

Gian Matteo Panunzi

BLUE BIOECONOMY RIGENERATIVA

Nuovi scenari di sostenibilità
del sistema marino costiero

Con appendice tecnico amministrativa
a cura di Guido Beltrami

EDIZIONI
DEL FARO 

Gian Matteo Panunzi

Blue bioeconomy rigenerativa e governance delle aree marine

Copyright© 2025 Edizioni del Faro

Gruppo Editoriale Tangram Srl

via dei Casai, 6 – 38123 Trento

www.edizionidelfaro.it – info@edizionidelfaro.it

Prima edizione: aprile 2025 – *Printed in Italy*

ISBN 978-88-5512-509-3

In copertina: foto di Michele Solca, www.deepsee.it

Immagini: ©Freepik.com



L'etichetta FSC® garantisce che il materiale utilizzato per questo volume proviene da fonti gestite in maniera responsabile e da altre fonti controllate

INTRODUZIONE	7
1. IL VALORE DELLA BIOECONOMIA	13
1.1. La definizione	13
1.2. Il suo fatturato	14
1.3. La strategia nazionale per la Bioeconomia e il Piano d'azione aggiornato (2025-2027)	15
1.4. La Blue Bioeconomy	18
1.5. Blue Bioeconomy e sicurezza energetica	24
2. BIOECONOMIA CIRCOLARE E RIGENERATIVA	29
2.1. I vantaggi di una blue Bioeconomy circolare e rigenerativa	35
3. LA GOVERNACE DELLE AREE MARINE, IL MODELLO AMEA (AREE MARINE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE)	43
3.1. Il modello AMEA	49
3.2. Ipotesi di sperimentazione in Sicilia del modello di Blue Regeneration	64
Bibliografia	75
Sitografia	78

APPENDICE TECNICA AMMINISTRATIVA

4. TECNOLOGIE E MODELLI	
PER LA RINATURALIZZAZIONE ECOSISTEMICA	85
4.1. Strutture sommerse per l'aumento della biomassa	85
4.2. Origini Storiche	85
4.3. Il contributo delle barriere artificiali al ripopolamento ittico e alla biodiversità	89
4.4. Alcuni esempi	95
5. FATTORIA MARINA: UNA NUOVA FRONTIERA	
PER LA GESTIONE DEL MARE DA PARTE DELLA PICCOLA PESCA COSTIERA	101
5.1. Crisi degli Stock Ittici e Soluzioni Innovative	101
5.2. La Proposta: Fattorie Marine con Strutture Artificiali	102
5.3. Le strutture di una Fattoria Marina: <i>Single Reef</i> , <i>Unit Reef</i> e <i>Complex Reef</i>	102
5.4. Gestione Sostenibile e Monitoraggio Avanzato	105
5.5. Fattorie Marine come Acquacoltura Estensiva a mare	105
5.6. Gestione delle Fattorie Marine e i risultati ottenibili	106

6. OPPORTUNITÀ E VANTAGGI	109
6.1. Benefici per le comunità di pescatori artigianali	109
6.2. Progressi e sfide verso la sostenibilità	110
6.3. Innovazione e cambiamento epocale: il ruolo delle fattorie marine	111
7. L'IMPORTANZA DEL PIANO MATTEI PER IL SOSTEGNO ALLA PESCA ARTIGIANALE IN AFRICA	115
7.1. Premessa	115
7.2. La pesca artigianale: risorsa vitale sotto minaccia	116
7.3. Il ruolo dell'Italia: innovazione e cooperazione per il mare	117
7.4. Innovazione tecnologica e formazione	118
7.5. I rapidi benefici economici e sociali delle fattorie marine sul territorio	118
8. ASPETTI PRATICI PER LA REALIZZAZIONE DI PROGETTI	121
8.1. Premessa	121
8.2. Linee guida per la progettazione di fattorie marine e della riqualificazione biologica dei fondali attraverso la posa di strutture artificiali	122
8.3. Valutazioni preliminare alla redazione di un progetto	124
8.4. Caratteristiche tecniche dei moduli	124
8.5. L'impostazione del progetto e valutazioni preliminari	127
8.6. Prescrizioni preliminari del prodotto impiegato e caratteristiche tecniche	128
8.7. Aspetti e prescrizioni di carattere amministrativo	131
8.8. Monitoraggio e valutazione degli ecosistemi rigenerati	132
8.9. degli stakeholder: strategie e strumenti	136
Bibliografia	141

BLUE BIOECONOMY RIGENERATIVA

Nuovi scenari di sostenibilità
del sistema marino costiero

INTRODUZIONE

La sostenibilità ambientale è una delle sfide più grandi del nostro tempo. Il nostro pianeta sta affrontando cambiamenti climatici, perdita di biodiversità ed ecosistemi in grave stato di degrado a causa degli inquinamenti. Tuttavia, di fronte a questi problemi, il mare ci offre una straordinaria opportunità di rigenerazione e speranza. Non è solo una risorsa, ma anche una fonte di vita e un motore di sviluppo per il nostro futuro. Con questa consapevolezza nasce il concetto di bioeconomia blue rigenerativa: un modello di sviluppo che combina la sostenibilità ambientale con la scienza, le tecnologie abilitanti e il progresso economico e sociale.

Ma che cos'è realmente la bioeconomia blue rigenerativa? In parole semplici, è un modo nuovo di guardare al mare e alle sue risorse. Non si tratta solo di sfruttare i suoi elementi biologici, come il pesce, le alghe, i microorganismi ma di utilizzarli in modo intelligente e rigenerativo. Questo significa trovare soluzioni che possano migliorare la vita delle persone, ripristinare gli ecosistemi rendendoli risonanti con le coste e creare nuove opportunità economiche. E tutto ciò senza compromettere la capacità delle generazioni future di beneficiare delle stesse risorse.

Questo libro nasce con un sogno ambizioso: trasformare la visione della bioeconomia blue rigenerativa in una realtà tangi-

bile e accessibile. Vogliamo guidarti in un viaggio che esplora come la tecnologia, l'innovazione e le comunità possano unirsi per costruire un futuro migliore per i nostri mari e le nostre coste. Non è solo un manuale tecnico, ma anche una fonte di ispirazione, piena di storie di successo e idee pratiche. Speriamo che, leggendo queste pagine, tu possa essere spinto a immaginare nuove possibilità e a prendere parte al cambiamento.

Perché dovremmo preoccuparci tanto del mare? Perché è da esso che dipende gran parte della nostra vita quotidiana. Gli oceani regolano il clima, forniscono cibo a milioni di persone e generano ossigeno.

Gli oceani svolgono un ruolo cruciale nel mantenimento dell'equilibrio climatico e nel supporto alla vita sulla Terra. Ecco alcuni dati che illustrano le funzioni fondamentali degli oceani:

- *regolano il clima* assorbendo il calore solare: coprono circa il 70% della superficie terrestre e agiscono come enormi “termosifoni” assorbendo energia solare nelle acque oceaniche per poi rilasciarla lentamente sotto forma di calore nell'atmosfera (questo processo contribuisce a regolare la temperatura globale);
- *trasportano il calore attraverso le correnti oceaniche*, trasferendo così il calore dalle regioni tropicali verso le zone più fredde, mitigando gli estremi di temperatura e mantenendo un clima relativamente stabile;
- *forniscono cibo attraverso gli ecosistemi marini* che sono una fonte primaria di proteine per milioni di persone in tutto il mondo; la pesca e l'acquacoltura forniscono mezzi di sussistenza e sicurezza alimentare a livello globale.
- *producono ossigeno*: il fitoplancton presente nell'acqua marina produce oltre il 50% dell'ossigeno atmosferico

mediante la fotosintesi (questo processo rende essenziali gli oceani per la vita sul nostro pianeta).

Gli oceani inoltre sono fondamentali per la mitigazione ai cambiamenti climatici in termini di cattura di CO₂. Essi infatti rappresentano il più grande carbon sink naturale del pianeta, assorbendo grandi quantità di anidride carbonica (CO₂) dall'atmosfera.

Gli oceani assorbono circa il 25-30% della CO₂ emessa annualmente dalle attività umane (circa 2,5 miliardi di tonnellate all'anno)¹.

Tuttavia, le attività umane hanno portato a un drammatico impoverimento degli ecosistemi marini e della capacità del mare di assorbire CO₂. Pertanto le tre crisi ambientali, il cambiamento climatico, l'inquinamento e la perdita di biodiversità stanno de-funzionalizzando gli oceani e questo non è solo un problema ambientale ma è una minaccia diretta per la nostra sopravvivenza.

Eppure, c'è una buona notizia. Gli ecosistemi marini hanno una straordinaria capacità di rigenerarsi, se solo diamo loro la possibilità. Attraverso soluzioni innovative, possiamo invertire la tendenza e trasformare il mare da una risorsa sfruttata a un simbolo di rinascita. Questo è il cuore della bioeconomia blue: vedere il mare non come un problema da risolvere, ma come una risorsa preziosa da proteggere e valorizzare.

Le tecnologie possono essere nostre alleate in questo viaggio. Immagina barriere artificiali che proteggono le coste e, allo stesso tempo, creano habitat per pesci e altre forme di vita marina. Oppure pensa alle fattorie marine, dove alghe, pe-

¹ IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change.

sci e molluschi vengono coltivati in modo sostenibile, riducendo l'impatto ambientale e fornendo nuove fonti di reddito, una nuova forma di acquacoltura estensiva in mare, capace di garantire rese economiche per ettaro comparabili a quelle della vallicoltura praticata nelle lagune costiere.

In questo modello, il pescatore non è più un semplice raccoglitore di risorse spontanee, ma si trasforma in un gestore attivo, o meglio, in un vero e proprio "coltivatore marino", operando in uno spazio opportunamente attrezzato nel pieno rispetto delle tradizioni, delle conoscenze ecologiche e biologiche legate alla flora e alla fauna marina.

Queste non sono fantasie, ma realtà già esistenti che dimostrano come la scienza possa fare la differenza.

Tuttavia, le tecnologie da sole non bastano. È fondamentale coinvolgere le comunità locali. È necessario formare una filiera: progetto-governance-tecnologie abilitanti.

Il modello AMEA (Aree Marine Ecologicamente Attrezzate)² è un modello di governance multilivello (pubblico/privata) adattiva (flessibile, che auto apprende e semplifica i processi amministrativi) che analizzeremo in dettaglio in questo libro.

Un vero esempio di come gestire attraverso tecnologie abilitanti le aree marine, con la partecipazione attiva delle istituzioni territoriali, della ricerca e dei ricercatori, degli imprenditori e dei pescatori-acquacoltori. Questo sistema dà alle istituzioni e alle imprese gli strumenti per prendersi cura del loro territorio, creando una rete di responsabilità e collaborazione.

² IAP – Piano di azione aggiornato (2025-2027) per l'implementazione della strategia italiana per la bioeconomia BIT II-pag. 25.

Ma quali sono i vantaggi concreti della bioeconomia blue rigenerativa? Ma qui la risposta è semplice: miglioramenti su tutti i fronti. Dal punto di vista economico, essa crea nuovi posti di lavoro e opportunità imprenditoriali, specialmente per le piccole comunità costiere e in particolare per pescatori e acquacoltori. Sul piano sociale, contribuisce a rafforzare il senso di appartenenza e di comunità, offrendo ai giovani prospettive di vita migliori. E, naturalmente, sul fronte ambientale, è una strategia vincente per rigenerare gli ecosistemi e combattere i cambiamenti climatici. E inoltre è uno strumento efficace per attirare grandi investimenti privati.

La blue Regeneration rappresenta una frontiera cruciale per affrontare le sfide globali legate alla sostenibilità e al ripristino degli ecosistemi marini. Questa pubblicazione nasce quindi con un duplice obiettivo: fornire una guida pratica, ma nello stesso tempo supportata dai dati forniti dalla ricerca scientifica, per lo sviluppo sostenibile delle aree marine e la rigenerazione del mare e delle coste. Essa si candida per diventare uno strumento pre-strategico di promozione e realizzazione dei progetti innovativi in questo settore.

Attraverso una combinazione di approcci divulgativi e tecnici, il testo esplora le potenzialità offerte dalle tecnologie più avanzate, come le fattorie marine e le barriere artificiali, e presenta modelli di governance multilivello e adattiva come il sistema AMEA. Ogni capitolo offre indicazioni pratiche e linee guida operative, dimostrando come queste soluzioni possano generare benefici economici, ambientali e sociali per le comunità costiere e oltre.

Questa pubblicazione è pensata per essere non solo una fonte di ispirazione, ma anche un catalizzatore di azioni concrete. È progettata per attirare l'interesse di istituzioni, imprese

e investitori, fornendo loro gli strumenti e le conoscenze per avviare interventi di rigenerazione marina. Inoltre, grazie a una distribuzione mirata e a un supporto digitale innovativo, mira a posizionarsi come riferimento per la formazione e la promozione di una nuova visione della sostenibilità.

Il nostro intento è trasformare la bioeconomia blue rigenerativa in un'opportunità concreta, sfruttando la sinergia tra scienza, tecnologia e comunità per affrontare le sfide della transizione ecologica ed energetica. Questa pubblicazione, arricchita da storie di successo e strategie finanziarie, è il primo passo verso un futuro in cui il mare diventi il cuore pulsante di una nuova economia sostenibile e resiliente.

1. IL VALORE DELLA BIOECONOMIA

La bioeconomia rappresenta un modello economico innovativo che pone al centro l'utilizzo sostenibile delle risorse biologiche rinnovabili: vegetali, animali, microorganismi e biomasse, per produrre alimenti, materiali, energia e servizi. Questo approccio si fonda sull'integrazione di scienze biologiche, tecnologie avanzate, governance e processi economici per creare un sistema circolare in cui il valore delle risorse sia massimizzato, le emissioni di carbonio ridotte e la dipendenza dai combustibili fossili diminuita.

Il campo della bioeconomia è un'area in rapida evoluzione. Ci sono molte opportunità a livello globale ma anche a livello nazionale perché un Paese dopo l'altro entra in strategie di bioeconomia con un sostegno finanziario. La bioeconomia che non è un settore ma un "meta-settore" riguarda proprio l'integrazione di molti settori: agricoltura, agroalimentare, forestale, agroforestale costiero, il mare con la pesca, l'acquacoltura e le sue risorse biologiche. Vanno visti tutti insieme, uniti dalle bioraffinerie e dalle biotecnologie abilitanti.

1.1. LA DEFINIZIONE

I bioeconomisti hanno dato diversa definizione di bioeconomia, sicuramente quella più riconosciuta a livello internazionale è la seguente:

“la bioeconomia è la produzione e l’uso sostenibile di risorse biologiche, processi biologici e principi biologici per fornire prodotti e servizi in tutti i settori economici.”

Sottolineo che la bioeconomia non è un settore, non è solo trasformazione della biomassa, la bioeconomia è un *meta-settore*, è un’area d’integrazione, riguarda risorse biologiche, processi e principi integrati tra di loro, la sua “intelligenza” è proprio l’integrazione dei settori.

Ciò significa che è strettamente correlata ai processi di trasformazione simbiotica dei rifiuti, degli scarti e dei sottoprodotti, è la parte rigenerativa dell’economia circolare. Per esempio è “bioeconomico” utilizzare gli scarti del cibo dell’agro industria, gli scarti più pregiati, che vengono trasformati in nuovi prodotti o prodotti innovativi attraverso i processi di bioraffinazione, realizzati da bioraffinerie³.

1.2. IL SUO FATTURATO

Nel 2023 l’insieme delle attività connesse alla Bioeconomia in Italia, ha generato un output stimato pari a 437,5 miliardi di euro, 9,3 miliardi in più rispetto al 2022 e occupando circa due milioni di persone.

La Bioeconomia rappresenta così il 10% del PIL (prodotto interno lordo) in termini di valore della produzione e il 7,6%, considerando l’occupazione, sul totale dell’economia italia-

³ Una bioraffineria è una struttura produttiva che integra più processi per la conversione di diverse materie prime di origine biologica in numerosi prodotti finali a più elevato valore aggiunto. <https://www.eai.enea.it/>.

na. Dopo l'accelerazione registrata nel 2022, quando il valore della produzione della Bioeconomia si è attestato su livelli pari a 428,3 miliardi di euro, in crescita del 18% rispetto al 2021 (+65,5 miliardi di euro), anche per effetto del significativo aumento dei prezzi alla produzione, nel 2023 è proseguita la crescita del settore, ma a un ritmo meno intenso e pari al 2,2%. Tale risultato riflette una discreta eterogeneità delle performance dei diversi settori che definiscono la Bioeconomia. Più stabile invece l'occupazione, su livelli di circa 2 milioni di occupati in tutto il periodo considerato (2021-23)⁴.

1.3. LA STRATEGIA NAZIONALE PER LA BIOECONOMIA E IL PIANO D'AZIONE AGGIORNATO (2025-2027)

Il Piano d'azione aggiornato (2025-2027) per l'implementazione della strategia italiana per la bioeconomia⁵ rappresenta la roadmap italiana per una transizione sostenibile. Questo documento prodotto dal Gruppo di coordinamento nazionale per la bioeconomia presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri italiana (composta da cinque ministeri MAF-SAF-MIMIT-MASE-MIM-MUR, dai sei cluster di ricerca

⁴ Rapporto 2024 “La bioeconomia in Europa” Intesa San Paolo – Cluster Sping – Federchimica.

⁵ Piano d'Implementazione 2025-2027 della Strategia Italiana per la Bioeconomia BIT II (IAP 2025-2027), redatto dal Gruppo di Coordinamento Nazionale per la Bioeconomia (GCNB) – presieduto dal Coordinatore Scientifico Fabio Fava e da Andrea Lenzi, Presidente CNBBSV (Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita, di cui il Gruppo fa parte).

e innovazione e dalla conferenza Stato-Regioni italiane) riconosce il ruolo centrale del mare nel futuro economico del Paese. Il documento strategico integra politiche ambientali, sociali ed economiche in una visione unitaria. L'Italia con l'approvazione del IAP (Implementation action plan) diventa il primo Paese europeo ad avere approvata una strategia (BIT II) e un piano di Azione sulla bioeconomia.

Gli obiettivi che si propone il nuovo Piano 2025-2027 sono ambiziosi: aumentare del 15% il fatturato annuo e l'occupazione della bioeconomia entro il 2030, portandoli rispettivamente dai 437,5 miliardi del 2023 a 503,1 miliardi e da 2 milioni a 2,3 milioni di posti di lavoro⁶.

Il Piano di azione (2025-2027) della bioeconomia italiana che implementa la strategia BIT II, propone 4 azioni sistemiche.

La prima è relativa all'Implementazione di iniziative e investimenti per sostenere e interconnettere tutti i settori della Bioeconomia sostenibile, circolare e rigenerativa sul territorio nazionale, sfruttando appieno il potenziale delle aree rurali, collinari, montane e costiere e del mare.

La seconda è un'azione di promozione. Promuovere un quadro legislativo chiaro, stabile e armonizzato, in grado di stimolare il mercato di alimenti e bevande, prodotti bio-chimici, materiali, plastiche e carburanti biobased ottenuti da materie prime biologiche.

La terza, particolarmente connessa a questa pubblicazione, prevede la realizzazione di approcci circolari e rigenerativi volti a proteggere e ripristinare gli ecosistemi danneggiati e

⁶ 10° Rapporto 2024 "La bioeconomia in Europa" Intesa San Paolo – Cluster Sping – Federchimica.

le perdite di biodiversità, in modo particolare nelle aree marine, valorizzare le aree marginali e le aree industriali dismesse, in linea con le nuove normative sul ripristino ambientale dell'Unione Europea.

E per ultima la quarta azione che promuovere l'integrazione dei settori della bioeconomia a livello verticale (filiera) e orizzontale (territorio), il coinvolgimento di produttori primari, cittadini e amministrazioni pubbliche e il miglioramento di competenze, formazione e imprenditorialità.

Nell'attuale contesto globale segnato da sfide fondamentali per il futuro del Pianeta, come il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità, l'inquinamento, l'aumento della popolazione e la scarsità di risorse naturali, la bioeconomia rappresenta una risposta strategica e sistemica. Essa mira a coniugare la crescita economica con la sostenibilità ambientale, promuovendo innovazioni che consentano di ottimizzare l'uso delle risorse naturali e di valorizzare i sottoprodotti e i rifiuti.

In questo senso, la bioeconomia rappresenta una visione trasversale che influenza molteplici ambiti, tra cui l'agricoltura, la pesca, l'industria forestale, la chimica verde, la biotecnologia, l'energia rinnovabile e la gestione dei rifiuti.

Un aspetto cruciale della bioeconomia è il suo carattere interdisciplinare e collaborativo, che richiede una governance partecipativa e multilivello che prevede sinergie tra enti di ricerca, tecnologie, imprese, istituzioni pubbliche e cittadini. Per favorire la transizione verso questo modello, sono necessarie politiche di sostegno mirate, investimenti in ricerca e sviluppo, e una governance che promuova la partecipazione di tutti gli attori coinvolti. Inoltre, è essenziale sviluppare strumenti di monitoraggio e misurazione dell'impatto am-

bientale, sociale ed economico delle attività legate alla bioeconomia.

1.4. LA BLUE BIOECONOMY

La bioeconomia blu è parte importante e integrante della bioeconomia. La bioeconomia blue si concentra sull'uso sostenibile delle risorse marine e acquatiche. Questo immenso settore comprende l'economia del mare, la pesca, l'acquacoltura, la trasformazione di prodotti ittici, le biotecnologie marine, le bioraffinerie marine, le tecnologie di rigenerazione e protezione ecosistemica, lo sviluppo di energie rinnovabili come quella eolica off-shore e quella prodotta dalle onde e dalle maree.

La bioeconomia blu è fondamentale per la salvaguardia degli ecosistemi marini e costieri, minacciati da inquinamento, sovrasfruttamento e cambiamenti climatici.

Il legame tra bioeconomia e bioeconomia blu è intrinseco, poiché entrambe condividono gli stessi principi di sostenibilità e circolarità. Per esempio, le biomasse marine, come alghe e residui di lavorazione del pesce, possono essere trasformate in bioprodotto ad alto valore aggiunto, come bioplastiche, biocarburanti, fertilizzanti e ingredienti per l'industria farmaceutica e cosmetica. Inoltre, la valorizzazione delle risorse marine contribuisce a diversificare le economie costiere, creando opportunità occupazionali e migliorando la resilienza delle comunità locali.

La bioeconomia blu rappresenta anche un elemento chiave per la transizione energetica, grazie alla produzione di energia rinnovabile dal mare. Impianti eolici off-shore e tecnolo-

gie innovative per catturare l'energia delle onde e delle correnti marine offrono soluzioni a basso impatto ambientale che possono integrare i sistemi energetici tradizionali. Al contempo, è fondamentale garantire che queste attività non compromettano gli ecosistemi marini, ma anzi contribuiscano alla loro rigenerazione.

Per realizzare il pieno potenziale della bioeconomia blu, è necessario affrontare diverse sfide. Tra queste, vi sono la gestione sostenibile delle risorse ittiche, la riduzione dei rifiuti plastici negli oceani, il contrasto all'acidificazione delle acque marine e la promozione di pratiche di acquacoltura responsabile. La ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica svolgono un ruolo cruciale, così come la cooperazione internazionale, poiché gli oceani e i mari sono un bene comune globale.

In sintesi, la bioeconomia, nelle sue declinazioni verde e blu, offre una prospettiva integrata per affrontare le sfide del nostro tempo, favorendo uno sviluppo economico inclusivo e sostenibile. La sua piena attuazione richiede una trasformazione culturale, economica e istituzionale, basata su una visione condivisa e su azioni concrete a livello locale, nazionale e internazionale.

Il mare è un universo di opportunità, ma anche una responsabilità collettiva. La bioeconomia blu è una risposta concreta e innovativa per affrontare le sfide ambientali, sociali ed economiche del nostro tempo.

Questo capitolo pertanto, esplora, come la bioeconomia blu possa guidarci verso un modello di sviluppo sostenibile che parte dalla rinaturalizzazione degli ecosistemi marini.

Immaginiamo un fondale marino che torna a ospitare una ricca biodiversità, proteggendo la costa dall'erosione e soste-

nendo le comunità di pescatori. Questo è uno degli obiettivi principali della bioeconomia blue rigenerativa. La rinaturalizzazione degli ecosistemi marini: una strategia che integra soluzioni ecologiche con benefici economici e sociali. Ma come possiamo tradurre questa visione in azioni concrete e quali vantaggi possiamo aspettarci?

Le barriere artificiali rappresentano uno degli strumenti più efficaci per la rigenerazione degli ecosistemi marini. Queste strutture, progettate per imitare gli habitat naturali come le scogliere, non solo migliorano la produttività ittica ma offrono rifugio a specie marine, contrastano l'erosione costiera e creano nuove opportunità economiche per le comunità locali.

In Italia, tali barriere sono state installate in molte aree costiere, con risultati tangibili nella conservazione della biodiversità e nel supporto alla pesca artigianale.

Per esempio, le barriere artificiali contribuiscono a diversificare gli habitat, attirando organismi bentonici come alghe, coralli e spugne, che a loro volta forniscono cibo e rifugio a pesci e invertebrati. Questo effetto domino favorisce l'incremento della biodiversità e la formazione di catene trofiche stabili, fondamentali per il ripristino degli ecosistemi marini. Inoltre, le barriere moderne sono progettate con materiali ecocompatibili, come il calcestruzzo a basso impatto ambientale, che facilita l'attecchimento degli organismi marini sessili e garantisce una lunga durabilità senza impatti negativi sull'ambiente.

Un altro aspetto cruciale è il ruolo delle barriere come deterrente contro la pesca a strascico illegale. La loro struttura fisica impedisce l'utilizzo di reti da strascico, proteggendo le praterie di Posidonia oceanica, un ecosistema chiave per

la biodiversità marina e un importante serbatoio di carbonio. Proteggere questi habitat significa anche salvaguardare i servizi ecosistemici che essi offrono, come l'assorbimento di CO₂ e la mitigazione dei cambiamenti climatici.

Accanto alle barriere artificiali, le fattorie marine rappresentano un approccio complementare per la rinaturalizzazione. Queste strutture combinano l'acquacoltura con la conservazione ambientale, creando ecosistemi produttivi che integrano la coltivazione di molluschi, alghe e pesci con il ripristino degli habitat. Per esempio, la coltivazione di alghe marine non solo fornisce materie prime per l'industria alimentare e farmaceutica, ma contribuisce anche a migliorare la qualità dell'acqua grazie alle loro proprietà filtranti.

Le fattorie marine offrono anche benefici sociali ed economici significativi. Creano posti di lavoro nelle comunità costiere e promuovono pratiche di pesca sostenibile, riducendo la pressione sulle risorse ittiche naturali. Inoltre, rappresentano un modello di economia circolare, in cui i rifiuti organici prodotti dall'acquacoltura possono essere riutilizzati come fertilizzanti o mangimi, riducendo gli sprechi e l'impatto ambientale complessivo.

La rinaturalizzazione degli ecosistemi marini non può essere realizzata senza una forte collaborazione tra istituzioni, comunità locali e il settore privato. In Italia, molti progetti di successo sono nati grazie a partenariati tra enti di ricerca e pescatori, che hanno unito competenze scientifiche e conoscenze tradizionali per sviluppare soluzioni su misura per i diversi contesti locali.

Un esempio virtuoso è rappresentato dal modello Aree Marine Ecologicamente Attrezzate (AMEA) indicato all'interno dello IAP (Implementation action plan per la bioecono-

mia) prima ampiamente descritto, dove le comunità costiere sono coinvolte direttamente nella gestione delle risorse marine e marittime. Questi progetti dimostrano come la partecipazione attiva delle comunità locali possa favorire una maggiore accettazione e successo delle iniziative di conservazione.

Inoltre, l'innovazione tecnologica gioca un ruolo cruciale. L'utilizzo di droni subacquei, sensori per il monitoraggio ambientale e software di mappatura avanzati, la georeferenziazione consentono di ottimizzare la progettazione e la gestione delle barriere e delle fattorie marine. Queste tecnologie non solo migliorano l'efficienza degli interventi, ma forniscono dati preziosi per valutare l'impatto delle iniziative e orientare future politiche.

I vantaggi della rinaturalizzazione degli ecosistemi marini vanno ben oltre la protezione della biodiversità. Questi interventi rafforzano la resilienza delle comunità costiere di fronte ai cambiamenti climatici, migliorano la qualità delle acque e stimolano lo sviluppo economico locale. Inoltre, promuovono una maggiore consapevolezza dell'importanza del mare come risorsa da proteggere e valorizzare.

Attraverso un approccio integrato e collaborativo, è possibile trasformare il mare in un laboratorio vivente di sostenibilità e innovazione. La rinaturalizzazione non è solo una risposta alle sfide ambientali, ma una straordinaria opportunità per costruire un futuro in cui il mare torni a essere il cuore pulsante delle nostre comunità.

La pesca artigianale come il turismo sostenibile è un patrimonio culturale ed economico che rischia di scomparire sotto la pressione di sfide ambientali e mercati globalizzati. La rigenerazione ecosistemica non solo protegge gli habitat ma-

rini, ma offre un supporto concreto ai pescatori, garantendo loro risorse sostenibili e nuove opportunità di mercato. Come detto, attraverso la creazione di Aree Marine Ecologicamente Attrezzate (AMEA), l'Italia può dimostrare come un approccio integrato possa coniugare conservazione e sviluppo.

Questo modello di governance non si limita a regolamentare le attività ittiche: rappresentano un modello di gestione adattativa che coinvolge anche i settori marittimi, gli scienziati e le amministrazioni locali. La collaborazione è fondamentale per creare un equilibrio tra sfruttamento e protezione, garantendo una pesca sostenibile e una maggiore resilienza economica per le comunità costiere. Inoltre, le AMEA sono un laboratorio naturale per testare nuove tecnologie e approcci di gestione, favorendo l'innovazione e la partecipazione attiva delle comunità locali.

Come ripeto la bioeconomia blu è molto più di un approccio economico: è una visione per il futuro. Al centro di questa visione c'è l'idea che il mare non sia solo una risorsa da sfruttare, ma un ecosistema da proteggere e valorizzare. Questo approccio rigenerativo offre soluzioni concrete per affrontare i cambiamenti climatici, ridurre l'inquinamento e promuovere l'innovazione tecnologica.

Le opportunità offerte dalla bioeconomia blu sono molteplici: dall'energia rinnovabile offshore alla produzione alimentare sostenibile, fino alla valorizzazione del turismo marittimo. Il turismo costiero e marino, per esempio, può essere trasformato in un volano di sviluppo sostenibile, promuovendo esperienze che rispettano gli ecosistemi e valorizzano il patrimonio culturale locale. Tuttavia, per realizzare appieno questo potenziale, è necessario un impegno collettivo che

coinvolga istituzioni, imprese e cittadini. L'Italia ha già fatto passi importanti in questa direzione, ma c'è ancora molto da fare per consolidare la bioeconomia come pilastro dello sviluppo nazionale.

L'integrazione tra il marino e il marittimo elemento essenziale per realizzare la bioeconomia blue in termini concreti si sta realizzando in questi ultimi anni attraverso l'integrazione di due strategie quella della Bioeconomia e quella del Mare.

1.5. BLUE BIOECONOMY E SICUREZZA ENERGETICA

La bioeconomia blue e la sicurezza energetica rappresentano due pilastri fondamentali per un modello di sviluppo sostenibile che coniuga l'uso responsabile delle risorse biologiche marine con la garanzia di un approvvigionamento energetico stabile, accessibile e rispettoso dell'ambiente. In un contesto globale caratterizzato dalla crescente domanda di energia e dalla necessità di ridurre le emissioni di gas serra, la ricerca di soluzioni innovative per coniugare economia, ambiente ed energia si fa sempre più urgente. La bioeconomia blue, ovvero l'utilizzo sostenibile delle risorse marine e acquatiche, gioca un ruolo chiave in questa sfida, offrendo opportunità concrete per la produzione di alimenti, bioprodotto, bioenergie e biomateriali in un'ottica di circolarità e riduzione degli sprechi.

L'integrazione tra bioeconomia blue e sicurezza energetica consente di sviluppare modelli produttivi e di consumo che rispondano contemporaneamente alla necessità di diversificare le fonti energetiche e di preservare gli ecosistemi marini. L'impiego della biomassa marina per la generazione di bioenergie è un esempio virtuoso di questa sinergia: le alghe, i re-