

Il Progetto **MSP4BIODIVERSITY** si inserisce all'interno delle attività del National Biodiversity Future Center (**NBFC**), centro di ricerca finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (**MUR**) tramite i fondi europei del programma **NextGenerationEU**. Il NBFC coordina la ricerca nazionale sulla biodiversità, con l'obiettivo di proteggere e valorizzare gli ecosistemi italiani, in particolare quelli mediterranei.

MSP4BIODIVERSITY rafforza i contenuti dei piani di **Pianificazione dello Spazio Marittimo (MSP)**, promuovendo azioni di conservazione della biodiversità marina in linea con le direttive europee.

MareFuturo

co-creare sviluppo sostenibile

Sviluppo partecipato di scenari per la Pianificazione Spaziale Marittima e la salvaguardia della biodiversità

II WORKSHOP

MATERIALI DI
LAVORO



PROGRAMMA	5
1 STRUMENTI PER L'ANALISI "WHAT IF" DEGLI SCENARI DI PIANIFICAZIONE SPAZIALE	
MARITTIMA.....	8
1.1 INTRODUZIONE METODOLOGICA E CONTESTUALIZZAZIONE	8
1.2 MODULO CUMULATIVE EFFECTS ASSESSMENT (CEA) (CNR-ISMAR)	8
1.3 MODULO SYSTEMATIC CONSERVATION PLANNING (PRIORITIZR) (CNR-IAS – CNR-ISMAR).....	9
1.4 MODULO ECOLOGICO (ECOSPACE) (OGS, CIBM)	10
1.5 MODULO BIO-ECONOMICO (SMART) (CNR-IRBIM – UNIVERSITÀ TOR VERGATA) (IN SOS).....	10
1.6 MODULO BIOGEOCHIMICO (OGS).....	11
1.7 MODULO LAGRANGIANO (OGS)	12
1.8 MODULO CLIMATE REFUGIA (CNR-ISMAR).....	13
1.9 MODULO SPECIE ALIENE (OGS).....	13
1.10 MODULO DI ANALISI DEL TRAFFICO MARITTIMO (OCEAN PLANNER) E DEL RUMORE SOTTOMARINO (QUONOPS) (CNR-ISMAR)	14
1.11 MODULO SOCIO-ECONOMICO (CNR-ISMED)	15
1.12 MODULO SERVIZI ECOSISTEMICI (UNIVERSITÀ DI BOLOGNA)	16
2 I 10 TENETS PER LA PIANIFICAZIONE SPAZIALE MARITTIMA.....	18
2.1 PRINCIPIO 1 - ECOLOGICAMENTE SOSTENIBILE.....	19
2.1.1 INDICATORE 1.1 - OBIETTIVI GENERALI DI CONSERVAZIONE: ESTENSIONE E RILEVANZA DELLE AREE PROTETTE RISPETTO AGLI OBIETTIVI 30/10 (30% DI AREE PROTETTE, DI CUI 10% A PROTEZIONE RIGOROSA).	19
2.1.2 INDICATORE 1.2 - OBIETTIVI SPECIFICI DI CONSERVAZIONE, PER LE CONSERVATION FEATURES PIÙ IMPORTANTI DELL'AREA.	19
2.1.3 INDICATORE 1.3 - INTENSITÀ DELLE PRESSIONI E DEI RISCHI DI EFFETTO SINGOLO E CUMULATIVO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI.	20
2.1.4 INDICATORE 1.4 - STATO DELLE RISORSE BIOTICHE SOGGETTE AD ATTIVITÀ DI PESCA.	20
2.1.5 INDICATORE 1.5 - ESPOSIZIONE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO DELL'AREA PER AREE MARINE PROTETTE (AMP) E OECEM POTENZIALI E PER AREE CLIMATICAMENTE STABILI.	21
2.1.6 INDICATORE 1.6 - FORNITURA DI SERVIZI ECOSISTEMICI DI REGOLAZIONE.	21
2.2 PRINCIPIO 2 - ECONOMICAMENTE SOSTENIBILE	21
2.2.1 INDICATORE 2.1 - PERFORMANCE ECONOMICA DELLO SCENARIO, NELL'INSIEME E PER I SETTORI PRINCIPALI.	22
2.2.2 INDICATORE 2.2 - PERFORMANCE ECONOMICA SPECIFICA DEL SETTORE DELLA PESCA	22
2.2.3 INDICATORE 2.3 - VALUTAZIONE SOCIO-ECONOMICA COMPLESSIVA (MERCATO E NON MERCATO).....	22
2.3 PRINCIPIO 3 - TECNOLOGICAMENTE FATTIBILE.....	24
2.3.1 INDICATORE 3.1- DISPONIBILITÀ E MATURITÀ (TRL) DELLA TECNOLOGIA NECESSARIA.	24
2.3.2 INDICATORE 3.2 - APPLICABILITÀ ALL'AREA E ALLO SCENARIO DELLE TECNOLOGIE DI INTERESSE.	24
2.3.3 INDICATORE 3.3 - TASSO DI SUCCESSO OPERATIVO	24
2.4 PRINCIPIO 4 - SOCIALMENTE DESIDERABILE / TOLLERABILE	26
2.4.1 INDICATORE 4.1 - SODDISFAZIONE DEGLI STAKEHOLDER	26
2.4.2 INDICATORE 4.2 - CONFLITTI CHE SI VERIFICANO	26
2.4.3 INDICATORE 4.3 - ACCESSO ALLE RISORSE MARINE	26
2.4.4 INDICATORE 4.4 – OCCUPAZIONE	27
2.4.5 INDICATORE 4.5 - VALORE ESTETICO E RICREATIVO DELL'AMBIENTE E DEL PAESAGGIO	27
2.5 PRINCIPIO 5 - ATTUABILE DAL PUNTO DI VISTA GIURIDICO E DELLA GOVERNANCE	28

2.5.1	INDICATORE 5.1 - CONFORMITÀ AL SISTEMA GIURIDICO APPLICABILE ALLO SCENARIO.	28
2.5.2	INDICATORE 5.2 - CAPACITÀ DELLO SCENARIO DI FACILITARE IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI STRATEGICI.	28
2.5.3	INDICATORE 5.3 - FATTIBILITÀ DELLO SCENARIO DAL PUNTO DI VISTA DELLA GOVERNANCE.	28
2.6	PRINCIPIO 6 - POLITICAMENTE CONVENIENTE	30
2.6.1	INDICATORE 6.1 - LIVELLO DI SOSTEGNO POLITICO – SCALA EUROPEA.	30
2.6.2	INDICATORE 6.2 - LIVELLO DI SOSTEGNO POLITICO – SCALA NAZIONALE.	30
2.6.3	INDICATORE 6.3 - SUPPORTO E PARTECIPAZIONE DEGLI STAKEHOLDER (SETTORI MARITTIMI, ONG, AUTORITÀ LOCALI, ENTI DI RICERCA, ECC.), ANCHE MEDIANTE ATTIVITÀ DI LOBBYING, ALL'IMPLEMENTAZIONE DEGLI SCENARI. .	30
2.7	PRINCIPIO 7 - ETICAMENTE DIFENDIBILE	31
2.7.1	INDICATORE 7.1 - EQUITÀ NELLA DISTRIBUZIONE DELLE RISORSE.	31
2.7.2	POSSIBILI EVIDENZE CODIFICATE E MISURABILI.....	31
2.7.3	INDICATORE 7.2 - CONFORMITÀ ALLA GIUSTIZIA AMBIENTALE.	31
2.7.4	INDICATORE 7.3 - TRASPARENZA E RESPONSABILITÀ (ACCOUNTABILITY) DEI PROCESSI DECISIONALI.	31
2.7.5	INDICATORE 7.4 - PERCEZIONE DEL VALORE DI ESISTENZA.	32
2.8	PRINCIPIO 8 - CULTURALMENTE INCLUSIVO.....	33
2.8.1	INDICATORE 8.1 - RAPPRESENTAZIONE DEL SAPERE AUTOCTONO/LOCALE.....	33
2.8.2	INDICATORE 8.2 - TASSO DI PARTECIPAZIONE DEI GRUPPI CULTURALI.....	33
2.8.3	INDICATORE 8.3 - PROTEZIONE DEI SITI CULTURALI.	33
2.9	PRINCIPIO 9 - EFFETTIVAMENTE COMUNICABILE	34
2.9.1	INDICATORE 9.1 - LIVELLO DI COMPrensIONE DEGLI STAKEHOLDER.....	34
2.9.2	INDICATORE 9.2 - CHIAREZZA DELLA COMUNICAZIONE PUBBLICA.	34
2.9.3	INDICATORE 9.3 - EFFICACIA DEGLI STRUMENTI DI COINVOLGIMENTO.	34
2.10	PRINCIPIO 10 - CLIMATE SMART.....	35
2.10.1	INDICATORE 10.1 - INDICATORE DELLA RESILIENZA E DELLA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DEGLI ECOSISTEMI MARINI.	35
2.10.2	INDICATORE 10.2 - INDICATORE DELLA RESILIENZA E DELLA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DEI SETTORI DELL'ECONOMIA BLU CARATTERIZZANTI LO SCENARIO.	35
2.10.3	INDICATORE 10.3 - INDICATORE DI MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI.....	35

PROGRAMMA

GIORNO 1 – ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI SCENARI

09:00 – 09:20 | Registrazione dei partecipanti

- Accoglienza dei partecipanti e distribuzione del materiale informativo.

09:20 – 09:40 | Sessione 1: Apertura dei lavori e Introduzione al workshop

- Presentazione degli obiettivi del workshop e delle modalità di lavoro, con un focus sull'importanza della pianificazione marittima sostenibile nel contesto dell'area.
- Breve recap di come siamo arrivati qui (anche a beneficio di nuovi partecipanti).
- Presentazione dei moduli e modelli di analisi e delle domande a cui si propongono di dare risposta.

09:40 – 13:15 | Sessione 2: Strumenti per l'analisi “what if” degli scenari di Pianificazione Spaziale Marittima

- Presentazione delle analisi effettuate per valutare gli scenari dal punto di vista ambientale e socio-economico e discussione dei risultati ottenuti.

09:40 – 09:55 – Modulo Cumulative Effects Assessment (CEA) (CNR-ISMAR)

09:55 – 10:10 – Modulo Systematic Conservation Planning (Prioritizr) (CNR-IAS – CNR-ISMAR)

10:10 – 10:25 – Modulo Ecologico (Ecospace) (OGS) (in NAS e NTS)

Modulo Bio-economico (SMART) (CNR-IRBIM – Università Tor Vergata) (in SOS)

10:25 – 10:45 Q&A

10:45 – 11:00 – Modulo Biogeochimico e Lagrangiano (OGS)

11:00 – 11:15 – Modulo Climate Refugia (CNR-ISMAR)

11:15 – 11:30 – Modulo Specie Aliene (OGS)

11:30 – 11:50 Q&A

11:50 – 12:10 | *Pausa caffè*

12:10 – 12:25 – Modulo di analisi del traffico marittimo (Ocean Planner) e del rumore sottomarino (Quonops) (CNR-ISMAR)

12:25 – 12:40 – Modulo Socio-Economico (CNR-ISMED)

12:40 – 12:55 – Modulo Servizi Ecosistemici (Università di Bologna)

12:55 – 13:15 – Q&A

13:15 – 14:30 | *Pausa Pranzo*

14:30 – 15:45 | Sessione 3: Scenari per la sostenibilità nella Pianificazione Spaziale Marittima

- Presentazione del metodo di valutazione multidisciplinare degli scenari attraverso l'approccio “10 tenets” e delle valutazioni derivate dalle analisi effettuate dai partner di progetto.

14:30 – 14:45 – I 10 tenets e la matrice di benchmarking (ISIG)

14:45 – 15:00 – Tenet 1 – Ecologicamente sostenibile (OGS) (NAS) (CNR-IRBIM) (SOS) CNR-ISMAR (NTS)

15:00 – 15:15 – Tenet 2 – Economicamente sostenibile (CNR–ISMED)

15:15 – 15:25 – Tenet 10 – Climate smart (CNR–ISMAR)

15:25 – 15:45 – Tenet 5 – Attuabile dal punto di vista giuridico e della governance (CNR–ISGI)

15:45 – 18:00 | Sessione 4: Valutazione partecipata degli scenari

Lavoro di gruppo finalizzato alla valutazione dei diversi scenari utilizzando il quadro dei Dieci Principi per lo Sviluppo Marittimo Sostenibile. I partecipanti analizzeranno opportunità e criticità e formuleranno la loro valutazione per ciascun scenario e per ciascun tenet.

15:45 – 15:50 – Presentazione lavori di gruppo

15:50 – 16:20 – Lavoro individuale

16:20 – 16:35 | *Pausa caffè*

16:35 – 17:55 – Lavoro di gruppo

17:55 – 18:00 – Chiusura dei lavori della giornata

GIORNO 2 – DALLA VALUTAZIONE DEGLI SCENARI ALLA LORO ATTUAZIONE

09:15 – 10:15 | Sessione 5: Sintesi della giornata precedente e obiettivi della giornata

- Presentazione e discussione in plenaria dei risultati delle valutazioni di scenario emersi nella prima giornata e presentazione delle attività in programma per il secondo giorno, con un focus operativo sulle strategie di attuazione.

9.15 – 9:20 – Breve presentazione della giornata e avvio dei lavori in plenaria

9.20 – 10.00 - Presentazione dei risultati per ciascun gruppo: statistica ISIG – valutazione ISMAR – corroborazione - 1 rapporteur per ciascuno dei 3 gruppi (10 minuti ciascuno)

10.00 – 10.15 – Discussione (focus su: differenze fra i gruppi e loro motivazioni salienti, differenze fra le valutazioni del team di progetto e quelle dei partecipanti al workshop, eventuale maggiore o minor rilevanza dei vari indicatori)

10:15 – 12:30 | Sessione 6: Strategie di attuazione degli scenari

- Lavoro di gruppo per definire azioni concrete volte alla realizzazione degli scenari individuati. I partecipanti esploreranno quali azioni di breve e medio periodo possono facilitarne l'implementazione, quali strumenti di governance, finanziamento e innovazione possono supportarne il processo e come coinvolgere gli stakeholder chiave in modo efficace.

10:15 – 10:25 – Presentazione Lavoro di gruppo

10:25 – 10:50 – Lavoro individuale

10:50 – 11:05 | *Pausa caffè*

11:05 – 12:00 – Lavoro di gruppo

12:00 – 12:30 – Restituzione plenaria

12:30 – 13:15 | Sessione 7: Sintesi dei risultati e Conclusioni

- Sintesi dei risultati emersi dalle sessioni di lavoro e degli elementi chiave da integrare nelle future azioni di governance marittima e riflessioni sulle azioni per garantire il follow-up delle strategie discusse nell'ambito dello sviluppo della Pianificazione spaziale Marittima

12:30 – 12:45 – Sintesi partecipata dei risultati (CNR-ISMAR, ISIG)

12.45 – 13.00 – Rappresentante dell'Autorità Competente PSM (Amm. M. Seno, Presidente del Comitato Tecnico per la PSM – tbc)

13.00 - 13.15 – Rappresentante/i di amministrazioni regionali (tbd)

13:15 – 13:30 | Sessione 8: Chiusura del workshop e Prossimi passi

- Ringraziamenti e prossimi passi (restituzione dei risultati, report tecnici, prossimi momenti di incontro (e.g. Convegno finale a Roma), prossime attività di progetto).

1 STRUMENTI PER L'ANALISI "WHAT IF" DEGLI SCENARI DI PIANIFICAZIONE SPAZIALE MARITTIMA

1.1 INTRODUZIONE METODOLOGICA E CONTESTUALIZZAZIONE

La costruzione e l'analisi di scenari di possibile evoluzione futura del sistema di protezione ambientale e del sistema degli usi del mare sono gli strumenti chiave, concettuali e operativi, utilizzati nell'ambito del progetto MSP4BIODIVERSITY per esplorare e proporre modalità di integrazione della biodiversità nella Pianificazione dello Spazio Marittimo. Nello specifico sono stati elaborati per ciascuna area pilota (Stretto di Sicilia – SoS, Nord Adriatico – NAS, Mar Ligure e Tirreno Settentrionale – NTS) tre scenari che considerano diverse assunzioni e rispondono a diversi obiettivi:

- **Slow Pace (SP):** lo sviluppo dell'area segue le tendenze attuali, con un lento sviluppo degli elementi di innovazione e una enfasi limitata sulla protezione e conservazione dell'ecosistema marino, peraltro in linea con le politiche e le normative vigenti;
- **Nature@Work (N@W):** in base al principio di precauzione, che si traduce in una minore accettazione del rischio dell'interazione tra le attività, e con l'obiettivo di ridurre/evitare gli effetti negativi sull'ecosistema marino, le aree naturali protette esistenti vengono ampliate e vengono messe in atto misure rigorose per proteggere, conservare e ripristinare habitat marini preziosi e vulnerabili;
- **Blue Development (BD):** grazie al rapido sviluppo di soluzioni innovative nei settori della blue economy, ad una maggiore accettazione del rischio di interazione tra le attività, le soluzioni "building with nature" consentono un'interazione sinergica tra le attività della blue economy e i preziosi habitat protetti.

Gli scenari sono stati elaborati sulla base dei dati e delle evidenze scientifiche disponibili, nonché sulla base della discussione e raccolta di input specifici da parte di partner di progetti, ulteriori esperti e portatori di interesse (in particolare nell'ambito di un primo round di workshop in novembre-dicembre 2024).

Gli scenari così definiti sono stati valutati tramite una serie di moduli e modelli specifici, appositamente sviluppati o messi a punto nell'ambito del progetto MSP4BIODIVERSITY al fine di analizzare gli effetti delle condizioni di scenario su molteplici componenti ambientali e socio-economiche. Il presente capitolo fornisce una sintetica descrizione di tali moduli e modelli. I risultati dell'analisi "what if" si propongono di permettere una valutazione integrata, quantitativa e spazialmente esplicita, degli aspetti ambientali e socio-economici degli scenari, da integrare successivamente nell'approccio dei dieci principi (tenet) (Barnard & Elliott, 2015).

1.2 MODULO CUMULATIVE EFFECTS ASSESSMENT (CEA) (CNR-ISMAR)

Il modulo CEA (Cumulative Effects Assessment) di Tools4MSP è stato sviluppato per supportare le analisi spaziali relative alla valutazione degli effetti cumulativi delle attività antropiche sugli ecosistemi marini, con l'obiettivo di fornire una base conoscitiva utile nei processi decisionali e nella pianificazione dello spazio marittimo. Il modulo permette di stimare, attraverso un approccio semi-quantitativo, il grado di impatto potenziale derivante dalla sovrapposizione di diverse attività umane e dalla loro interazione con componenti ambientali sensibili.

Il modulo implementa un approccio basato su una combinazione di matrici attività antropica-pressione e pressione-ecosistema, utilizzando informazioni relative alla presenza ed intensità delle attività antropiche, all'intensità delle pressioni, alla sensibilità degli ecosistemi e alla loro distribuzione spaziale. L'intero processo è strutturato in fasi che includono la normalizzazione dei dati di input, la ponderazione degli usi/pressioni e delle componenti ambientali, e il calcolo degli effetti cumulativi.

Il CEA è utilizzato nel contesto dell'analisi degli scenari del progetto MSP4BIODIVERSITY in tutte e tre le aree pilota (NAS, SoS e NTS), per simulare come differenti configurazioni di uso del mare – derivanti da opzioni alternative di pianificazione – possano modificare la distribuzione spaziale delle pressioni ambientali e i relativi impatti sugli ecosistemi. Questo consente di confrontare scenari pre-pianificazione, business-as-usual e futuri (es. sviluppo di nuove attività, espansione di aree protette), supportando la scelta di strategie più sostenibili. Precedentemente al progetto in questione, il modulo CEA è stato testato e applicato in diverse aree pilota, tra cui il Mare Adriatico settentrionale (progetti RITMARE, ADRIPLAN, PORTODIMARE, SATURN), lo Stretto di Sicilia (progetto BASSET-MED), il Mar Nero (progetto BRIDGE-BS), e il Mare del Nord (caso studio Offshore Wind Farms ENSYSTRA).

Gli output generati dal modulo CEA includono mappe tematiche ad alta risoluzione che rappresentano la distribuzione spaziale dell'indice di effetti cumulativi, grafici comparativi tra scenari, e report analitici che sintetizzano le pressioni dominanti, le componenti ambientali più esposte e le zone critiche (hotspot). Questi risultati possono essere visualizzati e analizzati all'interno della piattaforma Tools4MSP GeoNode o esportati per ulteriori elaborazioni, facilitando l'integrazione nei processi partecipativi e di co-progettazione delle soluzioni.

1.3 MODULO SYSTEMATIC CONSERVATION PLANNING (PRIORITIZR) (CNR-IAS – CNR-ISMAR)

In questo modulo abbiamo utilizzato un approccio di pianificazione sistematica della conservazione (SCP) per analizzare i tre scenari proposti dal progetto nelle tre aree pilota (NAS, SoS e NTS). Nello specifico, ci siamo posti due obiettivi principali: (i) Valutare la performance ambientale dei tre scenari; (ii) Identificare aree di priorità per la conservazione addizionali, considerando la diversa collocazione spaziale degli usi previsti dai tre scenari.

Abbiamo identificato 106 elementi della biodiversità come conservation features, tra cui 39 specie di pesci e invertebrati, 38 habitat dei fondali marini (seabed habitats) e 29 habitat essenziali per i pesci (Essential Fish Habitats). La distribuzione geografica delle specie selezionate è stata mappata utilizzando un approccio basato su modelli di distribuzione delle specie. Per ciascuna conservation features, abbiamo definito i target di conservazione (percentuale della distribuzione geografica da includere all'interno delle aree marine protette), facendo riferimento alla normativa vigente (Convenzione di Barcellona, Direttiva Habitat, ecc.) e alla letteratura scientifica. Abbiamo inoltre mappato i diversi usi del mare e identificato sinergie e conflitti tra questi e le aree protette.

Per raggiungere l'obiettivo (i), abbiamo calcolato quante conservation features riescono a raggiungere i relativi target in ciascuno scenario; per l'obiettivo (ii), abbiamo definito e risolto problemi di pianificazione sistematica della conservazione utilizzando il pacchetto R 'prioritizr' (Hanson et al., 2024), secondo la formulazione "minimum set" (che assicura il raggiungimento di tutti i target di conservazione minimizzando i conflitti o i costi di conservazione).

Le nostre analisi mostrano che nessuno dei tre scenari riesce a soddisfare pienamente i target spaziali di protezione per tutte le conservation features. In particolare, le analisi preliminari indicano che lo scenario Slow Pace presenta una performance ambientale significativamente più bassa, con la maggior parte delle features che non raggiunge i target assegnati. Al contrario, gli scenari Nature@Work e Blue Development risultano molto simili tra loro e mostrano una buona performance ambientale, con poche features che non raggiungono gli obiettivi. Infine, le analisi di pianificazione sistematica della conservazione indicano che esistono molteplici possibilità per posizionare in modo ottimale nuove AMP, così da soddisfare tutti i target di conservazione tenendo conto della distribuzione spaziale degli usi previsti in ciascuno scenario.

1.4 MODULO ECOLOGICO (ECOSPACE) (OGS, CIBM) (IN NAS E NTS)

Ecospace rappresenta il modulo spaziale e temporale della suite del modello ecosistemico meglio conosciuto come Ecopath with Ecosim (EwE), largamente utilizzato per la rappresentazione di modelli ecosistemici marini e terrestri. Ecospace permette di simulare e analizzare gli effetti diretti ed indiretti di trend e scenari sulle specie marine, rappresentate dai gruppi funzionali, e sulle catture della pesca. Queste variazioni sono misurabili sia nello spazio che nel tempo, tramite la biomassa, le catture dei gruppi funzionali e lo sforzo da pesca delle flotte simulate.

L'applicazione del modello nel contesto del progetto MSP4BIODIVERSITY consiste principalmente nell'utilizzo delle sue proprietà spaziali per esplorare diverse ipotesi di gestione della pesca e dello spazio marino, secondo quanto previsto dai tre scenari (SP, N@W e BD) nelle due aree pilota NAS e NTS. Le variazioni dell'utilizzo spaziale simuleranno le esistenti e future aree di protezione (ad es. AMP, siti SIC, etc.) e aree destinate alla generazione di energia rinnovabile o aree soggette a restrizioni della gestione della pesca (ZTB, FRA, etc.). Questi scenari avranno come effetto diretto la modifica della pressione della pesca nelle aree soggette a gestione e lo spostamento dello sforzo di pesca nelle aree non gestite, con conseguenti modifiche sia delle catture che delle biomasse a mare.

Nel caso dell'Adriatico, e nello specifico dell'area pilota NAS, il modello predisposto descrive un ecosistema costituito da 73 gruppi funzionali, di cui 3 produttori primari, 67 consumatori e 3 gruppi di detrito. Il settore della pesca è rappresentato attraverso 33 flotte da pesca divise per 6 stati (Italia, Slovenia, Croazia, Bosnia e Erzegovina, Montenegro e Albania). Le dinamiche dell'ecosistema tengono conto sia di variazioni spazio-temporali della salinità, temperatura e della produzione primaria per quanto attiene la componente biologica che dello sforzo da pesca, per quanto concerne gli elementi di interazione umana.

I risultati del modello permettono di valutare la variazione di biomassa delle popolazioni dell'ecosistema, delle loro catture e della distribuzione spaziale dello sforzo da pesca. Ci si attende di riscontrare un effetto rifugio delle specie bersaglio di pesca nelle aree dove lo sforzo è ridotto a seguito delle condizioni di scenario, con potenziale effetto di diluizione nelle aree confinanti con conseguente aumento della popolazione di tali specie. L'effetto di diluizione può avere effetti benefici sia sulla specie bersaglio che sulle attività di pesca che più intensamente catturano quella specie. Grazie alle interazioni di predazione tra le specie marine, sono attesi anche effetti indiretti a cascata su altre specie che possono essere sia positivi che negativi, con effetto quindi anche sulle attività di pesca che non vengono interessate dalla gestione. La capacità del modello di simulare numerosi componenti dell'ecosistema sia in termini di specie che di attività di sfruttamento permette di cogliere sfaccettature complesse e sensibili dell'ecosistema studiato. L'analisi degli scenari nelle due aree pilota NAS e NTS è utile anche ad individuare i conflitti tra diverse flotte o attrezzi da pesca ed individuare se al netto delle variazioni ci sia un beneficio o un danno per il settore pesca.

1.5 MODULO BIO-ECONOMICO (SMART) (CNR-IRBIM – UNIVERSITÀ TOR VERGATA) (IN SOS)

L'obiettivo del modulo è implementare alcune nuove funzionalità nel modello bio-economico SMART e applicarlo nell'area pilota dello Stretto di Sicilia (SoS) per stimare i possibili effetti dei diversi scenari spaziali di pianificazione e integrazione della attività economiche in mare. SMART 2.0 è un modello bio-economico spazialmente esplicito progettato per supportare la gestione sostenibile delle risorse della pesca, simulando gli impatti dello sforzo di pesca. Integra dati su catture, stock ittici, sistema di monitoraggio dei pescherecci (VMS) e indicatori economici, elementi fondamentali per l'approccio alla Gestione della Pesca Basata sugli Ecosistemi (EBFM). SMART 2.0 utilizza un modello statistico predittivo con procedure consolidate in ambito ICES (International Council for the Exploration of the Sea), basate su dati georeferenziati relativi alla distribuzione delle risorse, alle attività umane (la pesca) e alle biocenosi marine, per valutare l'impatto di

differenti scenari gestionali e sviluppare politiche efficaci e robuste, orientate alla conservazione a lungo termine delle risorse e alla generazione di effetti socio-economici sostenibili.

Nell'ambito del progetto, il modello SMART 2.0 viene utilizzato per l'analisi di tre scenari di pianificazione marina nell'area pilota dello Stretto di Sicilia al fine di simulare l'impatto di diversi attrezzi da pesca (inclusi quelli passivi) e prevedere i cambiamenti delle attività di pesca, della loro produttività e del loro status a lungo termine a seguito di variazioni nella pressione di pesca. Il modulo fornisce indicazioni quantitative sugli effetti di nuovi scenari, considerando biomasse, performance economiche, distribuzioni di sforzo di pesca e i potenziali conflitti con altre attività umane in mare. L'analisi riguarda l'intera flotta commerciale italiana che opera nell'area di interesse con gli attrezzi rete a strascico e palangaro fisso (per specie demersali). In particolare:

- L'analisi dello status quo ha permesso di identificare, mediante la procedura prioritizer applicata sulla ricostruzione spaziale dell'attività di pesca e dei suoi effetti bio-economici, dei Core Fishing Ground per una serie di soglie target di protezione (da 60% a 95% dell'attuale produttività economica).
- Le simulazioni condotte per i tre scenari hanno consentito di stimare gli effetti sull'attività delle flotte, quantificata attraverso mappe di distribuzione spaziale dell'allocation dello sforzo di pesca (in ore totali/anno) per l'intera flotta commerciale italiana che opera nell'area di interesse con gli attrezzi rete a strascico e palangaro fisso, distinta per classi di lunghezza dei battelli. Tali mappe sono fornite mediante shape file relativi a una griglia con celle quadrate aventi una dimensione di circa 7 Km. Questi prodotti consentono il calcolo della percentuale di aree con sforzo di pesca a saturazione dopo la chiusura delle.
- Sono state elaborate stime dei valori stimati per tutti gli indicatori economici utilizzati per la valutazione economica dell'attività di pesca (Gross Value of Landings, Fuel Costs, Economical Costs, Operative Costs, Investments, Labour Costs, Gross Value Added, Gross Profit Margin). Tali indicatori sono la fonte per: (i) la stima delle variazioni al 2040 della produzione della pesca e della capacità della flotta da pesca di adattarsi ai diversi scenari; (ii) La valutazione degli effetti economici sulla flotta a seguito della chiusura di aree marine (numero di marinerie influenzate, frazione della flotta influenzata, segmenti di flotta maggiormente influenzati)
- Sono state elaborate stime delle nuove condizioni di sfruttamento degli stock, e in particolare della % degli stock che raggiunge il MSY (Maximum Sustainable Yield).

1.6 MODULO BIOGEOCHIMICO (OGS)

Il modulo biogeochimico è finalizzato a fornire una descrizione quantitativa, ad alta risoluzione spaziale e temporale, dei cambiamenti climatici nel Mar Mediterraneo (e quindi nei tre siti pilota), con dati spaziali utili per la pianificazione marittima di medio-termine (2050). L'obiettivo del modulo è la produzione di un database dell'intero bacino, basato sullo scenario CMIP5-RCP8.5 in grado di descrivere le condizioni fisiche, tramite modello CMCC-MFS16, e biogeochimiche - modello OGSTM-BFM, utile come supporto trasversale agli altri moduli di analisi e alle diverse aree di studio del progetto.

Il prodotto si presenta come una collezione di dataset contenente descrittori statistici annuali (media, minimo, massimo, range e deviazione standard) delle principali variabili biogeochimiche e fisiche, con risoluzione temporale 2005-2099 e spaziale di 1/24 di grado, in linea con i prodotti di rianalisi Copernicus (CMEMS), per facilitarne l'integrazione in framework esistenti e garantirne l'interoperabilità. Le variabili incluse sono: temperatura, salinità, pH, velocità dell'acqua, nutrienti (NO_3 , PO_4 , NH_4), carbonio inorganico disciolto, ossigeno e produzione primaria netta. I dati sono disponibili sia per la superficie sia per il fondo.

Le proiezioni originali, generate dai modelli OGSTM-BFM e MFS16 con cadenza giornaliera e risoluzione di 1/16 di grado, sono state ricampionate a una risoluzione di 1/24 di grado mediante interpolazione trilineare (e un metodo conservativo per i dati costieri), e successivamente corrette per il bias tramite il metodo del *quantile delta mapping*, utilizzando come riferimento i dati di rianalisi CMEMS per il periodo 2005–2020. Questo processo consente di aumentare la risoluzione del dato mitigando l'introduzione di artefatti statistici dovuti all'interpolazione e di allineare le proiezioni ai prodotti di rianalisi, preservando il segnale di cambiamento climatico simulato dal modello.

In sinergia con il modulo *climate refugia*, sono stati sviluppati prodotti specifici che coprono l'intera colonna d'acqua, disponibili su richiesta. I prodotti sono disponibili Knowledge Catalogue sviluppato dal progetto MSP4BIODIVERSITY.

1.7 MODULO LAGRANGIANO (OGS)

Il modulo di modellizzazione lagrangiana è stato sviluppato per supportare l'analisi degli scenari di pianificazione marittima, con un focus su due tematiche ambientali rilevanti: la valutazione del rischio e della distribuzione spaziale associata a eventi di sversamento di idrocarburi (oil-spills) nel Nord Adriatico (area NAS) e la dispersione di inquinanti emergenti come farmaci e pesticidi in tutte e tre le aree marine pilota (NAS, NTS, e SOS). Il modulo consente di esplorare l'impatto di questi inquinanti in diversi scenari di cambiamento climatico e sviluppo socio-economico (SP, N@W, BD).

Il modulo utilizza un approccio lagrangiano basato sul codice LTRANS Zlev, un modello open-source per il tracciamento di particelle in ambiente marino. Funziona in modalità off-line utilizzando i risultati di modelli idrodinamici tridimensionali con coordinate verticali sigma e Z. Si basa su un algoritmo di tipo Runge-Kutta di quarto ordine per la parte avvertiva, implementa processi di diffusione turbolente, condizioni al contorno che permettono la riflessione delle particelle nei fondali e lungo le coste e tiene traccia delle particelle che escono dagli open-boundaries.

Sono state realizzate varie simulazioni numeriche con il modello LTRANS Zlev tracciando il trasporto e considerando la trasformazione di particelle rappresentando inquinanti dispersi in mare, seguendone le traiettorie dai punti partenza (depuratori, estuari, potenziali aree di collisioni navali) fino ai punti di arrivo (spiaggiamento, dispersione in acque superficiali o nella colonna d'acqua, uscita dall'open boundary) dopo determinati tempi di avvezione e che sono finalizzate a simulare, analizzare e descrivere i processi di trasporto oceanografico. Per la dispersione degli inquinanti emergenti il modello lagrangiano è stato forzato da campi idrodinamici Copernicus integrando parametri di degrado dei singoli inquinanti tratti dalla letteratura. Invece per gli oil-spills il modello lagrangiano LTRANS è stato forzato da campi idrodinamici del MITgcm a più alta risoluzione (1/32°) accoppiato al modulo di weathering (OILTRANS) per stimare la trasformazione fisico-chimica degli idrocarburi nel tempo.

Il modulo è utilizzato per nelle analisi “what-if” degli scenari, per esplorare gli effetti delle variazioni delle condizioni ambientali (es. cambiamenti climatici) e delle pressioni antropiche (es. traffico marittimo, scarichi civili) sulla distribuzione e sul rischio ambientale degli inquinanti. Nel sub-modulo dedicato agli inquinanti, gli scenari sono costruiti per le 3 aree di studio in base a modifiche nei livelli di scarico degli impianti di depurazione, espressi in abitanti equivalenti, in linea con la Direttiva UE 2024/3019, simulando evoluzioni tecnologiche compatibili con gli scenari sviluppati (SP, N@W, BD). Sono inoltre considerati gli scarichi fluviali, modificati sulla base di previsioni di miglioramento delle infrastrutture fognarie e dell'efficienza degli allacciamenti alla rete. Nel sub-modulo dedicato all'oil-spills, gli scenari what-if sono costruiti a partire da variazioni del traffico marittimo, legate ai cambiamenti nelle destinazioni d'uso dello spazio marittimo nell'area

del Nord Adriatico (NAS). Tali cambiamenti influenzano le probabilità di collisione tra imbarcazioni e, di conseguenza, la frequenza attesa di sversamenti accidentali. I prodotti si presentano come:

- mappe di inquinanti emergenti, temporalmente mediate, per rappresentare statisticamente le regioni marittime di più alta concentrazione tenendo conto di fonte di emissione a costa di queste sostanze tali fiumi e depuratori e il loro progressivo degrado nel tempo.
- Mappe dei punti di emissione di oil spill a mare classificate per livelli di hazard, in funzione del loro grado di “pericolo” in termine di quantitativi di olio statisticamente suscettibile di raggiungere le coste in determinati tempi (tempi determinati come critici al fine di permettere il contenimento e recupero dell’olio sversato).
- Mappe di “vulnerabilità” dei tratti di costa per rappresentare statisticamente le regioni costali più suscettibili di essere raggiunti da eventuali sversamenti importanti in tempi critici.

1.8 MODULO CLIMATE REFUGIA (CNR-ISMAR)

Il modulo Climate Refugia di Tools4MSP ha come obiettivo quello di identificare potenziali rifugi climatici e di valutare il rischio di cambiamenti climatici negli ecosistemi marini, con l’obiettivo di fornire una base conoscitiva utile nella pianificazione dello spazio marittimo (MSP). Per rifugi climatici si intendono genericamente le aree in cui i cambiamenti fisici e biologici indotti dal clima sono più lenti rispetto alle aree circostanti (Keppel et al., 2012). Il modulo si concentra sul tema del riscaldamento globale poiché la temperatura è uno dei principali regolatori della vita marina e quindi un fattore chiave nella distribuzione delle specie e della biodiversità.

Il modulo si basa sul calcolo della “velocità climatica”, che misura la velocità di cambiamento delle condizioni climatiche in determinate aree. Il calcolo della velocità climatica si basa sul confronto di dati da COPENICUS nei periodi 2006-2030 e 2031-2055 relativi a nove predittori riguardo al cambiamento delle temperature dei mari. Il modulo calcola le velocità climatiche in 3D, cioè sia in orizzontale che lungo la colonna d’acqua. L’analisi si sviluppa per biozone (eufotico, mesofotico, mesopelagico, e bati-abisso-pelagico), nonché per la superficie e i fondali marini.

Il modulo restituisce, per ogni area pilota (NAS, SoS e NTS) e per ogni scenario, mappe tematiche ad alta risoluzione (0.1°) alle diverse profondità che identificano i) analoghi climatici, aree dove le velocità climatiche sono basse – cioè aree le cui condizioni al futuro sono potenzialmente simili alle condizioni climatiche al presente, e ii) hotspot di cambiamento, cioè aree dove le velocità climatiche sono alte. Il modulo restituisce inoltre le analisi di analoghi per biozone verticali e grafici per l’analisi degli analoghi in colonna d’acqua. Il modulo è essere utilizzato nelle analisi degli scenari “what-if” per valutare l’esposizione e la stabilità ai cambiamenti climatici di aree specifiche, come ad esempio le aree marine protette o le potenziali OECMs (Other Effective Area-based Conservation Measures).

1.9 MODULO SPECIE ALIENE (OGS)

Lo scopo del modulo specie aliene è quello di valutare l’impatto combinato di cambiamenti climatici e trasporto marittimo sulla distribuzione potenziale futura di specie invasive bentoniche e fornire una duplice informazione riguardo il rischio di invasione: un indice di idoneità ambientale e una stima simulata del numero di eventi di invasione.

La metodologia è fondata interamente sui dati (data-driven): a partire dalla caratterizzazione biologica, biogeochimica e fisica del bacino del Mediterraneo e dalle osservazioni della specie, l’idoneità ambientale

viene stimata tramite l'utilizzo di un algoritmo di apprendimento automatico (*MaxEnt*) e una procedura di calibrazione e selezione del modello obiettiva. L'idoneità ambientale viene valutata su base annuale, sia per il presente e sia per scenari futuri, producendo mappe a risoluzione 1/24 per il periodo 2000-2050. Il dato viene fornito sotto forma di mappe di probabilità di occorrenza e tre diverse matrici di classificazione della probabilità di occorrenza in quattro classi di idoneità: alta, media, bassa, nessuna idoneità.

Le mappe di idoneità ambientale e di presenza della specie vengono successivamente combinate con i dati di traffico marittimo per simulare un processo esplicito di "contagio" attraverso la modellazione delle interazioni spaziali. Le navi sono considerate vettori potenziali di propaguli in grado di trasportarli dai siti "infetti" verso siti idonei, alimentando la pressione di invasione. L'analisi finale identifica le regioni più esposte al contagio (*hotspot*) e i siti nei quali la pressione di invasione è sufficientemente alta da suggerire la riuscita del processo di invasione. Una misura dell'incertezza legata alle proiezioni viene fornita sia per le mappe di idoneità ambientale (matrici di classificazione) che per le simulazioni di invasione (media + deviazione standard dei valori simulati per cella).

Il modulo viene utilizzato nelle analisi *what-if* degli scenari (N@W, BD, SP), per valutare come la pressione di invasione ed estensione delle zone a rischio di invasione variano in risposta a diversi fattori di pianificazione nelle tre aree pilota, esplorando in particolare l'impatto legato all'introduzione di PSSA (Particularly Sensitive Sea Area), e di Aree Marine Protette, nonché all'aumento e redistribuzione del traffico marittimo previsto nei 3 scenari progettuali. Un'applicazione specifica è stata sviluppata ed è disponibile per un'alga aliena invasiva, la *Caulerpa cylindracea*, considerata ecologicamente impattante in quanto in grado di soppiantare le fanerogame marine native (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*) e formare densi banchi monospecifici con effetti a cascata su funzionamento ecologico e servizi ecosistemici.

1.10 MODULO DI ANALISI DEL TRAFFICO MARITTIMO (OCEAN PLANNER) E DEL RUMORE SOTTOMARINO (QUONOPS) (CNR-ISMAR)

Il modulo in questione ha come scopo quello di valutare i rischi legati al rumore sottomarino e agli impatti sulla fauna in ambiente marino derivanti dal trasporto marittimo. Ciò avviene mediante l'analisi di dati AIS (Sistema di Identificazione Automatica), che consentono l'identificazione e la posizione delle imbarcazioni in un'area target e permettono quindi di (i) monitorare il traffico marittimo, (ii) definire l'intensità del rumore generato e (iii) analizzare il rischio di collisioni con la fauna marina.

OceanPlanner© utilizza dati AIS per fornire un'analisi dettagliata del traffico marittimo, calcolando il numero di navi presenti in un'area target, la distanza percorsa e la velocità di spostamento, tutti parametri necessari a comprendere il potenziale impatto ambientale. Mediante tali elaborazioni è possibile ottenere una valutazione dei luoghi in cui devono essere intraprese azioni prioritarie di mitigazione, alimentando le roadmap nazionali e regionali per la conservazione dell'ambiente marino.

I rischi ambientali (o il livello di pressione antropica sull'ambiente marino) legati al rumore sottomarino sono descritti invece mediante Quonops©, un sistema operativo per il monitoraggio e la previsione del rumore antropogenico in mare. Questa piattaforma produce una stima della distribuzione spazio-temporale dei livelli di rumore generati dalle attività marittime e dal vento. I campi sonori sono stimati tramite simulazioni numeriche che tengono conto della maggior parte dei parametri ambientali che influenzano la propagazione del suono (batimetria, profilo di velocità, dati meteo-oceanici, sedimentologia), e integra eventualmente misurazioni in-situ basate su idrofoni attivi. Due metriche sono utilizzate per valutare i potenziali effetti del rumore sulle specie marine: (i) livelli di pressione sonora, che combinano i contributi sia da fonti naturali (vento e onde) che antropogeniche (traffico marittimo) e servono per valutare il potenziale disturbo alla vita marina; (ii) livelli di "Excess", che quantificano quanto il rumore del traffico marittimo supera i livelli di rumore naturale, fornendo un'idea del suo impatto sulla comunicazione delle specie marine. Al fine di inserire le mappe del

rumore generate da Quonops all'interno del processo CEA, viene usato un indice sintetico, sviluppato da CNR ISMAR e Quiet Ocean, che consente di definire situazioni di accettabilità/non accettabilità dei livelli di rumore in aree di studio di interesse in un'ottica di gestione e di conservazione di specie target.

Nell'ambito del progetto, il modulo è utilizzato nelle tre aree pilota (NAS, SoS e NTS), nelle diverse condizioni di scenario, per: (i) identificare le attività marittime che comportano il maggior rischio per la biodiversità marina, (ii) determinare le aree in cui devono essere intraprese azioni di regolamentazione prioritarie e (iii) valutare le conseguenze economiche e i benefici ambientali di vari scenari di regolamentazione. Il modulo quindi fornisce una valutazione obiettiva del rapporto tra beneficio ambientale e il costo per il settore della navigazione secondo lo scenario regolamentazione proposto, facilitando il dialogo tra i regolatori e gli stakeholder marini. Gli output generati includono:

- Rapporti sul traffico: forniscono una valutazione tangibile dello stato attuale e delle caratteristiche chiave della navigazione, nonché una valutazione di scenario sugli stessi parametri.
- Mappe sonore calibrate, tramite cui è possibile valutare la distribuzione spaziale e temporale del rumore naturale e di quello generato dal traffico marittimo all'interno di un'area target.
- Mappe di indice, tramite cui è possibile valutare la distribuzione spaziale e temporale dell'indice sintetico di accettabilità del rumore antropico all'interno di un'area target.

Ad esempio, nell'area NAS emerge che il rumore del traffico marittimo domina costantemente il paesaggio sonoro, spesso superando i livelli di rumore naturale. Le principali rotte di navigazione rimangono i maggiori contributori all'ambiente acustico alle basse frequenze, con i livelli di rumore più alti osservati lungo queste rotte. L'analisi ha rivelato che il rumore delle navi supera il rumore naturale per più della metà del tempo, influenzando negativamente le specie marine sensibili.

1.11 MODULO SOCIO-ECONOMICO (CNR-ISMED)

Il quadro metodologico si basa sulla costruzione di tavole input-output (o tavole intersettoriali) (Leontief, 1936), propedeutiche alla costruzione di conti satellite dell'economia blu, con l'obiettivo di esplicitare le interazioni e retroazioni multisettoriali legate all'economia blu, ossia stimare: (i) gli effetti socio-economici sui settori marini e costieri direttamente impattati dagli scenari, (ii) gli effetti indiretti sui settori che rientrano nella filiera produttiva dei beni e servizi della cosiddetta economia blu, (iii) gli impatti indotti in termini di investimenti e occupati. L'uso di un conto satellite, che isola la spesa e la produzione legate all'economia blu e ridimensionato a livello regionale, fornisce una rappresentazione completa, sistematica e comparabile a livello internazionale del funzionamento e delle dimensioni dell'economia blu nelle aree pilota (SoS, NAS e NTS). Tale approccio assicura una rigorosa quantificazione del ruolo sociale e del peso economico di attività economiche trasversali e che altrimenti non sarebbero individuabili all'interno della contabilità nazionale tradizionale, come è il caso della pesca e dell'acquacoltura (aggregate all'interno del settore primario) o il sotto-settore del trasporto costiero.

L'analisi consiste nell'utilizzare tavole multiregionali di risorse e impieghi (SUT), che costituiscono un sottoinsieme o una espansione delle tavole presenti nella struttura centrale dei conti economici (SEC). All'interno di ciascuna SUT multiregionale (Sicilia e Resto di Italia; Liguria, Toscana e Resto di Italia; Marche, Emilia Romagna, Veneto, Friuli V.G. e Resto di Italia), il conto satellite costituisce una riorganizzazione delle tavole in cui si isolano le attività ed i prodotti oggetto delle simulazioni.

Una volta perimetrato l'ambito dei settori marini e costieri presenti e misurabili nell'area oggetto di studio (sulla base della disponibilità delle informazioni statistiche a livello regionale) il calcolo delle relazioni settoriali permette di evidenziare non solo gli impatti socio-economici diretti sui settori dell'economia blu, ma anche gli effetti indiretti sui settori collegati e da questi "attivati" nella produzione e nella domanda dei beni e servizi

dell'economia blu, come ad esempio il commercio e la trasformazione di prodotti ittici o le costruzioni navali. Il conto satellite così costruito identifica l'attuale struttura (Present condition /status quo) del sistema economico in esame.

Gli scenari al 2040 comportano un adattamento delle SUT attraverso una trasformazione (in senso dinamico) delle relazioni contabili esistenti tra le diverse grandezze economiche (settori produttivi, domanda finale, investimenti, esportazioni) che compongono le matrici. In altri termini, occorre passare da una rappresentazione contabile (ex-post) come definita nel conto satellite Present condition, ad una modellistica (ex-ante), sulla base di ipotesi che determinano la causalità delle relazioni nelle variabili economiche rappresentate nella tavola. Si ipotizza che le misure gestionali previste negli scenari rappresentino uno shock sull'offerta per i settori della pesca, acquacoltura, trasporti marittimi, ed energia eolica, ed uno shock dal lato della domanda per quanto riguarda il turismo costiero.

Un esempio di simulazione riguarda la riduzione del 9% nella produzione del settore pesca in Sicilia, come ipotizzabile nello scenario Slow Pace. La simulazione ha evidenziato un calo del 9,13% nel valore della produzione del settore pesca che, a sua volta, si è propagato maggiormente sui settori collegati ad alloggio e ristorazione, industrie alimentari e trasporti, per una riduzione complessiva del valore aggiunto regionale pari a poco più di 17 milioni di euro, - 0,02% rispetto allo status quo. La valutazione sarà agevolata dall'uso di mappe iterative che permettono di differenziare gli impatti socio-economici a livello settoriale nelle diverse aree di studio.

1.12 MODULO SERVIZI ECOSISTEMICI (UNIVERSITÀ DI BOLOGNA)

Il capitale naturale, attraverso specifiche funzioni e processi, fornisce servizi essenziali per l'umanità. Tali servizi, noti come servizi ecosistemici, rappresentano un concetto di raccordo tra le dimensioni ecologica e socioeconomica, in quanto consentono di descrivere e valutare in modo sistemico i benefici che gli ecosistemi forniscono alla società. Un processo chiave per rendere operativa l'integrazione dei servizi ecosistemici nei processi di gestione e supporto alle decisioni consiste nella loro quantificazione in termini monetari, anche in assenza di mercati diretti. Nell'ambito del presente progetto, sono stati selezionati servizi ecosistemici di regolazione e culturali non di mercato, sulla base delle specificità ecologiche degli habitat marini mediterranei, e con particolare riferimento alle tre aree pilota oggetto di studio (NAS, SoS e NTS):

- Il sequestro del carbonio è stato quantificato per le popolazioni di molluschi bivalvi (*Mytilus galloprovincialis*) e per le praterie sommerse di Posidonia oceanica, attraverso il metodo del prezzo di mercato, utilizzando i valori correnti dei crediti di carbonio negoziati nel mercato europeo.
- La rimozione dei nutrienti fornita dai molluschi è stata stimata applicando il metodo dei costi di sostituzione, calcolando il valore economico equivalente a quello di impianti di trattamento delle acque in grado di fornire una funzione assimilabile.
- La protezione costiera garantita da Posidonia oceanica, *Calamagrostis arenaria* e habitat dunali è stata valutata mediante i costi di sostituzione, stimando l'onere economico per la realizzazione di opere artificiali di contrasto all'erosione.
- Per quanto concerne i servizi culturali, il valore di esistenza attribuito a specie emblematiche della megafauna marina (delfini, tartarughe, squali) è stato stimato tramite il metodo della valutazione contingente, basato su indagini strutturate volte a stimare la disponibilità a pagare della popolazione per la conservazione di tali specie.
- Il valore estetico delle Aree Marine Protette è stato stimato attraverso il metodo del prezzo edonico, che analizza l'effetto del paesaggio marino sui prezzi immobiliari nelle aree costiere.

- Infine, la tecnica degli esperimenti di scelta condotta nelle tre aree pilota ha permesso di valutare le preferenze della popolazione residente rispetto a obiettivi alternativi di fruizione e tutela, stimando la disponibilità a pagare per livelli differenziati di estensione e qualità ambientale coerenti con gli scenari di progetto.

Le stime economiche sono state applicate per ogni scenario di pianificazione marittima e per ciascuna area pilota, in relazione alle variazioni previste in termini di estensione degli impianti di molluschicoltura, istituzione di Aree Marine Protette, protezione costiera e aree di ripopolamento faunistico.

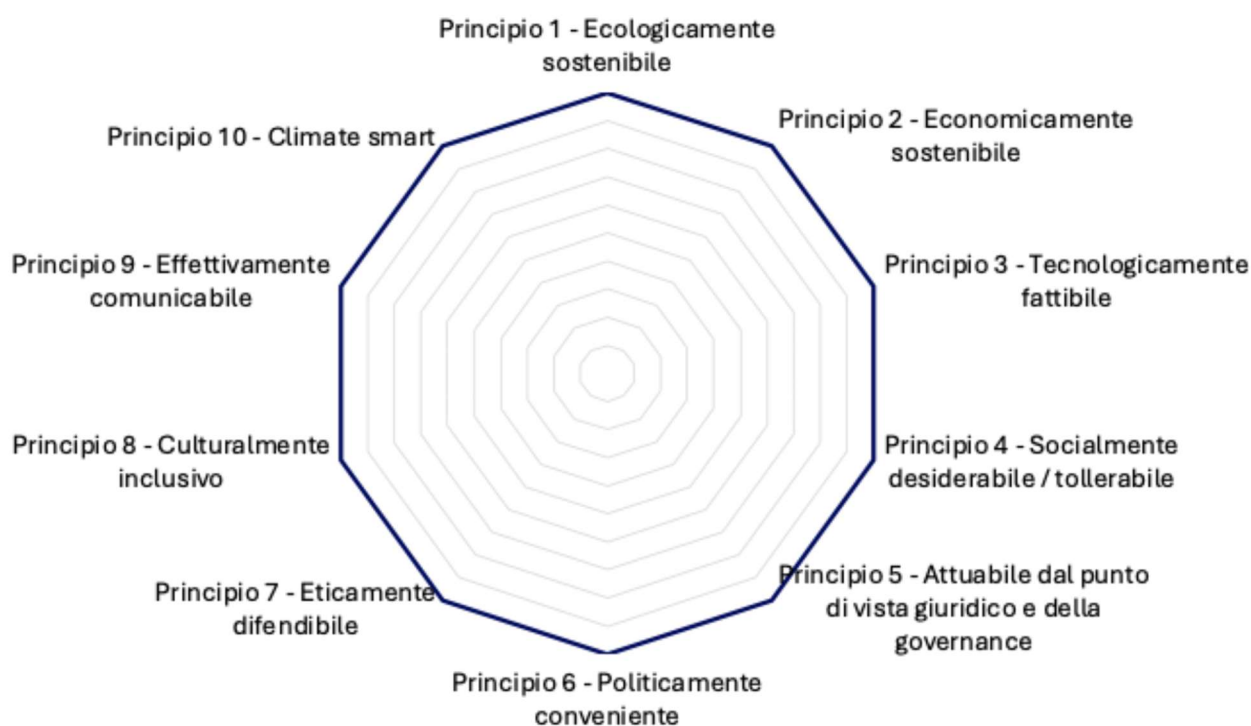
Le valutazioni economiche hanno l'obiettivo di essere integrate all'interno del quadro metodologico di contabilità ambientale del SEEA (System of Environmental Economic Accounting), il quale fornisce attraverso concetti, definizioni, classificazioni, regole contabili e tabelle condivise, un quadro di riferimento standard, riconosciuto a livello internazionale, per l'integrazione del valore dei servizi ecosistemici nei conti nazionali. Attraverso il SEEA è possibile derivare un indicatore di valore aggiunto corretto, che tiene conto non solo dei valori economici di mercato delle attività ricadenti nell'uso del mare, ma anche del contributo dei servizi di regolazione e culturali non di mercato, solitamente esclusi dai sistemi contabili tradizionali. In tal senso, i valori economici stimati permettono di sviluppare una valutazione integrata degli effetti di ciascuno scenario di pianificazione su benefici di mercato (quali pesca, turismo, energia, navigazione ecc..) e non di mercato (come la funzione di stoccaggio del carbonio, la protezione dall'erosione e il valore di esistenza delle specie), evidenziando i potenziali trade-off o sinergie tra settori e valori ecosistemici.

2 I 10 TENETS PER LA PIANIFICAZIONE SPAZIALE MARITTIMA

L'analisi e la valutazione di indirizzi, scelte e azioni di Pianificazione dello Spazio Marittimo, e più in generale di gestione adattativa e sostenibile dei sistemi socio-ecologici, richiede di considerare una serie di aspetti molto diversi, quali ad esempio aspetti di natura ambientale, socio-economica, tecnologica e normativa.

Questa necessità è stata codificata nell'approccio de "I 10 principi (o tenet) per la gestione adattativa e sostenibile" (Elliott, 2013; Barnard and Elliott, 2015). Questo approccio è stato adottato nel progetto MSP4BIODIVERSITY, sviluppando in modo analitico e dettagliato la modalità con cui utilizzarlo operativamente, attraverso la definizione di domande di valutazione, di indicatori e di evidenze da considerare. Sono stati individuati due diversi tipi di possibili evidenze: evidenze codificate e misurabili, raccogliibili secondo metodi scientifici o amministrativi, che si prestano a o consentono valutazioni prevalentemente di carattere quantitativo; evidenze esperienziali, basate su esperienza, conoscenze tacite, opinioni, pareri esperti, che si prestano a o consentono valutazioni prevalentemente di carattere qualitativo.

La figura sottostante rappresenta i 10 principi di valutazione adottati.



L'utilizzo primario di questo approccio e del metodo operativo che ne è derivato è quello di valutare comparativamente ciascuno dei 3 scenari al 2040, sviluppati attraverso il lavoro dei partner di progetto e di esperti e portatori di interesse che hanno fornito preziosi contributi. Questa valutazione, supportata per diversi indicatori da analisi specifiche effettuate nel corso del progetto, consentirà non solo di individuare punti di forza e di debolezza, così come aspetti o settori favoriti o sfavoriti dallo scenario (ad esempio attraverso i principi 1 e 2), ma anche di individuare elementi importanti che dovranno essere considerati per uno sviluppo effettivo ed equilibrato dello scenario (ad esempio attraverso i principi 4, 5, 8 e 9).

2.1 PRINCIPIO 1 - ECOLOGICAMENTE SOSTENIBILE

Definizione: Lo scenario, inteso come sviluppo delle attività e delle misure di gestione previste, mantiene o migliora la salute degli ecosistemi marini, riducendo le pressioni antropiche ed i loro effetti e preservando la biodiversità, lo stato e le funzioni ecologiche e le risorse biotiche per le generazioni future.

2.1.1 Indicatore 1.1 - Obiettivi generali di conservazione: estensione e rilevanza delle aree protette rispetto agli obiettivi 30/10 (30% di aree protette, di cui 10% a protezione rigorosa).

Definizione: valuta l'estensione, la rappresentatività e la coerenza ecologica della rete di aree protette.

2.1.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Percentuale di aree protette, anche valutando le OECM (Other Effective area-based Conservation Measures, ovvero aree con misure di conservazione efficaci diverse dalle aree protette formalmente riconosciute come tali) potenziali esistenti, e con protezione rigorosa.
- Percentuale di ciascun habitat riportato nell'Annex II della Legge Europea sul ripristino della natura (NRL), corrispondente agli habitat dell'Annex I della Direttiva Habitat, presente all'interno delle aree protette rispetto alla loro distribuzione complessiva nota.

2.1.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Consenso degli esperti sulla adeguatezza e coerenza ecologica del network di aree protette presenti nello scenario.
- Valutazioni sulla praticabilità ed idoneità delle OECM potenziali individuate.
- Valutazione dei criteri utilizzati o utilizzabili per l'attribuzione del livello di "protezione rigorosa".
- Coerenza dei livelli e delle misure di conservazione (rigorosa o meno) agli obiettivi di conservazione.
- Rappresentatività biogeografica delle aree protette.

2.1.2 Indicatore 1.2 - Obiettivi specifici di conservazione, per le conservation features più importanti dell'area.

Definizione: valuta se le componenti ecologiche chiave dell'area (conservation features), come habitat vulnerabili o specie minacciate sono coperte da misure efficaci di conservazione secondo obiettivi differenziati in base alle loro caratteristiche.

2.1.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Quante e quali conservation features raggiungono i target di conservazione definiti (30% per tutte le features categorizzate come in pericolo (EN) o in pericolo critico (CR) nella RedList della IUCN, presenti nella Convenzione di Barcellona o nella Convenzione di Berna oppure con distribuzioni molto ristrette; 10% per tutte le features con distribuzioni molto ampie).
- Percentuale di Planning Units selezionate nello scenario che sono incluse nelle aree protette previste da ciascuno dei tre scenari (SP, N@W e BD).
- Percentuale di specie endemiche o dell'areale di specie endemiche che rientra nelle aree protette.

2.1.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazioni associate alle diverse caratteristiche e rilevanza (es. rilevanza ecologica, rappresentatività, connettività e sensibilità ai cambiamenti climatici) delle conservation features considerate.
- Valutazioni riguardo alle misure di conservazione adottate ed alla loro efficacia.

- Interventi di restauro di tipo attivo di habitat rilevanti per l'area.
- Misure di conservazione o di mitigazione di impatto rivolte specificatamente a mammiferi e rettili marini.

2.1.3 Indicatore 1.3 - Intensità delle pressioni e dei rischi di effetto singolo e cumulativo sulle componenti ambientali.

Definizione: valuta l'intensità e la distribuzione delle pressioni esercitate dalle attività umane sull'ambiente marino, valutando anche i rischi di effetto cumulativo e da singole pressioni sulle componenti ambientali considerate (specie e habitat).

2.1.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Variazione percentuale del valore di impatto cumulativo (CEA score) rispetto alla baseline (Indicatore derivato dal modulo CEA - Cumulative Effects Assessment).
- Variazione percentuale del valore di impatto cumulativo (CEA score) normalizzato rispetto all'ecological diversity index, meno influenzato da variazioni sulla biomassa dovute a fattori esogeni (Indicatore derivato dal modulo CEA).
- Estensione delle aree di hotspot, calcolate come valore di impatto cumulativo superiore alla soglia calcolata come quantile (es. 95%) dei valori CEA complessivi.
 - Dove:
 - Si = scenario i-esimo
 - T_α = Soglia calcolata considerando il percentile α (es. 95%)
 - Hi = hotspot dello scenario i-esimo
- Indicatori di qualità delle acque marine (es. CHL, TRIX, OD) (derivati dal modulo biogeochimico).
- Indicatori specifici relativi a presenza di specie invasive e rischi associati (modulo specie aliene).
- Indicatore di rischio di effetto cronico del rumore sottomarino su specie target dell'area (modulo Ocean Planner).
- Variazione percentuale della biomassa (specie non oggetto di pesca) pre e post scenario (modulo Ecospace, per NAS e NTS).

2.1.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazioni generali sul sistema delle pressioni antropiche e sulla loro sostenibilità.
- Valutazioni specifiche su singole pressioni, singoli bersagli e aree hotspot.
- Valutazioni sull'efficacia delle misure di conservazione e mitigazioni di effetto.
- Valutazioni sugli effetti su scala di area vasta.

2.1.4 Indicatore 1.4 - Stato delle risorse biotiche soggette ad attività di pesca.

Definizione: valuta la sostenibilità ecologica delle attività di pesca.

2.1.4.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- % degli stock ittici che raggiunge il MSY (Maximum Sustainable Yield) (modulo SMART, solo in SOS).
- Variazione % della biomassa (specie oggetto di pesca) pre e post scenario (modulo Ecospace, per NAS e NTS).
- Variazione % della cattura pre e post scenario (modulo Ecospace, per NAS e NTS).
- Variazione % della mortalità da pesca pre e post scenario (modulo Ecospace, per NAS e NTS).
- Quante e quali Essential Fish Habitat (EFH) raggiungono i target di conservazione (10% per tutte le features con distribuzioni molto ampie).
- Indicatore ecosistemico: tasso di by-catch (sottotaglia di specie commerciali e specie vulnerabili).

2.1.4.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazioni esperte sulla sostenibilità dello sforzo di pesca per le comunità ittiche.
- Valutazioni specifiche su pesca industriale e artigianale.
- Valutazioni sull'idoneità delle misure di conservazione, spaziali e non spaziali, previste dallo scenario.

2.1.5 Indicatore 1.5 - Esposizione al cambiamento climatico dell'area per aree marine protette (AMP) e OECM potenziali e per aree climaticamente stabili.

Definizione: misura quanto le aree marine protette o le OECM potenziali includano zone stabili o meno disturbate per intensità e frequenza dal punto di vista climatico, che sono fondamentali per la conservazione a lungo termine.

2.1.5.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- % di aree climaticamente stabili ricomprese in AMP e OECM potenziali (10° percentile) (modulo Climate Refugia).
- % di aree senza analoghi climatici ricomprese in AMP e OECM potenziali (90° percentile) (modulo Climate Refugia).
- Velocità climatica media nelle AMP e OECM potenziali (modulo Climate Refugia).

2.1.5.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazioni generali sul sistema dei cambiamenti climatici.
- Valutazioni specifiche su singole aree, specie e hotspot.
- Valutazioni su effetti su area vasta.

2.1.6 Indicatore 1.6 - Fornitura di servizi ecosistemici di regolazione.

Definizione: valuta se lo scenario conserva o rafforza alcuni servizi ecosistemici che contribuiscono alla regolazione del funzionamento degli ecosistemi (flussi di massa e cambiamento climatico).

2.1.6.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Servizio Ecosistemico “protezione delle coste” (modulo servizi ecosistemici).
- Servizio Ecosistemico “assorbimento di carbonio” (modulo servizi ecosistemici).

2.1.6.2 Possibili evidenze esperienziali

- Sostenibilità nel tempo dei servizi ecosistemici, evitando penalizzazioni o scomparsa di servizi rilevanti.
- Valutazioni sulla distribuzione spaziale dei servizi ecosistemici presenti.

2.2 PRINCIPIO 2 - ECONOMICAMENTE SOSTENIBILE

Definizione: Lo scenario promuove un'economia blu resiliente e duratura, capace di produrre valore aggiunto, occupazione e benessere economico nei settori marittimi strategici, garantendo nel contempo la salvaguardia dei servizi ecosistemici. Le attività previste dallo scenario sono economicamente fattibili ed ecologicamente e socialmente sostenibili nel tempo.

2.2.1 Indicatore 2.1 - Performance economica dello scenario, nell'insieme e per i settori principali.

Definizione: valuta la variazione attesa al 2040 del fatturato e del valore aggiunto nei principali settori della Blue Economy, valutando anche eventuali squilibri o compensazioni tra di essi

2.2.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Variazioni al 2040 in termini di fatturato e valore aggiunto dei settori della Blue economy direttamente impattati dagli scenari (indicatore derivato dal modulo socio-economico).

2.2.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Impatti economici diretti, indiretti e indotti derivanti dello scenario, con riferimento ai principali usi coinvolti.
- Sostenibilità nel tempo del sistema di usi previsti, evitando che i conflitti esistenti e potenziali portino ad una penalizzazione eccessiva ed alla scomparsa di usi economicamente rilevanti.

2.2.2 Indicatore 2.2 - Performance economica specifica del settore della pesca

Definizione: valuta l'adattabilità del settore della pesca alle condizioni di scenario (restrizioni e/o nuove opportunità), tenendo conto della produzione del settore, della capacità della flotta, dei ricavi e della resilienza economica.

2.2.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Indicatore su variazioni al 2040 della produzione della pesca e della capacità della flotta da pesca (indicatore derivato al modulo socio-economico, supportato anche dai moduli SMART – SOS – ed Ecospace – NAS e NTS).
- Indicatori degli effetti economici sulla flotta a seguito della chiusura di aree marine: numero di marinerie influenzate, frazione della flotta influenzata, segmenti maggiormente influenzati (indicatore derivato dal modulo SMART – solo in SOS).

2.2.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazioni specifiche sulla sostenibilità economica del settore della pesca (costi, ricavi, rinnovo ed efficientamento della flotta).
- Valutazioni degli effetti sui mercati, anche considerando fenomeni ed equilibri di area vasta (nazionale e transfrontaliera).

2.2.3 Indicatore 2.3 - Valutazione socio-economica complessiva (mercato e non mercato).

Definizione: esprime il bilancio tra valori economici di mercato (es. attività produttive) e valori non di mercato (es. benessere, paesaggio, cultura) attraverso il calcolo del valore aggiunto.

2.2.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valore aggiunto corretto (Indicatore derivato da System of Environmental Economic Accounting – SEEA – utilizzando i moduli socio-economico e servizi ecosistemici).

2.2.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Stima integrata degli effetti sui valori di mercato e non di mercato dello scenario.

- Variazioni nell'equilibrio fra valori di mercato e non di mercato e sostenibilità delle penalizzazioni di alcuni settori e alcuni servizi ecosistemici.
- Disponibilità, praticabilità e sostenibilità degli investimenti pubblici e privati necessari.

2.3 PRINCIPIO 3 - TECNOLOGICAMENTE FATTIBILE

Definizione: Le soluzioni e le azioni previste dallo scenario (in particolare per i settori trasporto marittimo, energia, turismo, pesca e acquacoltura) sono attuabili grazie a tecnologie esistenti o in via di sviluppo con un livello di maturità adeguato, in particolare per quanto concerne gli aspetti di minimizzazione degli impatti ambientali. Tali tecnologie sono accessibili e appropriate all'area di intervento.

2.3.1 Indicatore 3.1- Disponibilità e maturità (TRL) della tecnologia necessaria.

Definizione: Le soluzioni e le azioni previste dallo scenario (in particolare per i settori trasporto marittimo, energia, turismo, pesca e acquacoltura) sono attuabili grazie a tecnologie esistenti o in via di sviluppo con un livello di maturità adeguato, in particolare per quanto concerne gli aspetti di minimizzazione degli impatti ambientali. Tali tecnologie sono accessibili e appropriate all'area di intervento.

2.3.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valutazione analitica della disponibilità e maturità (TRL; scala da 1 a 9, dove 9 indica una tecnologia completamente operativa) delle tecnologie necessarie per l'implementazione dello scenario.

2.3.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Individuazione delle tecnologie necessarie e più rilevanti: valutazioni su esistenza e attuale livello di sviluppo di tali tecnologie e sulla probabilità che le stesse siano disponibili al 2040 con un TRL almeno maggiore di 7.

2.3.2 Indicatore 3.2 - Applicabilità all'area e allo scenario delle tecnologie di interesse.

Definizione: valuta se le tecnologie chiave dello scenario sono compatibili con il contesto operativo locale (es. infrastrutture, conoscenze tecniche, logistica) e possono quindi essere adottate, applicate e scalate, con investimenti realistici.

2.3.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero di tecnologie necessarie per l'implementazione dello scenario già presenti o adottate nell'area e/o considerate accessibili (al 2040) sulla base di valutazioni infrastrutturali, di capacità e di mercato.

2.3.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione qualitativa della familiarità operativa tra gli implementatori: le autorità locali, le industrie o gli operatori marittimi hanno già esperienza nell'uso o nella manutenzione delle tecnologie proposte o le ritengono utilizzabili con un'adeguata preparazione ed eventuale infrastrutturazione.

2.3.3 Indicatore 3.3 - Tasso di successo operativo

Definizione: valuta se le tecnologie proposte sono state implementate con successo in contesti geografici e settoriali simili, dimostrando una concreta efficacia ambientale e operativa.

2.3.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero di soluzioni tecnologiche implementate, anche in altre aree geografiche, e loro indicatori di successo, con particolare riferimento alla loro efficacia ambientale.

2.3.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Confronto di casi di studio, al fine di valutare se tecnologie simili sono state implementate con successo in ambienti marini comparabili, dimostrandone la fattibilità.

2.4 PRINCIPIO 4 - SOCIALMENTE DESIDERABILE / TOLLERABILE

Definizione: Lo scenario risponde ai bisogni sociali (in termini di salute, istruzione, occupazione, tempo libero, qualità degli spazi pubblici, ecc.) e alle preoccupazioni delle comunità locali e delle parti interessate, garantendo un accesso equo alle risorse marine e promuovendo l'accettazione sociale.

2.4.1 Indicatore 4.1 - Soddisfazione degli stakeholder

Definizione: valuta il livello di approvazione dello scenario da parte delle comunità e degli stakeholder, attraverso consultazioni, sondaggi e altri strumenti partecipativi.

2.4.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Percentuale di comunità locali e di utenti marini che esprimono sostegno allo scenario proposto attraverso sondaggi o consultazioni.

2.4.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Sentimento pubblico nelle consultazioni: le comunità locali e le parti interessate esprimono un chiaro sostegno o opposizione allo scenario della Pianificazione dello Spazio Marittimo durante gli incontri pubblici o i sondaggi.

2.4.2 Indicatore 4.2 - Conflitti che si verificano

Definizione: valuta la presenza, l'intensità e l'evoluzione dei conflitti tra diversi gruppi di utenti marini (es. pescatori, operatori turistici, ambientalisti), legati all'attuazione dello scenario.

2.4.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero di conflitti segnalati tra diversi gruppi di utenti (ad esempio, pescatori, operatori turistici, ambientalisti) prima e dopo l'attuazione.
- Percentuale di aree con sforzo di pesca a saturazione dopo la chiusura delle aree (indicatore derivato dal modulo SMART, solo per SOS).

2.4.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Media e discorso pubblico: articoli di giornale, discussioni sui social media o dibattiti pubblici riflettono un'accoglienza positiva o una notevole opposizione al piano.

2.4.3 Indicatore 4.3 - Accesso alle risorse marine

Definizione: valuta l'equità di accesso alle risorse marine tra utenti industriali e piccoli operatori o comunità tradizionali, inclusa la tutela dei diritti storici e delle pratiche locali.

2.4.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Cambiamenti nell'accessibilità alle aree marine chiave per gli utenti tradizionali e su piccola scala rispetto agli utenti industriali o commerciali.

2.4.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Accettazione storica di iniziative simili: politiche o progetti simili nell'area hanno avuto successo o fallito nell'ottenere l'approvazione sociale, fornendo un'indicazione della probabile reazione pubblica.

2.4.4 Indicatore 4.4 – Occupazione

Definizione: valuta la variazione prevista del livello occupazionale nei settori coinvolti dallo scenario, in particolare nella Blue Economy (settori che utilizzano risorse marine in modo sostenibile).

2.4.4.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Variazione al 2040 nel numero degli occupati a livello settoriale (indicatore derivato dal modulo socio-economico).

2.4.4.2 Possibili evidenze esperienziali

- Analisi dei settori della Blue economy direttamente impattati dagli scenari.

2.4.5 Indicatore 4.5 - Valore estetico e ricreativo dell'ambiente e del paesaggio

Definizione: valuta la percezione e la qualità degli spazi marini dal punto di vista estetico, culturale e ricreativo, inclusa la valorizzazione delle specie emblematiche e dei servizi culturali marini.

2.4.5.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Servizio Ecosistemico “valore estetico” (valore edonico degli immobili).
- Servizio Ecosistemico “valore ricreativo”.
- (Indicatori derivati dal modulo servizi ecosistemici)

2.4.5.2 Possibili evidenze esperienziali

- Percezione di benessere derivante dall'accesso agli spazi marini.
- Valorizzazione delle specie emblematiche (es. foche, cetacei).
- Preoccupazione per la perdita di identità legata alla trasformazione degli usi tradizionali del mare.
- Livello di riconoscimento e valorizzazione dei servizi culturali nei processi decisionali locali.

2.5 PRINCIPIO 5 - ATTUABILE DAL PUNTO DI VISTA GIURIDICO E DELLA GOVERNANCE

Definizione: Lo scenario è coerente con il quadro normativo multilivello (internazionale, europeo, nazionale), ne favorisce il raggiungimento degli obiettivi, ed è realizzabile attraverso l'attuale o potenziato sistema di governance.

2.5.1 Indicatore 5.1 - Conformità al sistema giuridico applicabile allo scenario.

Definizione: valuta se lo scenario è conforme con norme internazionali, europee e nazionali che regolano lo spazio marittimo.

2.5.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valutazione complessiva della conformità dello scenario rispetto alle norme applicabili sulla base dell'analisi di: Norme internazionali, europee, nazionali; Giurisprudenza europea e nazionale.

2.5.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione dei documenti elaborati dagli stakeholder: posizione di ONG, rappresentanti del sistema industriale e commerciale.
- Valutazione di eventuali rapporti sul recepimento e attuazione delle normative adottati da istituzioni pubbliche ai diversi livelli di governo.
- Valutazione delle analisi espresse nelle principali fonti dottrinali.
- Valutazioni relative a specifici settori rilevanti per lo scenario.

2.5.2 Indicatore 5.2 - Capacità dello scenario di facilitare il raggiungimento degli obiettivi strategici.

Definizione: valuta quanto lo scenario è allineato e contribuisce al raggiungimento degli obiettivi strategici rilevanti indicati in norme e policy di vario livello (es. Green Deal Europeo, Strategia Marina, Biodiversità 2030).

2.5.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valutazione complessiva sulla capacità dello scenario di cogliere e raggiungere gli obiettivi di medio e lungo periodo indicati nei documenti strategici internazionali, europei e nazionali.

2.5.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione dei documenti elaborati dagli stakeholder: posizione di ONG, rappresentanti del sistema industriale e commerciale.
- Valutazione di eventuali rapporti sul recepimento e attuazione delle normative adottati da istituzioni pubbliche ai diversi livelli di governo.
- Valutazione delle analisi espresse nelle principali fonti dottrinali.
- Valutazioni relative a specifici settori rilevanti per lo scenario.

2.5.3 Indicatore 5.3 - Fattibilità dello scenario dal punto di vista della governance.

Definizione: valuta la capacità del sistema di governance (istituzioni, autorità locali, strumenti di attuazione) di realizzare le azioni previste nello scenario.

2.5.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

Valutazione complessiva del sistema di governance in essere rispetto alle necessità di scenario e segnalazione di eventuali criticità attraverso: analisi delle norme applicabili; analisi della giurisprudenza pertinente.

2.5.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione dei documenti elaborati dagli stakeholder: posizione di ONG, rappresentanti del sistema industriale e commerciale.
- Valutazione di eventuali rapporti sul recepimento e attuazione delle normative adottati da istituzioni pubbliche ai diversi livelli di governo.
- Valutazione delle analisi espresse nelle principali fonti dottrinali.
- Valutazioni relative a specifici settori rilevanti per lo scenario.

2.6 PRINCIPIO 6 - POLITICAMENTE CONVENIENTE

Definizione: Lo scenario mette in atto azioni che ne facilitano il sostegno politico a diversi livelli di governance e il supporto da parte degli stakeholder

2.6.1 Indicatore 6.1 - Livello di sostegno politico – scala europea.

Definizione: valuta l'allineamento dello scenario con le priorità politiche europee, favorendo la sua accettazione e finanziabilità

2.6.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Indirizzi politici europei che vengono o potrebbero venire soddisfatti dalle azioni di scenario.

2.6.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione complessiva dell'allineamento degli scenari con gli indirizzi politici europei: lo scenario riflette le priorità già delineate nei piani strategici europei rendendo quindi più probabile la sua accettazione e approvazione politica.

2.6.2 Indicatore 6.2 - Livello di sostegno politico – scala nazionale.

Definizione: valuta la coerenza dello scenario con gli indirizzi strategici e normativi nazionali.

2.6.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Indirizzi politici nazionali che vengono o potrebbero venire soddisfatti dalle azioni di scenario.

2.6.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione complessiva dell'allineamento degli scenari con gli indirizzi politici nazionali: lo scenario riflette le priorità già delineate nei piani strategici nazionali rendendo quindi più probabile la sua accettazione e approvazione politica.

2.6.3 Indicatore 6.3 - Supporto e partecipazione degli stakeholder (settori marittimi, ONG, autorità locali, enti di ricerca, ecc.), anche mediante attività di lobbying, all'implementazione degli scenari.

Definizione: valuta la partecipazione effettiva e il sostegno da parte degli attori rilevanti (ONG, imprese, autorità locali, ricerca, ecc.), anche attraverso attività di lobbying e advocacy.

2.6.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero di stakeholder e relative attività di lobbying a sostegno o contro l'implementazione dello scenario.

2.6.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Effettiva capacità degli stakeholder di contribuire all'implementazione delle azioni di scenario.

2.7 PRINCIPIO 7 - ETICAMENTE DIFENDIBILE

Definizione: Le decisioni e le azioni proposte nello scenario sono guidate da considerazioni etiche, che garantiscono equità, giustizia e responsabilità nei confronti di tutte le parti interessate e dell'ambiente, evitando discriminazioni.

2.7.1 Indicatore 7.1 - Equità nella distribuzione delle risorse.

Definizione: valuta la giusta distribuzione dei benefici e dell'accesso alle risorse tra i diversi gruppi sociali ed economici.

2.7.2 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Misurare se l'accesso alle risorse marine e i benefici sono equamente distribuiti tra i diversi gruppi socioeconomici.

2.7.2.1 Possibili evidenze esperienziali

- Equità percepita nell'accesso alle risorse marine: diversi gruppi sociali ed economici (piccoli pescatori, comunità costiere) non si sentono né svantaggiati né esclusi dal processo di Pianificazione dello Spazio Marittimo.

2.7.3 Indicatore 7.2 - Conformità alla giustizia ambientale.

Definizione: valuta la presenza di impatti sproporzionati sulle comunità vulnerabili e la considerazione delle generazioni future.

2.7.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valutazione dell'eventuale impatto non equilibrato delle decisioni della Pianificazione dello Spazio Marittimo sulle comunità vulnerabili o emarginate e sulle generazioni future.

2.7.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Assenza di impatti ambientali o sociali sproporzionati: nessun singolo gruppo subisce conseguenze negative eccessive (ad esempio, sfollamento, perdita di opportunità economiche) rispetto ad altri.

2.7.4 Indicatore 7.3 - Trasparenza e responsabilità (accountability) dei processi decisionali.

Definizione: valuta la chiarezza delle decisioni e l'esistenza di meccanismi di responsabilità, inclusa la possibilità di ricorso.

2.7.4.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valutazione della trasparenza dei processi decisionali e dell'esistenza di meccanismi di responsabilità e di ricorso.

2.7.4.2 Possibili evidenze esperienziali

- Trasparenza nel processo decisionale: le parti interessate ritengono che le informazioni sulla Pianificazione dello Spazio Marittimo siano state condivise apertamente e che abbiano avuto l'opportunità di fornire un contributo.

2.7.5 Indicatore 7.4 - Percezione del valore di esistenza.

Definizione: valuta la capacità dello scenario di tutelare e valorizzare il valore intrinseco di specie, habitat o paesaggi marini, riconosciuti importanti per la sola esistenza o per le generazioni future, indipendentemente dall'uso diretto.

2.7.5.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Servizio Ecosistemico “valore di esistenza” (derivato da modulo servizi ecosistemici).

2.7.5.2 Possibili evidenze esperienziali

- Manifestazioni pubbliche di apprezzamento del valore di esistenza (es. campagne "Save the Whales", iniziative di sensibilizzazione sulla biodiversità marina);
- Partecipazione volontaria a programmi di conservazione passiva (es. donazioni a fondi per specie minacciate, senza ritorno d'uso);
- Risultati di consultazioni pubbliche o sondaggi che esprimano l'importanza attribuita all'esistenza di habitat/specie minacciate;
- Presenza di obiettivi espliciti di tutela del valore di esistenza nei documenti di scenario o nei piani di gestione (senza fini di sfruttamento);
- Riconoscimento del valore simbolico o culturale di elementi naturali (es. attraverso tradizioni, toponimi, racconti locali).

2.8 PRINCIPIO 8 - CULTURALMENTE INCLUSIVO

Definizione: Lo scenario rispetta e integra nei processi decisionali il patrimonio culturale, il paesaggio, le conoscenze tradizionali e le pratiche delle comunità locali.

2.8.1 Indicatore 8.1 - Rappresentazione del sapere autoctono/locale.

Definizione: valuta il riconoscimento e l'inclusione delle conoscenze, pratiche e diritti culturali delle comunità locali.

2.8.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Inclusione delle pratiche marittime tradizionali e delle considerazioni sul patrimonio culturale nel quadro della Pianificazione dello Spazio Marittimo che riconosce e integra esplicitamente il patrimonio culturale, i diritti di pesca tradizionali o le conoscenze indigene.

2.8.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Riconoscimento delle pratiche tradizionali nello scenario

2.8.2 Indicatore 8.2 - Tasso di partecipazione dei gruppi culturali.

Definizione: valuta la qualità e la profondità della partecipazione dei gruppi culturali nei processi di pianificazione e attuazione dello scenario.

2.8.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Percentuale di rappresentanti delle comunità locali coinvolti nei processi decisionali della Pianificazione dello Spazio Marittimo.

2.8.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Partecipazione dei gruppi culturali alla pianificazione: le comunità locali e indigene non solo sono state consultate, ma hanno contribuito attivamente alla progettazione dello scenario.

2.8.3 Indicatore 8.3 - Protezione dei siti culturali.

Definizione: valuta l'inclusione di misure specifiche per tutelare e promuovere aree di rilevanza culturale e storica marina.

2.8.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero di siti marini storici o culturali identificati, conservati o valorizzati attraverso lo scenario della Pianificazione dello Spazio Marittimo.

2.8.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Protezione del patrimonio culturale marino: la Pianificazione dello Spazio Marittimo identifica e fornisce misure di conservazione per le aree marine culturalmente significative (ad esempio, zone di pesca storiche, siti di naufragio).

2.9 PRINCIPIO 9 - EFFETTIVAMENTE COMUNICABILE

Definizione: Lo scenario è comprensibile, accessibile e trasparente per tutti gli stakeholder, grazie a strumenti e linguaggi adeguati

2.9.1 Indicatore 9.1 - Livello di comprensione degli stakeholder.

Definizione: valuta quanto gli stakeholder abbiano compreso obiettivi e implicazioni dello scenario, anche attraverso consultazioni pubbliche.

2.9.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Percentuale di stakeholder che comprendono correttamente gli obiettivi e le misure chiave dello scenario dopo le attività di coinvolgimento.

2.9.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Chiarezza della documentazione dello scenario: i documenti ufficiali sono scritti in un linguaggio accessibile, con l'ausilio di supporti visivi (mappe, infografiche) per favorire la comprensione.

2.9.2 Indicatore 9.2 - Chiarezza della comunicazione pubblica.

Definizione: valuta il grado di leggibilità dei documenti strategici, anche mediante indicatori oggettivi (es. indici Flesch-Kincaid).

2.9.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Leggibilità e accessibilità dei documenti relativi agli scenari di Pianificazione dello Spazio Marittimo, utilizzando metriche come i punteggi di leggibilità Flesch-Kincaid o equivalenti.

2.9.2.2 Possibili evidenze esperienziali

- Comprensione degli stakeholder durante il coinvolgimento: i partecipanti alle consultazioni pubbliche dimostrano di aver capito ponendo domande informate o riassumendo accuratamente gli aspetti chiave dello scenario.

2.9.3 Indicatore 9.3 - Efficacia degli strumenti di coinvolgimento.

Definizione: valuta l'efficacia delle campagne e dei formati di comunicazione usati (es. infografiche, piattaforme digitali, incontri pubblici).

2.9.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Valutazione del successo della sensibilizzazione attraverso la partecipazione alle consultazioni pubbliche, l'impegno sulle piattaforme digitali e i tassi di risposta ai feedback.

2.9.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Utilizzo di diversi canali di comunicazione: il piano è stato efficacemente comunicato attraverso molteplici formati (incontri pubblici, piattaforme digitali, opuscoli) per garantire un'ampia accessibilità.

2.10 PRINCIPIO 10 - CLIMATE SMART

Definizione: Lo scenario contribuisce ad aumentare la resilienza e la capacità di adattamento degli ecosistemi e delle attività marittime ai cambiamenti climatici, supportando anche azioni di mitigazione gas climalteranti (riduzione emissioni e sequestro e cattura)

2.10.1 Indicatore 10.1 - Indicatore della resilienza e della capacità di adattamento ai cambiamenti climatici degli ecosistemi marini.

Definizione: valuta il numero e la qualità delle azioni previste che rafforzano la resilienza e la capacità di adattamento degli ecosistemi marini ai cambiamenti climatici (es. tramite la protezione di habitat resilienti, il restauro di habitat degradati, la riduzione degli impatti antropici).

2.10.1.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero e tipologia di azioni (dirette ed indirette) proposte dallo scenario che aumentano la resilienza e la capacità di adattamento degli ecosistemi marini ai cambiamenti climatici.
- Indicatore derivato dalla combinazione dei risultati del modulo climate refugia e del modulo CEA, che calcola gli impatti cumulativi da usi antropici sulle aree stabili e su aree moderatamente soggette a cambiamento climatico.

2.10.1.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione esperta della resilienza e della capacità di adattamento degli ecosistemi marini ai cambiamenti climatici (valutazione relativa tra scenari).

2.10.2 Indicatore 10.2 - Indicatore della resilienza e della capacità di adattamento ai cambiamenti climatici dei settori dell'economia blu caratterizzanti lo scenario.

Definizione: valuta il numero e la qualità delle azioni previste che rafforzano la resilienza e la capacità di adattamento delle attività marittime (es. pesca, turismo, acquacoltura) ai cambiamenti climatici (es. diversificazione dell'attività, allocazione spaziale tenendo conto degli effetti dei cambiamenti climatici).

2.10.2.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero e tipologia di azioni (dirette ed indirette) proposte dallo scenario che aumentano la resilienza e la capacità di adattamento dei settori.
- Indicatore derivato dal modulo *climate refugia* che calcola:
 - la percentuale (%) delle aree con usi dipendenti da un buono stato ambientale (pesca, acquacoltura e turismo) sovrapposte ad aree climaticamente più stabili (velocità < 10° percentile);
 - la percentuale (%) di usi che ricadono in hotspot climatici (velocità > 90° percentile e senza analoghi climatici).

2.10.2.2 Possibili evidenze esperienziali

Valutazione esperta della resilienza e della capacità di adattamento dei settori dell'economia blu ai cambiamenti climatici (valutazione relativa tra scenari).

2.10.3 Indicatore 10.3 - Indicatore di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Definizione: valuta il contributo dello scenario ad azioni di mitigazione dei cambiamenti climatici in termini di riduzione delle emissioni di gas serra e incremento della capacità di sequestro del carbonio (es. tramite protezione e restauro di fanerogame marine).

2.10.3.1 Possibili evidenze codificate e misurabili

- Numero e tipologia di azioni proposte dallo scenario che favoriscono la mitigazione dei cambiamenti climatici, sia in termini di:
 - riduzione delle emissioni di gas serra (es. efficientamento energetico, economia circolare, carburanti alternativi);
 - cattura e sequestro di carbonio (tramite habitat marino e/o stoccaggio geologico).
 - Quantificazione del sequestro di carbonio basata su mappe di distribuzione di specie (es. fanerogame) da modelli di suitability per i diversi scenari.

2.10.3.2 Possibili evidenze esperienziali

- Valutazione esperta della capacità di mitigazione (valutazione relativa tra scenari).

