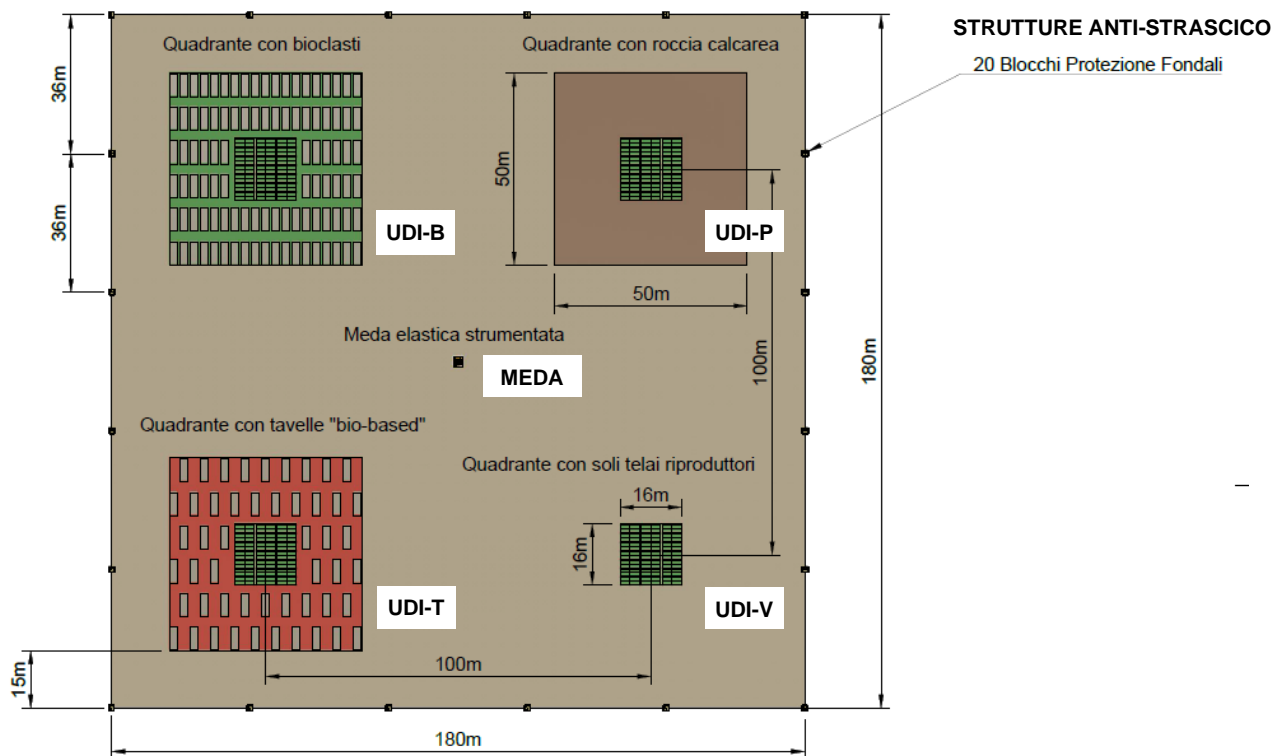


Figura 7 – Esempio di sito di intervento "Tipo" di forma quadrata con gli elementi essenziali

Di seguito si riporta un **computo preliminare**, che verrà meglio definito in fase di progettazione esecutiva, del numero e della massa delle strutture e dei substrati che verranno immessi sul fondo in **ogni sito**:

Tipologia di struttura/substrato	Numero e peso delle strutture/substrati
Telai metallici dimensioni 5 x 2 m, altezza 1,5 m per ospitare individui di ostriche con zavorramento e strato di 5 cm di pietrame come base per gli individui	N. 84 (63 per sito Tegnùe di Chioggia) telai con 6 piedi di cemento ecologico da 50 kg ognuno + 1 mc di pietrame Massa totale fuori aria: 192 ton (144 ton per Tegnùe di Chioggia)
Substrato in pietrame calcareo di dimensione 150-300 mm (non utilizzato nel Sito ZSC Tegnùe di Chioggia)	Volume: 1122 mc Massa totale: 1740 ton
Substrato di gusci di bivalvi purificati alloggiati in gabbioni metallici di dimensioni di 6 x 2 x 0.5 m con strato di pietrame	N. 100 gabbioni allestiti Massa in aria totale: 415,1 t
Substrato di tavelle in terracotta rivestite di materiale <i>bio-based</i> a base di guscio di ostriche alloggiate in gabbioni metallici di dimensioni 6 x 2 x 0.7 m (circa 40 tavelle per gabbione)	N. 50 gabbioni allestiti Massa in aria totale: 47,9 t
Blocchi anti-strascico (1,5 x 1,5 m) in cemento ecologico con ganci e fori per favorire colonizzazione	N. 20 strutture anti-strascico Massa in aria totale di 94 t
Meda con corpo morto in cemento ecologico	N. 1 meda con corpo morto Massa in aria del corpo morto: 20 t Massa in aria della meda: 2 t

Per ogni sito di intervento si prevede l'immissione di circa 2 tonnellate di ostriche adulte (circa 50.000 individui) adagiate sui telai metallici.

2.4. Siti e aree di intervento

Nel contesto delle acque nazionali sono stati selezionati 7 siti adriatici idonei di intervento (Figura 8):

1. **Condotta Lignano**: Regione Friuli-Venezia Giulia. Sito all'interno dell'Area localizzata nelle acque antistanti il comune di Lignano Sabbiadoro;
2. **ZSC Tegnùe di Chioggia**: Regione Veneto. Sito all'interno dell'Area 3 della ZSC IT3250047 (Direttiva Habitat, 92/43/ECC) - "Tegnùe di Chioggia";
3. **Zona di Sicurezza Terminale GNL Adriatico**: Regione Veneto, provincia di Rovigo. Sito all'interno della Zona di Sicurezza del terminale Adriatic LNG;
4. **ATB Riccione**: Sito all'interno della Area Marina di Tutela Biologica (ATB) c.d. "Fuori Riccione – Misano Adriatico";

5. **Casteldimezzo-Monte Castellaro**: Regione Marche. Sito all'interno delle iniziative regionali di Casteldimezzo-Monte Castellaro;
6. **Porto Recanati-Porto Potenza Picena**: Regione Marche. Sito all'interno delle iniziative regionali di Porto Recanati-Porto Potenza Picena;
7. **Cologna**: Regione Abruzzo. Sito all'interno dell'Area "Cologna" localizzata nei pressi del Compartimento marittimo di Pescara.

Informazioni di dettaglio per i singoli siti di sono riportate negli **Allegato/i** a questo documento.

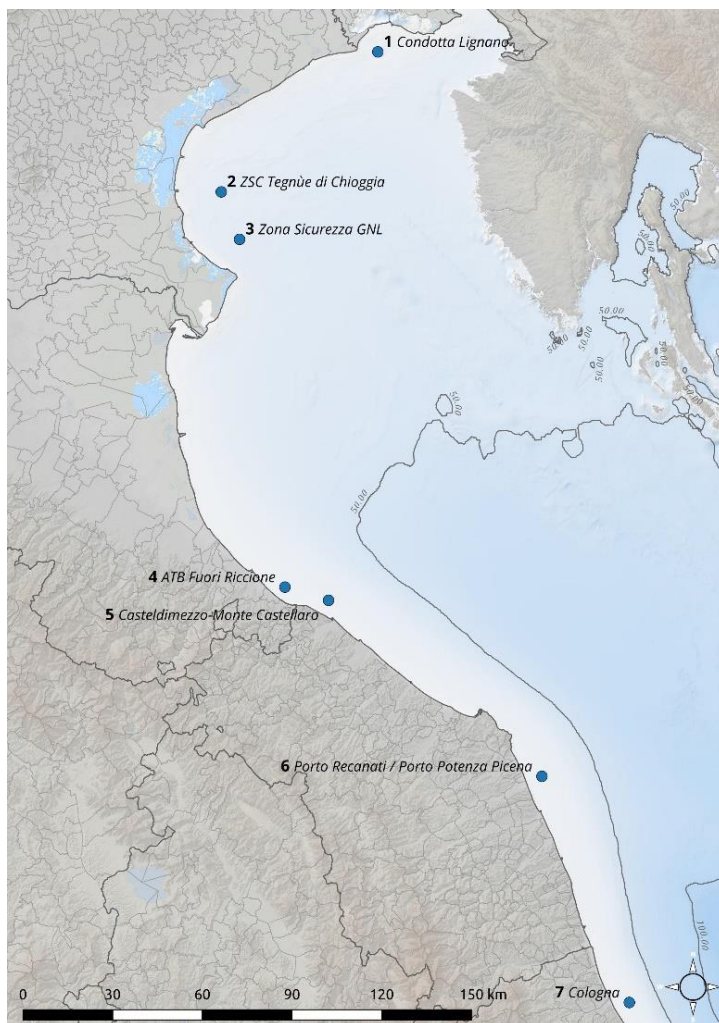


Figura 8. Localizzazione dei sette Siti di intervento.

2.5. Monitoraggio dell'efficacia degli interventi

Alla realizzazione degli interventi è associato un programma di monitoraggio specifico per poter valutare elementi tecnici del ripristino, monitorare il grado di successo degli interventi e individuare tempestivamente eventuali impatti o problematiche, al fine di attuare misure di mitigazione o adattamento delle strategie previste.

Lo stato di salute degli individui introdotti sarà valutato grazie ad un programma di analisi effettuato su campioni prelevati ad intervalli regolari dall'area di intervento per l'intera durata del progetto. Verranno monitorati, fra gli altri:

- Verifica dello stato di salute organismi a seguito della prima immissione (prevista al 1° trimestre 2025) e della seconda fase di immissione (1° trim 2026) nei siti di ripristino (esame istologico, citologico, PCR). Periodo previsto: 1° gennaio 2025 – 30 giugno 2026.
- Valutazione dello stato riproduttivo (maturazione gonadica) su organismi immessi nei siti di intervento (esame istologico delle gonadi). Periodo previsto: 1° gennaio 2025 – 30 settembre 2025.
- Valutazione dello stress associato a pratiche di trasporto mediante applicazione di tecniche immunoistochimiche (IHC) con marcatori di stress in condizioni sperimentali che simulano il trasporto. Periodo di riferimento: 1° ottobre 2024 - 31 marzo 2025.

Una seconda linea di monitoraggio prevede indagini e campionamenti che verranno effettuati prima e dopo l'intervento al fine di valutare, fra gli altri:

- il successo delle azioni di ripristino (utilizzando ad es. i seguenti parametri: aspetto del sito, densità di ostriche, taglia delle ostriche, predazione, DNA ambientale, *visual census* su fauna ittica, reclutamento larvale delle ostriche);
- gli effetti sui sedimenti incoerenti circostanti (utilizzando ad es. i seguenti parametri: condizioni idrologiche, torbidità, morfologia e tipi di habitat, granulometria del sedimento, macrofauna nel sedimento, *visual census* su fauna ittica);
- gli effetti sul substrato (naturale o artificiale) circostante e specie di pregio (utilizzando ad es. i seguenti parametri: condizioni idrologiche, morfologia e tipi di habitat, comunità bentoniche, *visual census* su fauna ittica).

Infine, sulla meda che verrà approntata nel sito di intervento verranno installati sensori in grado di acquisire parametri oceanografici (conducibilità, pressione, temperatura, pH, Ossigeno disciolto, Torbidità e Clorofilla-A), una telecamera subacquea e una per visionare eventuali attività non compatibili con l'intervento. I dati raccolti saranno resi disponibili in tempo reale mediante apposita piattaforma informatica.

2.6. Comunicazione

Sono previste attività di comunicazione, informazione degli stakeholder e della cittadinanza. Nel primo caso queste includeranno attività effettuate in coordinamento con la Regione, la Capitaneria di Porto e le organizzazioni della pesca e dell'acquacoltura al fine di assicurare la più ampia inclusione e diffusione sia delle modalità di intervento sia delle gare di appalto associate, così da facilitare la partecipazione di portatori di interesse. Sono inoltre previsti incontri con la cittadinanza per illustrare le finalità degli interventi e informare su eventuali interdizioni attuate nell'area.

2.7. Uso dei siti di intervento

La finalità di tutela che caratterizza l'intervento prevede che le aree di mare selezionate vengano assegnate allo scopo di ripristino ecologico a lungo termine, e che possano essere quindi utilizzate solo per attività compatibili con tali obiettivi. Le azioni previste dal progetto possono essere inquadrate come una **integrazione** dell'attuale destinazione d'uso delle aree, con finalità di ripopolamento che da generico può divenire specie-specifico nei punti di intervento, su substrati e posizioni spaziali previsti ad hoc.

Le aree di intervento manterrebbero valide le regolamentazioni e le ordinanze attuali nell'intero sito con una eventuale integrazione limitata alle specifiche aree di intervento (approssimativamente 4ha per sito al cui interno sono disposte le UDI) con l'obiettivo di rendere il più possibile permanenti le colonizzazioni da parte dell'ostrica piatta e i benefici associati.

Infatti, la protezione del banco di *O. edulis* a lungo termine potrà avere delle ricadute produttive positive nelle aree limitrofe, sia per gli operatori della molluschicoltura che potranno contare su significative raccolte di larve su appositi collettori, sia per gli operatori della pesca a strascico che potranno avere maggiori probabilità che i fondali su cui operano siano colonizzati dalle fasi giovanili e adulte. Appare utile ed opportuno il monitoraggio delle situazioni ambientali dopo la conclusione del programma in oggetto, attività che potrà essere stimolata sia da iniziative regionali che nazionali.

3. Cronoprogramma

La data prevista di inizio delle attività di caratterizzazione del sito e della progettazione esecutiva è marzo 2024. Il reperimento dei materiali, delle strutture e delle ostriche e gli interventi di posa sono previsti nel 2024 e fino a marzo 2025. L'intervento dovrà concludersi entro giugno 2025; una fase di integrazione, ad es. di ulteriore introduzione di organismi riproduttori, potrà essere effettuata entro metà 2026, data nella quale terminerà il progetto MER (Figura 9).

Il progetto prevede che i monitoraggi e i sopralluoghi proseguano fino a tutto il 2026 e dovrà quindi essere previsto l'accesso al sito per imbarcazioni e personale tecnico e scientifico.

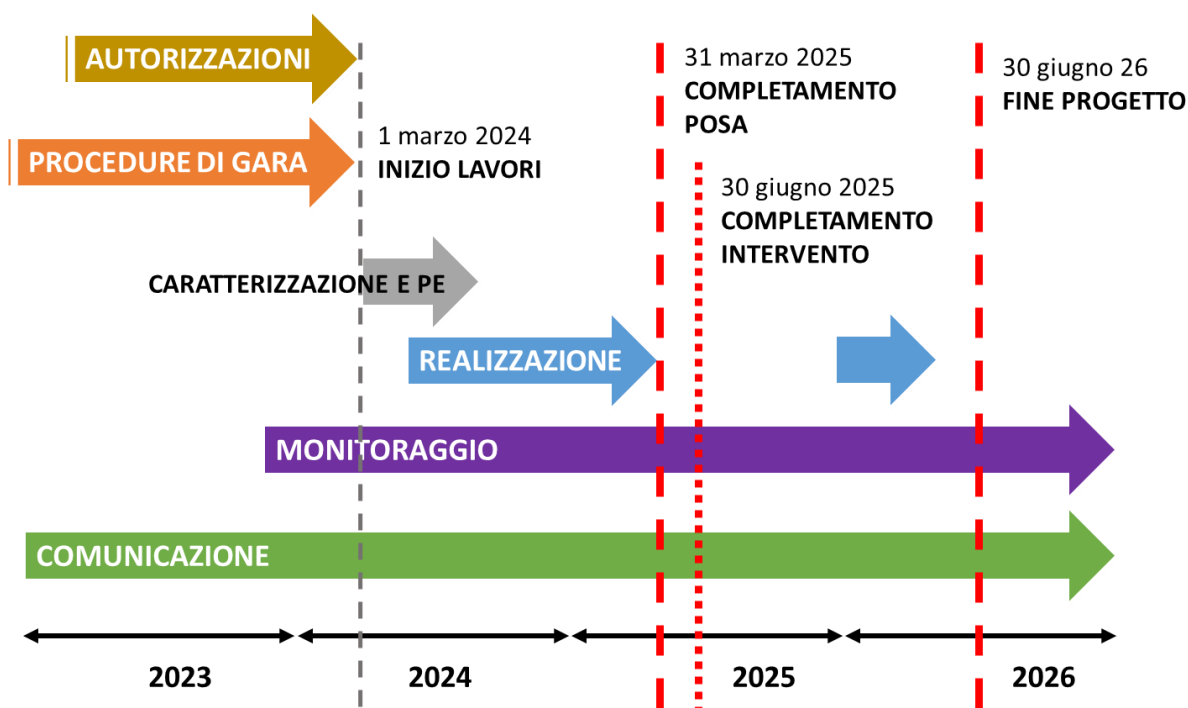


Figura 9. Cronoprogramma sintetico delle azioni previste per l'intervento di ripristino di banchi di ostriche.

Visto il carattere di ripristino di habitat dell'intervento, è essenziale che vengano attivate, quando non già previste, interdizioni ad attività che potrebbero danneggiare il sito o mettere a repentaglio la sopravvivenza degli individui come, ad es. attività di pesca, attività ricreative, ancoraggio, attività estrattive. Si sottolinea l'importanza che la durata di tali interdizioni nel tempo sia tale da garantire la formazione e il consolidamento di banchi stabili e vitali di *O. edulis*.

Riferimenti

I responsabili per ISPRA delle azioni di ripristino dei banchi sono il dr. Saša Raicevich (sasa.raicevich@isprambiente.it; cell. 348-6113600), la dott.ssa Francesca Ronchi (francesca.ronchi@isprambiente.it; cell. 347-0524538) ed il Dr. Enrico Tarulli (enrico.tarulli@isprambiente.it; cell. 347-0099749).

BIBLIOGRAFIA

Burioli E.A.V., Varello K., Prearo M. (2015). Prove di captazione naturale di larve di ostrica piatta europea *Ostrea edulis* (Linneo, 1758) e di allevamento offshore: un contributo alla salvaguardia delle popolazioni selvatiche mediterranee. *Ittiopatologia*, **12**, 107-127.

Ciarrocca S. (1969). Lineamenti tecnici e commerciali dell'ostreicoltura sul litorale romagnolo-marchigiano. *Studi Romagnoli*, **20**, 227-234.

- Cossignani T. (1992). Atlante delle conchiglie del medio Adriatico. L'Informatore Piceno (Ancona). Collana Sportiva, **171**.
- De Nicolò M.L. (2008). Rimini Marinara. Istituzioni, società, tradizione navale nella città di Rimini e nella costa romagnola nei secoli XIII-XVIII. BBC Gradara (Ed.).
- Fariñas-Franco J.M., Pearce B., Mair J.M., Harries D.B., MacPherson R.C., Porter J.S., Reimer P.J., Sanderson W.G. (2018). Missing native oyster (*Ostrea edulis*) in a European Marine Protected Area: should there be widespread restorative management? Biol. Conserv., **221**, (2), 293-311.
- Bruzzo G. (1930). L'opera militare e scientifica di Luigi Ferdinando Marsili nella difesa della costa pontificia dell'Adriatico. In: Memorie intorno a Luigi Ferdinando Marsili, 164 pp., Nicola Zanichelli Ed. Bologna.
- Gamble C., Helmer L., Ackerley E., Locke S., Ranger C., Renton D., Sanderson W., Tully O., Uttley M. (2020). Public engagement and communication for restoration projects, pp. 54-61. European Native Oyster Restoration Handbook: An introduction, pp.2-11. In: European Native Oyster Habitat Restoration Handbook. Preston J., Gamble C., Debney A., Helmer L., Hancock B., zu Ermgassen P.S.E. (Eds.). The Zoological Society of London, London, UK.
- Helmer L., Hancock B., Bonacic K., Bromley C., Fabra M., Frankic A., Hayden-Hughes M., Kean-Hammerson J., McAfee D., Mountain C., Nedosyko A., Preston J., Rodriguez-Perez A., Sanderson W., Smyth D., Uttey M., zu Ermgassen P.S.E. (2020). Native oyster restoration practice. In: European Native Oyster Habitat Restoration Handbook. Preston J., Gamble C., Debney A., Helmer L., Hancock B., zu Ermgassen P.S.E. (Eds.), pp. 29-44. The Zoological Society of London, London, UK.
- Laing I., Walker P., Areal F. (2005). A feasibility study of native oyster (*Ostrea edulis*) stock regeneration in the United Kingdom. CARD Project FC1016 Native Oyster Stock Regeneration - A Review of Biological, Technical and Economic Feasibility, p. 95.
- Linnaeus C. (1758). Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. [10th revised edition], vol. 1: p. 824. Laurentius Salvius: Holmiae, available online at <https://biodiversitylibrary.org/page/726886>.
- Marsili F. (1715). Giornali e memorie per la ricognizione delle spiagge pontificie dell'Adriatico. MS 72 F 4 J, Biblioteca Universitaria di Bologna.
- Mietti N., Prioli G., Fiori F., Tontini N. (2002). Studi sull'attività riproduttiva di *Ostrea edulis* L. in medio Adriatico e prove di reperimento di seme selvatico. Biol. Mar. Mediterr., **9**, 145-153.
- Molin R. (1863-1864). Sopra l'allevamento delle ostriche. Cenno. In: Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere d'Arti, 3 (9), pp. 14-16.
- Narcisi V., Arzul I., Cargini D., Mosca F., Calzetta A., Traversa D., Robert M., Joly J.P., Chollet B., Renault T., Tiscar P.G. (2010). Detection of *Bonamia ostreae* and *B. exitiosa* (Haplosporidia) in *Ostrea edulis* from the Adriatic Sea. Dis. Aqua. Org. **89**, 79-85.
- Orel G. e Zamboni R. (2006). ARIES PROGETTO PESCA SFOP 2000 - 2003. Proposte per un piano pluriennale di gestione della fascia costiera del golfo di Trieste. Ila edizione Trieste, Aries- Camera Commercio: 272.
- Parenzan P. (1983). Puglia Marittima. 2 volumi. Congedo Editore, Galatina, 688pp.
- Pogoda, B. (2019). Current status of European Oyster decline and restoration in Germany. Humanities, **8**, (9). <https://doi.org/10.3390/h8010009>.

Pouvreau S., Cochet H., Fabien A., Arzul I., Lapègue S., Gachelin S., Salaun B. (2021). Inventiare, diagnostic écologique et restauration des principaux bancs d'huitres plates en Bretagne: le project FOREVER. Rapport final Contrat FEAMP 17/2215675, 122 pp.

Preston J., Ashton E.C., Bromley C., Darcy L., Debney A., van Duren L., Farinas-Franco J.M., Gamble C., Green B., Helmer L., Kean-Hammerson J., zu Ermgassen P. (2020). Getting started: restoration project planning, permitting, licensing and funding. In: European Native Oyster Habitat Restoration Handbook. Preston J., Gamble C., Debney A., Helmer L., Hancock B., zu Ermgassen P.S.E. (Eds.), pp. 12-28. The Zoological Society of London, London, UK.

Reeves S., Gillies C. (2019). The Nature Conservancy Windara reef technical report 2019. The Nature Conservancy (Australia), 65 pp.

Smaal A.C., Kamermans P., van der Have, Engelsma M., Sas H.J.W. (2015). Feasibility of flat oyster (*Ostrea edulis*, L.) restoration in the Dutch part of the North Sea. IMARES Report C028/15, Wageningen, 58 pp.

Thunberg C.P. (1793). Tekningoch Beskrifningpåenstor Ostronsortifrån Japan. Kongliga VetenskapsAcademiens Nya Handlingar. 14 (4-6): 140-142, 1 pl., available online at <https://www.biodiversitylibrary.org/page/>.

Todorova V., Micu D., Klisurov L. (2009). Unique oyster reefs discovered in the Bulgarian Black Sea. Proc. Bulgar. Acad. Sci., **62**, 871-874.