



Interreg



ITALIA-SLOVENIJA



TRETAMARA

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

TRETAMARA

TREzze, Tegnue e Ambienti MARini dell'alto Adriatico: proposte di gestione

Grebeni, biogene formacije in druga morska okolja severnega Jadrana: predlogi za upravljanje

STUDIO CONOSCITIVO PER LA PRODUZIONE DI LINEE GUIDA PER LA GESTIONE TRANSFRONTALIERA DEI SITI NATURA 2000 MARINO-COSTIERI DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE

RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO TRETAMARA:

Dr. Geol. PhD Emiliano Gordini

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS

Sezione di Geofisica - GEO

Geofisica applicata e di esplorazione

AUTORI:

Emiliano Gordini, Sara Menon, Saul Ciriaco, Federica Donda, Simonetta Lorenzon

Sgonico, 13 dicembre 2023

Relazione Interna OGS 2023/103



INTERREG ITALIA-SLOVENIJA TRETAMARA

STUDIO CONOSCITIVO PER LA PRODUZIONE DI LINEE GUIDA PER
LA GESTIONE TRANSFRONTALIERA DEI SITI NATURA 2000 MARINO-
COSTIERI DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE

Interreg



UNIONE EUROPEA
EVROPSKA UNIJA

ITALIA-SLOVENIJA



TRETAMARA

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

Sommario

STUDIO CONOSCITIVO PER LA PRODUZIONE DI LINEE GUIDA PER LA GESTIONE TRANSFRONTALIERA DEI SITI NATURA 2000 MARINO-COSTIERI DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE.....	1
Indice delle figure	3
Indice delle tabelle	3
1. Obiettivi delle Linee guida, contenuti e applicazione.....	4
2. Caratteristiche generali dell'Adriatico Settentrionale.....	6
3. Principali sfide nella gestione dei siti e delle aree protette nell'Adriatico Settentrionale.....	8
3.1. Eu- e oligotrofizzazione.....	10
3.2. Resilienza delle specie e degli habitat e specie non indigene (NIS).....	11
3.3. Cambiamenti nella rete trofica marina.....	14
4. Strategie nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici	15
5. Sistema delle aree tutelate e riferimenti normativi	21
5.1. Riferimenti comunitari.....	27
5.2. Riferimenti nazionali.....	27
5.3. Riferimenti regionali	28
6. Strumenti di pianificazione e gestione delle aree protette a livello locale (AMP, Riserve e Parchi Regionali e Nazionali)	31
6.1. Valutazione dello stato di tutela delle aree protette.....	32
7. Gli habitat di valore ecologico delle aree protette dell'Adriatico Settentrionale	36
7.1. 11-Acque marine e ambienti di marea.....	36
7.2. 12-Scogliere marittime e spiagge ghiaiose	38
7.3. 13-Paludi e pascoli inondatai atlantici e continentali.....	39
7.4. 14-Paludi e pascoli inondatai mediterranei e termo-atlantici.....	40
7.5. 21-Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico	40
8. I servizi ecosistemici legati agli habitat e ai sistemi naturali.....	41
9. Il manuale S.A.R.A. per i Piani di Gestione dei siti Natura 2000 e lo schema ISEA per le Aree Marine Protette Italiane.....	47
9.1. Il manuale S.A.R.A. della Regione Friuli Venezia Giulia per i siti Natura 2000.....	47
9.2. Lo schema ISEA delle Aree Marine Protette (AMP) italiane	49
10. Verso l'individuazione delle linee guida condivise a livello transnazionale per la gestione di aree protette marino-costiere	53
10.1. Proposta di schema ISEA a livello di macro-area Nord-Adriatica	56
11. Conclusioni	61
12. Bibliografia.....	62

Indice delle figure

Figura 1. EBSA MED-1 nel cerchio rosso.....	6
Figura 2. Settori e micro-settori d'azione per l'adattamento in Italia (da MATTM 2015).....	17
Figura 3. Le aree protette costiere e marine di Veneto, Friuli Venezia Giulia e Slovenia (Natura2000, riserve e parchi regionali, AMP, biotopi, siti Ramsar e SPAMI).....	23
Figura 4. Classificazione dei servizi ecosistemici e loro relazione con i fattori costituenti il benessere (da Millennium Ecosystem Assessment 2005, modificato)	42
Figura 5. <i>Indice dei contenuti del manuale S.A.R.A. Nel quadrato rosso i contenuti sulla redazione del Piano di Gestione vero e proprio.</i>	51
Figura 6. Schema ISEA dell'AMP Miramare.....	52
Figura 7. Schematizzazione dei nuovi elementi proposti come integrazione ai piani di gestione delle aree protette.....	59
Figura 8. Proposta di schema ISEA a livello di macro-area Nord-Adriatica	60

Indice delle tabelle

Tabella 1. Categorie di processi ecologici con esempi sul loro ruolo nel sostenere gli ecosistemi (da Bennet et al. 2009, modificato).....	8
Tabella 2. Siti Natura 2000 (N2K) selezionati in Tretamara (in grassetto i siti destinatari delle azioni pilota). Le informazioni su habitat marino-costieri, Piano di Gestione, superficie marina e area totale ed Ente responsabile provengono dallo Standard Data Form (SDF) di ciascun sito N2K (https://natura2000.eea.europa.eu/# consultato a febbraio 2022).	24
Tabella 3. Servizi di approvvigionamento (biotico)	43
Tabella 4. Servizi di approvvigionamento (abiotico)	44
Tabella 5. Servizi di regolazione e manutenzione (biotico)	46
Tabella 6. Servizi culturali (biotico).....	47
Tabella 7. Nuovi elementi da considerare nell'integrazione ai Piani di Gestione delle aree protette	54

1. Obiettivi delle Linee guida, contenuti e applicazione

Uno degli obiettivi primari del Progetto Tretamara è di promuovere una serie di **linee guida condivise a livello transnazionale**, finalizzate alla redazione di Piani di Gestione integrata degli habitat marini e costieri ad elevato valore ecologico. Per gestione integrata si intende un tipo di gestione che non consideri solamente la tutela degli ecosistemi ma che include anche le attività produttive ed economiche dell'area, il mantenimento dei servizi ecosistemici, la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico. In sostanza si tratta di implementare politiche volte allo sviluppo sostenibile della zona utilizzando un approccio che rispetti i limiti delle risorse naturali e degli ecosistemi. Questo contributo risulta in sinergia con l'obiettivo generale del programma Interreg Italia-Slovenija ossia quello di promuovere la sostenibilità e la governance transfrontaliera. Inoltre, con le azioni di progetto, il programma Interreg mira a tutelare e promuovere le risorse naturali e a rafforzare, appunto, la gestione integrata degli ecosistemi per uno **sviluppo sostenibile del territorio**.

Nello specifico, il Progetto Tretamara si focalizza sull'area dell'**Adriatico Settentrionale** dove sono presenti habitat marini e litorali che favoriscono e supportano una grande biodiversità animale e vegetale. Questi sono rappresentati dagli affioramenti rocciosi geo-biogenici del Friuli Venezia Giulia e del Veneto (a seconda della località, le cosiddette *trezze*, *tegnùe*, *grebeni* o *pettini*) ma anche dai coralliti morti di *Cladocora caespitosa* abbondanti nel versante adriatico sloveno e dalle numerose ZSC-ZPS marino-costiere distribuite tra Italia e Slovenia.

In questo ambito, Tretamara fa seguito al Progetto Trecorala (Interreg ITA-SLO 2007-2013), il quale ha consentito di effettuare una prima valutazione sullo stato ecologico degli *outcrop* rocciosi, riconosciuti quali Siti di Interesse Comunitario (SIC) per la presenza di habitat prioritari come il coralligeno e i fondi a rodoliti e mäerl. Per quanto riguarda le formazioni a *Cladocora caespitosa* presenti in Slovenia, queste sono comprese nelle aree marine protette Monumento Naturale Punta Grossa (Krajinski Park Debeli rtič) e nel Parco Naturale Strugnano (Krajinskem parku Strunjan).

Tretamara si propone di **capitalizzare le conoscenze pregresse** e **valorizzare le migliori pratiche di gestione** di tali ambienti. Questo porta alla stesura di un documento a supporto della redazione dei Piani di Gestione (laddove mancanti) dei SIC-ZSC (Zone Speciali di Conservazione) marini e costieri, contribuendo all'armonizzazione dei Piani di Gestione già in essere a livello di Adriatico Settentrionale. In questo modo si vuole ottenere una **prospettiva più ampia per la tutela del mare** poiché l'attuale strategia di gestione e conservazione delle aree marine risulta puntiforme e diversificata sia tra i singoli Stati che tra Regioni. Infatti, **mancono delle vere e proprie linee guida nazionali e trans-nazionali** che uniscano e integrino i principi gestionali degli habitat marino-costieri ad elevato valore ecologico.

In questo contesto, intendendo le aree protette (siano esse siti Natura 2000 o aree tutelate a livello locale) come nodi di una rete, è possibile costruire una **rete ecologica transnazionale marino-costiera su scala alto-adriatica**. Il modello di rete ecologica è già stato sperimentato a livello di Regione Friuli Venezia Giulia e inserito nel Piano Paesaggistico Regionale (<https://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA31/>). La rete ecologica regionale è stata sviluppata in ambito terrestre in alcune aree pilota e prevede degli elementi specifici da riconoscere nel paesaggio, quali (RAFVG 2018):

- i nodi della rete (*core areas*) dove la "specie guida" trova condizioni di vita ottimali o molto favorevoli. Si tratta di habitat o di insiemi di habitat la cui funzione è mantenere popolazioni locali vitali nel tempo;
- i corridoi ecologici (*ecological corridor*), insiemi di habitat che costituiscono fasce di connessione tra i nodi della rete, consentendo lo scambio di individui tra gli stessi in modo da ridurre i rischi di estinzione delle singole popolazioni locali. Si definiscono corridoi ecologici continui quando la successione degli habitat favorevoli allo spostamento non ha interruzioni e si presenta come un

continuum nello spazio; corridoi discontinui (*stepping stones*) quando gli habitat, o gli insiemi di habitat, che lo compongono hanno caratteristiche di idoneità per la specie fortemente discontinue, ma vengono percepiti come un unicum dalla specie stessa;

- fasce di protezione, o fasce tampone (*buffer zones*) con funzione di ridurre gli effetti dei fattori di disturbo esterno verso i nodi ed i corridoi della rete.

Anche in campo marino, i diversi habitat (o mosaici di habitat) possono rappresentare “unità ecosistemiche” interconnesse tra loro. Queste unità ecosistemiche, però, vanno considerate come aree *potenzialmente* di supporto alla connettività ecologica poiché individuate secondo determinate caratteristiche degli habitat e secondo la loro permeabilità alle specie. In quest’ottica, l’identificazione degli elementi strutturali della rete ecologica (*core areas, ecological corridors, stepping stones, buffer zones*) ha come obiettivo il riconoscimento di porzioni di fascia costiera e fondale marino (con relativa colonna d’acqua) con caratteristiche biofisiche tali da implementare la connettività ecologica. A questo punto, se intendiamo le aree protette come nodi della rete, l’individuazione dei corridoi ecologici a collegamento di tali aree darebbe origine ad una vera e propria **rete ecologica transfrontaliera su ampia scala**.

In un recente lavoro coordinato dall’Università degli Studi di Udine, in collaborazione con il Museo Friulano di Storia Naturale e l’Area Marina Protetta (AMP) Miramare, è stato sperimentato un modello di Rete Ecologica Locale (REL) marino-costiera. Questa comprendeva diverse porzioni della ZSC IT3340006 Carso triestino e goriziano, della ZPS (Zona di Protezione Speciale) IT3341002 Aree carsiche della Venezia Giulia e la Riserva di Biosfera Man and Biosphere (MaB) UNESCO di Miramare che include l’omonima AMP. Per quanto riguarda la parte prettamente a mare, l’area di studio si estendeva longitudinalmente lungo la costiera triestina, a partire dalla Pineta di Barcola (TS) fino alla cassa di colmata di Monfalcone (GO), mediamente per 2 km verso il largo.

Fin da subito, questo studio ha evidenziato la grande differenza riguardo i dati disponibili per la parte terrestre rispetto a quella marina. Laddove gli habitat terrestri erano ben mappati e definiti, le informazioni su quelli marini erano scarse e circoscritte alle piccole aree tradizionalmente studiate come l’AMP Miramare o a quelle recentemente considerate grazie ai siti Natura 2000 e alle loro ristrette propaggini a mare.

Si può dire, infatti, che il vantaggio dell’ambiente marino rispetto a quello terrestre è di non presentare particolari fenomeni di frammentazione degli habitat, i quali sono contraddistinti da un *continuum*, senza un vero e proprio limite a definirne i confini. Va da sé che l’individuazione dei possibili corridoi ecologici potrebbe essere più semplice se non per il fatto che vi sia una **difficoltà intrinseca dell’ambiente marino nel raccogliere i dati**. Infatti, indagare gli ambienti marini significa disporre in primis di personale subacqueo scientificamente formato (laddove la profondità permette il monitoraggio tramite *scuba divers*), come anche di equipaggiamento adeguato alla stagione e al tipo di dati da raccogliere. In secondo luogo, vi è la necessità di imbarcazioni, attrezzature e personale tecnico che abbia competenze nell’uso di strumentazioni complesse come ROV-Remote Operated Vehicle, Side Scan Sonar ed ecoscandaglio. Ancora, le condizioni meteomarine come anche la visibilità possono limitare di molto la possibilità di compiere rilievi e monitoraggi e, infine, è necessario disporre di adeguate risorse economiche per coprire i costi della ricerca.

Nell’ottica di costruire delle linee guide transnazionali per la gestione delle aree marine e costiere, la connettività ecologica risulta un argomento di prim’ordine poiché andrebbe ad **implementare la parte di marine spatial planning** carente perlomeno in Italia (Genovesi et al. 2014) e andrebbe ad avviare attività di monitoraggio che consentono di disporre di adeguate serie storiche. Infatti, la cartografia riveste un ruolo essenziale (Galparsoro et al. 2010) visto che le tecniche sviluppate a supporto della *marine spatial planning* partono proprio dall’analisi della distribuzione spaziale degli habitat marini, delle risorse e delle pressioni di origine antropica, note o previste/ipotizzate, al fine di consentire l’identificazione delle soluzioni gestionali più adeguate. Vista sotto questa luce, la cartografia degli habitat marini costituisce uno strumento di sintesi essenziale per disporre di informazioni sugli elementi chiave della biodiversità quali, ad esempio, fisionomia e componenti associate all’habitat, specie e composizione delle comunità (Cogan et al. 2009).

Il Progetto Tretamara si prefigge dunque di riunire le conoscenze e le competenze riguardanti la gestione delle aree marine e costiere, proponendo nuove prospettive ed elementi da implementare insieme alle aree protette considerate, grazie ad un **modello facilmente replicabile anche in altre aree adriatiche o mediterranee**.

2. Caratteristiche generali dell'Adriatico Settentrionale

L'area dell'Adriatico Settentrionale presenta un'estensione di oltre 6000 ettari e, per convenzione, si estende a sud fino alla linea immaginaria che collega Ancona (Marche, IT) all'isola di Ilovik (Primorsko-goranska županija, HR). Il bacino Nord Adriatico coincide con l'*Ecologically or Biologically Significant Area* (EBSA) MED-1, una delle aree di rilevanza ecologica o biologica individuate dalla Convenzione sulla Biodiversità (ONU 1992).



Figura 1. EBSA MED-1 nel cerchio rosso (da <https://www.cbd.int/ebsa/>)

L'area MED-1 si caratterizza per una profondità media di 35 m ed è fortemente influenzata dagli apporti di acqua dolce e sedimento da parte del fiume Po. I fondali sono diversificati e includono substrati sabbiosi e fangosi, praterie di fanerogame marine e fondali rocciosi tra cui si collocano le *trezze/tegnùe*, cioè gli affioramenti rocciosi al largo di Grado (Gorizia, IT) e Venezia (IT). Le *trezze/tegnùe* giocano un ruolo importante a livello ecologico poiché offrono l'**unico substrato duro nell'area**, fungendo da riparo e da sito riproduttivo per un gran numero di specie di pesci e di invertebrati, inclusi gli stock sotto stress a causa della pressione della pesca commerciale. Sugli affioramenti rocciosi, inoltre, si instaurano le comunità e le biocenosi tipiche del substrato duro in un'area dove sono quelle dei fondi mobili a prevalere, costituendo così dei veri e propri **hotspot di biodiversità**.

Numerose sono le specie protette che popolano queste acque tra cui cetacei, tartarughe marine, selaci e uccelli marini, i quali contribuiscono ad elevare la biodiversità complessiva grazie anche alla disponibilità di ambienti bentonici e pelagici diversi. I fattori ambientali a supporto della bio- e geodiversità sono molteplici,

primo fra tutti la marcata distinzione tra le due sponde del bacino che si differenziano secondo un gradiente ovest-est. L'Adriatico Settentrionale, infine, è una delle aree più produttive a livello mediterraneo, sulla quale si affacciano gli Stati Italia, Slovenia e Croazia (<https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204128>).

Riguardo le **caratteristiche del bacino**, sostanzialmente una piattaforma continentale poco profonda e semi-chiusa, esso presenta un comportamento idrodinamico complesso ed è caratterizzato da una serie di importanti processi fisici e biogeochimici. L'area si contraddistingue per l'ampia escursione di marea, gli elevati apporti di acqua dolce e la circolazione delle masse d'acqua è prevalentemente ciclonica. Gli apporti fluviali, in particolare del fiume Po (portata media giornaliera 1500 m³ s⁻¹), determinano la stratificazione della colonna d'acqua e la circolazione termalina a scala di bacino, causando il deflusso di acque più fresche lungo la costa occidentale e un flusso di ritorno di acque salate lungo la costa orientale. Le acque governate da questo fenomeno di flusso-deflusso vengono portate sulla piattaforma Nord-Adriatica principalmente tra la primavera e l'autunno. Inoltre, la piattaforma dell'Adriatico Settentrionale è anche un'area di formazione e affondamento della massa d'acqua mediterranea più densa, favorita dal completo mescolamento della colonna d'acqua e dall'effetto di raffreddamento dei venti durante l'inverno. Il regime dei venti, infatti, esercita un effetto importante in tutte le stagioni, con una prevalenza di vento forte e secco da nord-est in inverno (Bora) e venti moderati da sud-est in primavera e autunno (Scirocco).

Per quanto concerne la **temperatura superficiale**, in generale, esiste una marcata stagionalità caratterizzata da un'escursione tra temperature invernali ed estive maggiore di 20° C nella regione occidentale, mentre in quella nord-orientale l'escursione è meno pronunciata. Sulla salinità, invece, evidenze scientifiche mostrano come la maggior parte del contributo di acqua dolce derivante dal fiume Po fluisca verso sud in autunno e in inverno, mentre una porzione significativa di acqua dolce raggiunge il centro del bacino in primavera e in estate (Grilli et al. 2020). Riguardo la distribuzione spaziale su scala stagionale della Chl-*a*, questa è contraddistinta da valori più alti nell'area prospiciente il Delta del Po in tutte le stagioni e raggiunge i valori massimi in primavera. Invece, in autunno, valori alti di Chl-*a* si ritrovano in un'area più ampia in confronto alle altre stagioni, la quale si estende sia verso est che verso sud rispetto al Delta del Po. Questo andamento indica un accumulo quasi costante di biomassa fitoplanctonica a scala sub-regionale (Delta del Po), supportato dai nutrienti portati dal fiume.

Riguardo i **principali nutrienti**, la variazione della concentrazione dei nitrati (NO₃⁻¹) gravita attorno all'area del Delta del Po in diverse direzioni a seconda delle stagioni. La concentrazione di NO₃⁻¹ è minima in estate, che è anche la stagione caratterizzata dal minore apporto di acque dolci da parte dei fiumi. Invece, la concentrazione dei fosfati (PO₄³⁻¹) è tipicamente molto bassa in tutto il bacino ma presenta i livelli più elevati in autunno di fronte al Delta del Po. La concentrazione più bassa si osserva in estate in tutto l'Adriatico Settentrionale, tranne che per l'area costiera a nord del Delta del Po. Infine, la concentrazione di SiO₂ (diossido di silice) è molto più alta rispetto a quella degli altri nutrienti, raggiungendo valori superficiali più alti nell'area nord-occidentale del bacino, cioè quella maggiormente coinvolta dagli apporti fluviali. La concentrazione di SiO₂ è correlata ai bassi valori di salinità, in particolare lungo la costa occidentale nella stagione autunnale, dove i valori sono più alti. L'autunno è anche la stagione che presenta la concentrazione media più alta, mentre quella più bassa è stata registrata in estate.

Considerando anche la **distribuzione temporale dei nutrienti**, in generale emerge come vi sia un decremento nella concentrazione di PO₄³⁻¹. Questa indica una persistente carenza di fosfati nel bacino Nord Adriatico, conseguente al miglioramento delle pratiche di gestione ambientale di drenaggio delle acque di scarico portate dai fiumi. Al contrario, si verifica una tendenza positiva per quanto riguarda la concentrazione di nitrati (NO₃⁻¹) in quasi tutte le stagioni durante l'ultimo decennio, nonostante un trend decrescente nelle acque del fiume Po. Questo può essere spiegato con l'aumento del rapporto NO₃⁻¹/PO₄³⁻¹ nelle acque fluviali e da un eccesso di NO₃⁻¹ nell'ambiente marino, poiché inutilizzabile dal fitoplancton a causa della limitazione di PO₄³⁻¹. In sostanza, si è verificato un cambiamento nella dinamica dei nutrienti dovuto al fatto che la produttività dell'Adriatico Settentrionale è stata ampiamente modulata negli ultimi 40 anni dalla **combinazione di scarichi idrici fluviali e attività umane**. Inoltre sono attesi ulteriori cambiamenti in futuro,

in particolare un'ulteriore riduzione dei carichi di fosforo antropogenico. Questo fatto è da tenere in considerazione poiché la disponibilità di nutrienti influenza direttamente la biomassa fitoplanctonica, alla base delle reti trofiche marine. In generale, la variabilità stagionale influenza la disponibilità di plancton per i livelli trofici superiori, condizionando distribuzione, abbondanza e crescita di tutti i consumatori diretti e indiretti, sia nella colonna d'acqua che negli ecosistemi bentonici.

3. Principali sfide nella gestione dei siti e delle aree protette nell'Adriatico Settentrionale

Ciascun ecosistema è governato da diversi processi ecologici, intesi come caratteristiche intrinseche dell'ecosistema attraverso i quali mantengono la loro integrità. Tutti i sistemi ecologici sono sostenuti da una serie di processi biologici, fisici e chimici, tra cui la produzione primaria e il ciclo associato del carbonio, dei nutrienti, di idrogeno/ossigeno e di altri elementi provenienti dall'ambiente fisico (aria, acqua, terra). Collettivamente, i processi ecologici portano alla produzione di materia organica e al trasferimento di carbonio e nutrienti; guidano la formazione del suolo e permettono agli organismi di riprodursi (EPA 1999; Millennium Ecosystem Assessment 2005). Secondo Bennet et al. (2009) Ci sono diversi modi in cui raggruppare i processi ecologici, a seconda dei modi in cui contribuiscono e sostengono la biodiversità. Si riporta qui la categorizzazione specificata da Bennet et al. (2009), per meglio definire cosa sia un processo ecologico e quali siano le componenti biotiche o abiotiche coinvolte (Tabella 1).

Tabella 1. *Categorie di processi ecologici con esempi sul loro ruolo nel sostenere gli ecosistemi (da Bennet et al. 2009, modificato)*

Categoria	Esempio
Processi climatici	Le variabili climatiche come le precipitazioni, l'evaporazione e la temperatura influenzano la distribuzione delle specie vegetali e animali, sia direttamente (es. il range di tolleranza fisiologica) che indirettamente (es. la stratificazione della colonna d'acqua e i modelli di mescolamento, i modelli spaziali della copertura vegetale, la fenologia, la disponibilità di cibo) Il clima influenza la disponibilità stagionale e interannuale di risorse come i nutrienti provenienti dalla terraferma e dai fenomeni di upwelling
Variabilità spazio-temporale della produttività primaria	La variabilità spaziale e temporale della struttura della colonna d'acqua, della disponibilità di nutrienti e della temperatura determina la variazione della produttività primaria negli ecosistemi (es. nella biomassa complessiva, nella variabilità stagionale e annuale della biomassa, nella composizione delle specie e nell'efficienza fotosintetica)
Processi idrologici	I regimi di flusso nei corsi d'acqua (entità, stagionalità, velocità di scorrimento) influenzano la connettività e le condizioni chimico-fisiche degli habitat acquatici Gli apporti di nutrienti dai fiumi e dalle risalite marine trasportano e distribuiscono i nutrienti al plancton e ad altre comunità biotiche e modificano i modelli locali di produttività primaria
Formazione biofisica degli habitat	Il tipo, la complessità e la variabilità dei substrati (sabbia, limo, roccia) e delle caratteristiche strutturali (massi, tronchi) determinano la diversità degli habitat locali La struttura e le proprietà dei sedimenti influenzano la composizione del fito- e zoobenthos, che a sua volta fornisce componenti di habitat I processi su piccola scala all'interfaccia sedimento/acqua migliorano i micro-habitat I gradienti fisico-chimici insieme ai processi oceanografici portano alla formazione di habitat pelagici distinti lungo la colonna d'acqua, influenzando così la diversità e la distribuzione delle comunità di fito e zooplancton
Interazione tra organismi	Le interazioni tra gli individui determinano la distribuzione spaziale e la struttura demografica delle popolazioni Le interazioni tra le specie (es. predazione, erbivoria, competizione, parassitismo, mutualismo) alterano la struttura delle comunità, influenzando e modulando processi come il ciclo dei nutrienti e la dispersione degli organismi
Movimento degli	Gli organismi si spostano a diverse scale e per molti motivi: per trovare cibo e riparo, per le interazioni sociali, per rintracciare risorse che variano irregolarmente nello spazio e nel tempo, per

Categoria	Esempio
organismi	le migrazioni stagionali e per disperdersi e stabilirsi in nuove località Gli spostamenti di propaguli (es. uova o larve di taxa acquatici) possono essere facilitati da vettori animali, correnti, vento e flussi d'acqua
Regimi di disturbo naturale	Le perturbazioni naturali (inondazioni, siccità, onde di tempesta) e gli eventi meteorologici gravi (cicloni, gelo, temperature estreme) alterano gli ecosistemi creando spazi per la colonizzazione, riportandoli a uno stadio successionale precedente, liberando e ridistribuendo le risorse e alterando i tassi di mortalità delle specie I regimi di disturbo (cioè la combinazione di frequenza, durata, intensità ed estensione del disturbo) hanno un'influenza a lungo termine maggiore rispetto ai singoli eventi

L'**integrità ecosistemica** è un concetto chiave per preservare quelle strutture e quei processi che sono necessari per il mantenimento della capacità di auto-organizzazione dei sistemi ecologici (Burkhard, Muller & Lill. 2008; Burkhard & Muller 2008). La salute dell'ecosistema e l'integrità ecologica sono concetti strettamente collegati: l'integrità si concentra su sistemi più incontaminati e auto-organizzati, mentre la salute si riferisce piuttosto a sistemi collegati all'utilizzo umano (Burkhard, Muller & Lill. 2008). I **processi indotti dall'uomo**, che sono influenzati direttamente o indirettamente dall'attività umana, come (i) la degradazione della qualità degli habitat, (ii) l'alterazione della distribuzione e dell'abbondanza delle specie, (iii) la degradazione dei processi ecologici naturali, contribuiscono alla **diminuzione dell'integrità ecologica** (EPA 1999). In dettaglio, l'integrità dell'ecosistema è minacciata principalmente dalla distruzione dell'habitat, dal sovrasfruttamento delle risorse, dall'ingresso di specie esotiche, dall'inquinamento ambientale e dal cambiamento climatico globale. Bennet et al. (2009) hanno identificato **sei gruppi di minacce** che spiccano per la loro importanza:

- cambiamento climatico
- degrado, frammentazione e perdita di habitat
- alterazioni dei flussi idrologici e riduzione della connettività acquatica
- aggiunta di nutrienti e sostanze chimiche agli ecosistemi
- sfruttamento insostenibile delle risorse naturali
- impatto di specie introdotte e invasive

Per quanto riguarda il sistema marino-costiero, diverse sono le alterazioni dell'ecosistema dovute alla pressione che la presenza dell'uomo esercita. Nell'ottica della conservazione, queste alterazioni possono essere interpretate come sfide che ciascun Ente Gestore deve affrontare sia nella quotidianità della propria area tutelata, sia nella pianificazione a lungo termine. Ciascuna alterazione è vista come la possibile conseguenza ad una minaccia tra quelle viste sopra, che può portare a una modifica dell'ambiente naturale:

Minaccia (da Bennet et al. 2009, modificato)		Alterazione
Aggiunta/riduzione di nutrienti e sostanze chimiche all'ecosistema	→	Forte eutrofizzazione e oligotrofizzazione culturale
Introduzione di specie alloctone e invasive	→	Alterazione della resilienza degli habitat e delle specie indigene
Sfruttamento non sostenibile delle risorse naturali insieme a degrado, frammentazione e perdita di habitat	→	Cambiamenti nella rete trofica marina

Inoltre, è da prendere in considerazione anche il cambiamento climatico, che ha un ruolo nel minacciare l'integrità degli ecosistemi. Infatti, gli **effetti combinati dell'impatto antropogenico e dei cambiamenti**

climatici regionali stanno causando modifiche nelle caratteristiche oceanografiche fisiche e chimiche dell'Adriatico Settentrionale, influenzando il suo biota. Queste modifiche sono ben documentate e la loro analisi è importante per chiarire lo stato attuale dell'ecosistema marino dell'Adriatico Settentrionale e per indirizzare la ricerca futura in questo ambito (Giani et al. 2012).

3.1. Eu- e oligotrofizzazione

Il livello trofico di un ecosistema è il risultato dell'interazione tra diversi processi ecologici come la variabilità spazio/temporale della produttività primaria, i processi climatici (cioè la stagionalità) e i processi idrologici. In questa sezione verranno descritti i fenomeni di eu- e oligotrofizzazione e di come influenzano l'Adriatico Settentrionale.

Storicamente, il bacino dell'Adriatico Settentrionale è stato a lungo considerato una delle aree più produttive del Mar Mediterraneo in cui le maggiori fonti di azoto, fosforo e acqua dolce provenivano dal fiume Po (Sournia 1973; Degobbis & Gilmartin 1990; Hopkins et al. 1999). Successivamente questa semplificazione è stata sostituita con la divisione dell'Adriatico Settentrionale in regioni eutrofiche, mesotrofiche e oligotrofiche, con le sole acque costiere occidentali considerate eutrofiche.

Il fenomeno dell'**eutrofizzazione** comporta l'arricchimento dell'acqua da parte di alcuni nutrienti, principalmente azoto e fosforo, il quale stimola la produzione primaria. In alcuni casi, questo porta a fioriture visibili e all'accumulo di materiale organico sommerso e galleggiante nell'acqua (Vollenweider 1992). Il fitoplancton è molto sensibile ai cambiamenti ambientali e fornisce un buon indice della qualità dell'acqua prima che il cambiamento diventi visibile a livelli trofici più alti e inizi l'eccessiva eutrofizzazione di alcune aree (Brettum e Andersen 2004).

Inoltre, le variazioni stagionali influenzano la disponibilità planctonica che a sua volta si ripercuote su distribuzione, abbondanza e crescita di tutti i consumatori diretti e indiretti, sia nella colonna d'acqua che negli ecosistemi bentonici. Oltre alla produzione primaria planctonica, altri organismi vegetali di alto valore ecologico come le macroalghe dell'ex genere *Cystoseira* e le fanerogame marine contribuiscono ad aumentare la produzione primaria, anche se solo in settori selezionati del bacino Nord Adriatico ossia lungo le coste orientali e nella porzione meridionale (RAC/SPA 2015).

L'alta produzione primaria da parte degli organismi fitoplanctonici causa, a volte, grandi fioriture algali durante tutto l'anno (compresi alcuni eventi tossici). Queste si depositano sul fondo creando una sorta di *mat* e dando origine all'alta torbidità delle acque. Non a caso la maggior parte delle comunità bentoniche sono composte da filtratori costantemente attivi. Per contro, questa grande produzione può tradursi in eventi locali di ipossia più o meno gravi che, insieme con l'aumento di pratiche agricole intensive, possono arrivare ad essere quasi costanti nell'area settentrionale del bacino. Ipossia bentonica e completa anossia possono verificarsi in vaste aree del Nord Adriatico a causa del drastico abbassamento di ossigeno disponibile sul fondo.

L'eutrofizzazione può avere origine a causa di **forzanti naturali o antropogeniche**. Il legame causale tra le fonti antropogeniche di nutrienti e l'eutrofizzazione del sistema è ormai accettato dalla comunità scientifica (McQuatters-Gollop et al. 2009; Smith 2006). Rimane però molto importante prendere in considerazione le caratteristiche specifiche di una certa area per non confondere i fenomeni eutrofici con i cambiamenti dell'ecosistema derivanti da dinamiche naturali stagionali e interannuali. Infatti, a seconda della scala, il processo di eutrofizzazione potrebbe essere benefico per il sistema ma potrebbe anche avere effetti negativi dovuti alle diverse caratteristiche di ogni ecosistema.

Le risposte del fitoplancton al processo di eutrofizzazione sono state descritte principalmente attraverso la misura delle concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*) (Edwards et al. 2003; Gowen et al. 1992; Vollenweider 1976). La biomassa del fitoplancton (espressa come Chl *a*) è un indicatore comune di eutrofizzazione perché fornisce

una visione coerente di una certa area ma dovrebbe essere considerata insieme alla valutazione sui cambiamenti nella composizione della comunità fitoplanctonica. Quest'ultima, infatti, non è solo influenzata dalle variazioni spaziali e temporali dei parametri abiotici ma è anche regolata da un orologio endogeno e dalla fenologia (RAC/SPA 2015). Inoltre, la direttiva quadro sulle acque (WFD, 2000/60/CE; modificata dalla Direttiva sugli Standard di qualità ambientale 2008/105/CE) afferma che il fitoplancton e la sua biodiversità sono uno degli elementi biologici cruciali nella valutazione dello stato ecologico del mare.

Alcuni autori hanno confermato l'ipotesi di una tendenza inversa verso l'oligotrofizzazione del bacino (Solidoro et al. 2009), durante certi periodi dell'anno, analizzando un database ottenuto raccogliendo e integrando dati biogeochimici raccolti nel corso di 20 anni e trovando evidenze su una riduzione dei valori di ammoniaca e fosfato. Secondo i ricercatori, queste variazioni potrebbero essere dovute sia a fattori climatici che a pressioni antropogeniche (oligotrofizzazione culturale) poiché la caratteristica principale che emerge da questa analisi è l'aumento della salinità. Questo fatto potrebbe essere interpretato come una conseguenza sia della riduzione dei deflussi dai fiumi (determinando una salinità più alta nelle aree costiere) sia di una ingressione più sostenuta di acqua levantina (che determina una salinità più alta nelle acque aperte), con una chiara riduzione della concentrazione di fosfato e ammoniaca nelle aree costiere.

Ancora, altri autori hanno considerato un set di dati di 38 anni di concentrazione di Chl *a* (Mozetič et al. (2010). Da questa analisi è emersa una tendenza alla diminuzione della concentrazione superficiale di Chl *a* che risulta più marcata nell'area eutrofica occidentale rispetto al centro del bacino e alla costa orientale, che hanno sempre presentato caratteristiche mesotrofiche o oligotrofiche. Infatti, la riduzione del deflusso dei fiumi Po e Isonzo, la riduzione dei fosfati imposta dalla legge italiana a metà degli anni '80 e il miglioramento generale del trattamento delle acque reflue potrebbero aver avuto una forte influenza sulle concentrazioni di nutrienti nell'area costiera, costituendo uno dei primi casi documentati di oligotrofizzazione culturale delle acque costiere. Inoltre, i cambiamenti nelle concentrazioni e nel rapporto dei nutrienti trovano riscontro nelle osservazioni sull'aumento dell'abbondanza di piccoli nanoflagellati e sulla riduzione dei picchi di diatomee durante le fioriture degli ultimi 5 anni nella parte meridionale del Golfo di Trieste, facendo pensare a una risposta della comunità fitoplanctonica.

3.2. Resilienza delle specie e degli habitat e specie non indigene (NIS)

In questa sezione viene discusso di come gli organismi e gli habitat affrontano i cambiamenti nel loro ambiente. I processi ecologici cui fare riferimento sono le interazioni tra organismi e il movimento degli organismi (**Tabella 1**). Inoltre, vengono presentati alcuni elementi sugli impatti delle specie introdotte e invasive, una delle principali minacce al mantenimento e alla resilienza delle specie e degli habitat.

Il disturbo antropogenico è uno dei principali motori delle invasioni biologiche (Elton 1958; Cohen & Carlton 1998; Occhipinti-Ambrogi & Savini 2003; Crooks et al. 2011). Infatti, le gravi perturbazioni causate dall'uomo rappresentano eventi rapidi che possono influenzare i tassi di adattamento evolutivo. Secondo il meccanismo della "modifica del regime di selezione", le profonde alterazioni antropogeniche possono spostare i regimi di selezione in condizioni diverse da quelle in cui si sono evolute le specie autoctone, riducendo tipicamente la loro fitness. Al contrario, alcune specie non indigene (NIS - *Non-Indigenous Species*) possono essere più adattate alle nuove condizioni di disturbo, riuscendo a stabilirsi e a prosperare meglio delle specie native concorrenti (Byers 2002).

Tuttavia, la capacità di riconoscere come opera la **selettività delle condizioni ambientali** sulle invasioni biologiche, richiede di tracciare queste ultime su periodi più lunghi e con una risoluzione temporale su piccola scala. Inoltre, raramente l'interazione tra più tipi di disturbo viene affrontata in maniera diretta: gli esperimenti di solito si concentrano su un singolo fattore causale e le osservazioni dettagliate spesso iniziano solo dopo l'introduzione delle NIS. Il risultato è che sono disponibili poche conoscenze su tutti i fattori che influenzano il successo di insediamento delle specie (Albano et al. 2018).

Nel contesto dell'Adriatico Settentrionale, alcuni autori hanno testato se il verificarsi nel tardo XX-inizio XXI secolo di eventi ipossici legati all'eutrofizzazione indotta dall'uomo (Justić 1991; Giani et al. 2012) abbia causato un cambiamento di regime a favore delle specie tolleranti l'ipossia come il bivalve invasivo *Anadara transversa*. Questa è una delle specie più invasive nel Mar Mediterraneo (Streftaris & Zenetos 2006) ma il suo range di distribuzione originale riguarda il versante atlantico del Nord America (Albano et al. 2009). Albano et al. (2017) hanno scoperto che (i) l'avvio dell'importante fenomeno di eutrofizzazione occorso negli anni '70 ha spostato la composizione delle comunità verso specie che tollerano l'ipossia e (ii) *A. transversa* è stata introdotta negli anni '70 ma non è riuscita a raggiungere la dimensione riproduttiva fino alla fine degli anni '90 a causa della contaminazione da metalli, con un conseguente ritardo di insediamento e rilevamento di circa 25 anni. Lo studio fornisce l'evidenza che negli ecosistemi soggetti a disturbi multipli, il successo dell'invasione può essere difficile da prevedere poiché è il risultato della complessa interazione tra più regimi di selezione. Le perturbazioni possono spostare tali regimi anche oltre i limiti di tolleranza delle specie non indigene, causando **ritardi significativi nell'insediamento**.

Per quanto concerne i cambiamenti nel macrobenthos, le macrofite sommerse, che erano i produttori primari dominanti nelle aree di fondo molle in acque poco profonde del Nord Adriatico, sono diventate molto meno abbondanti nell'ultimo secolo (Giani et al. 2012). Anche la vegetazione algale sulla costa rocciosa dell'Adriatico Settentrionale orientale è diminuita dagli anni '70 (Newell e Ott 1999). La causa di queste riduzioni è stata attribuita all'**aumento della torbidità delle acque** e al sovrasfruttamento da parte delle fiorenti popolazioni di ricci di mare (Falace et al. 2010), come anche all'**inquinamento derivante dall'uso di composti a base di glifosato** nelle pratiche di agricoltura intensiva vicino alla costa (Gerdol et al. 2020). Inoltre, anche ripetuti eventi di ipossia e anossia sono responsabili della mortalità di massa della macrofauna bentonica, in particolare durante gli anni '70 e '80 del XX secolo. Gli organismi bentonici sono stressati e danneggiati anche dalla deposizione di aggregati di mucillagine (Stachowitsch et al. 1990; Castelli & Prevedelli 1992; Devescovi & Ivesa 2007), sebbene la concomitanza di condizioni ipossiche possa oscurare il ruolo della mucillagine nel causare la mortalità degli organismi bentonici.

Riguardo le NIS, più di 40 di queste specie si sono diffuse nell'Adriatico Settentrionale (Occhipinti-Ambrogi 2002), incluse 14 macrofite (Orlando-Bonaca 2010) e 26 specie di fauna; tra queste, solo due erano specie non bentoniche. Questo fenomeno è stato causato principalmente dal trasporto marittimo, dalle attività di acquacoltura o dalla migrazione delle specie attraverso il canale di Suez o lo stretto di Gibilterra (Crocetta 2011) e la maggior parte di queste sono di origine indo-pacifica o australiana. Inoltre, il numero di unità tassonomiche coinvolte nelle bioinvasioni probabilmente è sottostimato e i loro effetti sugli ecosistemi locali sono ancora poco conosciuti.

In riferimento alle comunità di macroepifauna, queste sono ampiamente distribuite nell'Adriatico Settentrionale e, in gran parte, consistono in gruppi interspecifici e multispecie ad alta biomassa (Fedra et al. 1976). I substrati duri e ripidi forniscono la base per i colonizzatori sessili (soprattutto spugne, ascidie, anemoni o bivalvi) che si nutrono di particelle in sospensione. A loro volta, gli organismi sessili, fungono da substrato per altri organismi vagili o emisessili (Riedel et al. 2008). I gruppi di organismi epibentonici che caratterizzavano l'area del Golfo di Trieste prima della metà degli anni '70 sono diminuiti dopo la mortalità di massa del 1983, senza una successiva ripresa anche a causa di una crisi anossica avvenuta nel 1988 e dell'attività di pesca a strascico (Kollmann & Stachowitsch 2001). In particolare, è stato dimostrato che la pesca a strascico causa **gravi impatti sulle biocenosi bentoniche** anche in altre aree dell'Adriatico Settentrionale, come quelle a fondo molle (Giovanardi et al. 1998).

In un recente studio sono stati confrontati i cambiamenti della macrofauna bentonica lungo la costa dell'Emilia Romagna avvenuti nel 1985 rispetto alle precedenti analisi del 1934-36 (Crema et al. 1991). Le biocenosi del 1985 hanno mostrato una grande abbondanza di *Varicorbula gibba* rispetto a quelle degli anni '30, una specie tipica della zona di transizione tra fondi detritici e fangosi. Questa dominanza e la buona ricchezza in biodiversità sono state interpretate come uno stadio successionale immaturo e transitorio dovuto al recupero intermittente dopo i disturbi periodici. Successivamente, analizzando le variazioni stagionali della

comunità macrobentonica dal 1996 al 2000 nella stessa area, Occhipinti-Ambrogi et al. (2002) gli autori hanno osservato un cambiamento nella struttura della comunità dovuto principalmente alla sostituzione di *V. gibba* con *Ampelisca*. Questo cambiamento era legato ad un aumento della concentrazione di ossigeno e del contenuto di sabbia nei sedimenti ed è stato ulteriormente confermato dalle alcune osservazioni effettuate dal 2004 al 2006 (N'Siala Massamba et al. 2008).

Invece, per quanto riguarda il declino a lungo termine della pesca alla vongola *Chamelea gallina* nel Nord Adriatico occidentale, questo è stato attribuito alla riduzione di nutrienti fluviali e produttori primari, anche se la pesca eccessiva potrebbe aver avuto un ruolo significativo (Romanelli et al. 2009).

Ancora, uno studio di 20 anni condotto nell'Adriatico Settentrionale orientale ha mostrato che i policheti del fondo molle sono diminuiti dopo l'evento anossico del 1989, portando le comunità macrobentoniche ad una instabilità con la dominanza dei bivalvi (Mikac et al. 2011). Durante il recupero, il contributo dei bivalvi alla diversità e all'abbondanza complessiva è diminuito gradualmente. Inoltre, tramite un'ulteriore ricerca, è stato osservato su scala locale (es. Baia di Muggia, Golfo di Trieste) un generale recupero della comunità macrobentonica nel 1994 rispetto al 1981, che a sua volta era in condizioni peggiori rispetto al 1975 (Solis-Weiss et al. 2004).

Invece, prendendo in considerazione i cambiamenti nelle comunità ittiche, **l'Adriatico Settentrionale è una delle aree più produttive del Mediterraneo** e una delle zone di pesca più rilevanti. Cambiamenti significativi nella composizione delle comunità ittiche e nelle abbondanze di molte specie si sono certamente verificati - e stanno accelerando - negli ultimi decenni, dopo gli anni '50 (Giani et al. 2012). In particolare, è stato osservato un declino di elasmobranchi (squali e raiformi) tonni, pesci spada, mammiferi marini e grandi demersali. Più in generale, si è riscontrato un cambiamento della proporzione di specie di grandi dimensioni e a maturazione tardiva nella composizione dei pesci, così come dei pesci diadromi (anguille, storioni) e dei piccoli pelagici (Grbec et al. 2002; Santojanni et al. 2006; Ferretti et al. 2008; Coll et al. 2010a; Fortibuoni et al. 2010; Lotze et al. 2011). Alcuni autori hanno evidenziato che la comunità ittica non si è ripresa negli ultimi due decenni e anzi è ancora in atto una tendenza alla diminuzione della biomassa totale, del livello trofico medio della comunità ittica e del rapporto specie demersali/pelagiche per molte specie (Coll et al. (2010a). Anche le catture dei piccoli pelagici non si sono riprese (Grbec et al. 2002; Coll et al. 2010a).

I cambiamenti nell'abbondanza dei pesci e nella composizione della comunità ittica potrebbero essere il risultato della sovrapposizione degli effetti della pesca, guidati da evoluzione tecnologica, dinamica del mercato ed effetti ambientali, a loro volta tutti influenzati da fattori di stress antropogenici e naturali. Oltre agli effetti diretti, come la mortalità per via della pesca o i cambiamenti nell'idoneità dell'habitat, le pressioni possono indurre effetti indiretti, come la modifica delle aree di nursery e i cambiamenti nella sopravvivenza del novellame, potenzialmente indotti da cambiamenti nella fenologia. Di conseguenza, potrebbe avvenire la mancata sincronizzazione (match-mismatch) tra i requisiti dei predatori e la presenza di prede, come anche l'invasione riuscita di specie aliene e alcuni cambiamenti evolutivi (Dulčić et al. 2004; Azzurro et al. 2011) Come esempio di effetto diretto, è stato riportato nel Mare Adriatico un trend crescente per quanto riguarda la presenza di taxa termofili che sembrano espandersi verso nord, in concomitanza con i cambiamenti nelle proprietà oceanografiche. Per contro, come esempio di effetto indiretto, i cambiamenti delle condizioni ambientali e, in particolare, gli scarichi dei fiumi, influenzano chiaramente il reclutamento delle acciughe nell'Adriatico Settentrionale e centrale (Santojanni et al. 2006).

Al giorno d'oggi, si stanno verificando **diverse modifiche delle condizioni ambientali nell'Adriatico Settentrionale**, principalmente a causa delle fluttuazioni climatiche e dei cambiamenti della pressione antropica. Questi cambiamenti ambientali hanno avuto conseguenze rilevanti per l'ecosistema e, secondo Giani et al. (2012), sono indicativi di un processo di oligotrofizzazione, similmente a quanto accade in altri mari europei (Carstensen et al. 2006; Soetaert et al. 2006; McQuatter-Gollop et al. 2009). Alcuni di questi cambiamenti evidenziati da Giani et al. (2012) sono: (1) un recupero del macrobenthos in aree precedentemente impattate dall'eutrofizzazione; (2) una tendenza alla diminuzione della biomassa totale dei

pesci demersali target; (3) una tendenza alla diminuzione delle catture di piccoli pesci pelagici (es. acciughe); (4) una riduzione del livello trofico medio della comunità di pesci.

Ad ogni modo, numerose ricerche affermano che si sono verificati cambiamenti nella struttura della comunità ittica. Questo probabilmente porta alla diminuzione dell'efficienza e della resilienza dell'ecosistema. L'inversione della tendenza all'eutrofizzazione (processo di oligotrofizzazione) e la conseguente riduzione della produttività del plancton, hanno alterato questo equilibrio, aumentando probabilmente il rischio di collasso della pesca e aumentando la probabilità del verificarsi di importanti cambiamenti nella struttura e nel funzionamento dell'ecosistema. Esempi di tali cambiamenti sono: (i) i sempre più frequenti *outbreak* demografici delle meduse (Kogovšek et al. 2010), (ii) la messa in pericolo delle specie chiave, (iii) la sostituzione delle specie predatrici principali e (iv) la diminuzione delle catture dei piccoli pelagici. Inoltre, il fatto che il rapporto pesci demersali/pelagici nella comunità ittica non sia aumentato, nonostante le riduzioni sia nei processi di eutrofizzazione che nella frequenza degli eventi di ipossia, potrebbe essere visto come un sintomo della **manca di resilienza del sistema** (Giani et al. 2012).

3.3. Cambiamenti nella rete trofica marina

La disponibilità delle risorse marine è il risultato di molti processi ecologici. Come mostrato nella **Tabella 1**, i processi climatici, la variabilità della produttività primaria, la formazione degli habitat, le interazioni e i movimenti degli organismi, giocano tutti un ruolo nel definire le caratteristiche delle risorse che l'ecosistema marino offre. In questo paragrafo vengono discussi principalmente i cambiamenti che avvengono nella rete trofica marina e come questi cambiamenti influenzano lo sfruttamento delle risorse anche da parte dell'uomo. La struttura e la composizione della rete trofica sono strettamente collegate allo sforzo di pesca, che è una delle maggiori **minacce all'integrità degli ecosistemi marini**.

Il Mare Adriatico settentrionale e centrale è un'area importante per la riproduzione dei piccoli pesci pelagici (Agostini & Bakun 2002; Morello & Arneri 2009) e una regione strategica per la conservazione dei vertebrati marini (Zotier et al. 1999; Bearzi et al. 2004). I cambiamenti delle comunità marine pelagiche e bentoniche sono stati ampiamente descritti nel Mare Adriatico da numerose ricerche (Jukić-Peladić et al. 2001; Vrgoc et al. 2004). Questi cambiamenti sono, almeno in parte, legati alla pesca (Pranovi et al. 2001; Bombace & Grati 2007), a fattori ambientali (Marasović et al. 1995; Dulčić et al. 1999; Santojanni et al. 2006; Grbec et al. 2008) e altri impatti antropogenici come l'eutrofizzazione (Barmawidjaja et al. 1995; Sangiorgi & Donders 2004).

Inoltre, i cambiamenti nelle risorse marine dovuti a fattori naturali o antropogenici possono essere avvertiti a livello di rete trofica e hanno il potenziale di influenzare la struttura e la funzione degli ecosistemi marini con conseguenze per la gestione delle risorse naturali (Coll et al. 2010a). Alcuni hanno mostrato che ci sono stati importanti cambiamenti nel Mare Adriatico Settentrionale e centrale dalla metà degli anni '70 fino alla prima metà degli anni 2000. In diversi casi, sono state osservate tendenze nella diminuzione delle specie target, in linea con i risultati delle valutazioni degli stock che indicano il sovrasfruttamento di diverse specie demersali (Jukić-Peladić et al. 2001; Vrgoc et al. 2004; Bombace & Grati 2007). Questi risultati suggeriscono che le tendenze si siano verificate in parallelo al **costante aumento dello sforzo di pesca**, all'aumento dello *Human Development Index (HDI)*¹ e dei cambiamenti nell'ambiente, quali l'aumento della temperatura dell'acqua del mare e cambiamenti nei fattori regionali e globali.

Oltre alle tendenze generali di diminuzione, alcuni ricercatori hanno osservato che diverse serie di biomassa e catture sono aumentate dalla metà degli anni '70 ai primi anni '80, prima di registrare un forte declino (Coll et al. 2010a). Questo primo aumento potrebbe essere dovuto a effetti trofici indiretti come le cascate trofiche (cioè la diminuzione della competizione e il rilascio di predatori) come è stato descritto per il Mare di

¹ Lo HDI è un indice che considera le dimensioni chiave dello sviluppo umano: una vita lunga e sana, essere informati e avere un tenore di vita dignitoso. È stato creato per sottolineare che le persone e le loro capacità dovrebbero essere uno dei criteri principali per valutare lo sviluppo di un Paese e non la sola crescita economica. L'indice è stato sviluppato nel report ONU *Human Development Report* nel 1990.

Catalogna (Coll et al. 2008). L'aumento delle catture e della biomassa durante gli anni '70 potrebbe anche essere dovuto all'aumento dello sforzo di pesca, al cambiamento delle specie bersaglio (ad esempio verso specie invertebrate), e/o all'aumento dell'arricchimento dei nutrienti nella zona. L'eutrofizzazione nel Nord Adriatico è iniziata nel XX secolo, ha raggiunto un massimo alla fine degli anni '70, con livelli ancora alti durante i primi anni '90 (Sangiorgi & Donders 2004).

Il mare Adriatico è una delle aree del Mediterraneo con una **disponibilità di dati relativamente alta**. Per esempio, Coll et al. (2010a) hanno affermato che i dati di biomassa derivati da catture scientifiche con reti a strascico considerati nella loro ricerca, erano principalmente relativi a specie demersali e quindi non adeguati a individuare i cambiamenti nelle specie pelagiche. I dati erano principalmente concentrati su specie ittiche e poche specie di invertebrati commerciali e, quindi, non sufficienti per analizzare i cambiamenti negli organismi di livello trofico inferiore. Al contrario, gli stessi dati sono stati preziosi per analizzare i cambiamenti nella comunità di pesci demersali.

Un altro risultato interessante nell'ambito della ricerca sulla comunità ittica in generale, è stata la **diminuzione dei cetacei** come gruppo chiave nell'ecosistema, osservata anche nello specifico in ecosistemi marini quali la zona di *upwelling* in California e il Mar di Catalogna (Libralato et al. 2006; Coll et al. 2009). La diminuzione dei cetacei a livello generale potrebbe essere collegata alla diminuzione della popolazione di questi organismi nel Mare Adriatico (Bearzi et al. 2004). Inoltre, anche l'importanza del fitoplancton è cambiata, risultando maggiore nella metà degli anni '90 rispetto alla metà degli anni '70, ad indicare che l'ecosistema probabilmente è diventato più sensibile ai cambiamenti nella produzione primaria e alle forzanti ambientali (Coll et al. 2010a). Infatti, la produzione primaria del Mare Adriatico è parzialmente limitata (Bosc et al. 2004) ed è sotto l'influenza di fattori quali l'arricchimento locale da parte del deflusso dei fiumi o dei cambiamenti nella circolazione delle correnti e nella salinità che possono produrre aree di *upwelling* temporali associate a una maggiore produttività (Agostini & Bakun 2002). Il sovrasfruttamento e la semplificazione delle reti trofiche diminuiscono la resilienza degli ecosistemi marini e aumentano la loro vulnerabilità ai cambiamenti ambientali (Hughes et al. 2005). Questo può essere anche il caso del Mare Adriatico (Coll et al. 2010a).

Per quanto riguarda i cambiamenti nella struttura e nel funzionamento degli ecosistemi del Mare Adriatico Settentrionale e centrale, l'analisi di alcune serie temporali ha mostrato una **diminuzione generale della biomassa**. Inoltre, il livello trofico medio della comunità (mTL_{co}) suggerisce che l'ecosistema è progredito da una bassa abbondanza di grandi organismi a crescita lenta verso una maggiore importanza di organismi piccoli e a crescita rapida. In generale, i risultati hanno evidenziato i cambiamenti nel funzionamento dell'ecosistema durante gli anni '90 (Coll et al. 2010a). La diminuzione degli apporti di nutrienti dovuta ai cambiamenti nella politica ambientale può aver influenzato il declino della biomassa e delle catture durante questo periodo (sebbene l'eutrofizzazione fosse ancora alta durante gli anni '90 (Sangiorgi & Donders 2004), in parallelo con un continuo aumento dello sforzo di pesca. Anche gli spettri trofici calcolati a partire dalle catture e dai dati elaborati hanno mostrato questo impoverimento della biomassa dell'ecosistema.

Nel complesso, l'impatto della pesca è aumentato nel Mare Adriatico negli ultimi 30 anni, mentre l'ecosistema è progredito verso uno stato alterato e impoverito. C'è una relazione tra questi cambiamenti e l'aumento dello sforzo di pesca nell'ecosistema, oltre ai cambiamenti nell'ambiente (Coll et al. 2010a). Questi elementi vanno a supporto del fatto che il Mare Adriatico è classificato come uno degli ecosistemi più impattati dalla pesca, tenendo conto degli stati attuali e delle tendenze recenti (Coll et al. 2010b).

4. Strategie nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici

Nel più ampio ambito comunitario, la "Strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici" mette in luce la necessità di un **approccio strategico** tra i vari settori e livelli di governo interessati, per affrontare adeguatamente le conseguenze degli impatti dei cambiamenti climatici e per garantire che le misure di adattamento siano efficaci e tempestive. I cambiamenti climatici, infatti, devono essere inclusi nel

ragionamento sulla conservazione delle aree naturali protette, vista la minaccia che rappresentano nei confronti dell'integrità degli ecosistemi.

Per quanto riguarda l'Italia, è stato avviato dall'ex MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) ed attuale Ministero per la Transizione Ecologica (MiTE), responsabile a livello nazionale delle politiche sul clima, un percorso per definire la **“Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici” (SNAC)** da attuare mediante un Piano di Azione/Piani di Azione Settoriali. La strategia e il Piano di Azione/Piani di Azione Settoriali definiscono tempi e modi di internalizzazione delle tematiche di Adattamento ai Cambiamenti Climatici nei Piani e Programmi settoriali nazionali, distrettuali, regionali e locali (MATTM 2015).

La SNAC consiste in un riepilogo delle conoscenze scientifiche disponibili e in una serie di misure indirizzate alle autorità competenti per sviluppare una visione generale sulle problematiche derivate dagli impatti dei cambiamenti climatici, per individuare le necessarie azioni di adattamento e ridurre al minimo i rischi. Nella SNAC viene affrontato anche il tema della capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici e di come trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si presenteranno con le nuove condizioni climatiche.

Per quanto riguarda il contesto in cui la Strategia Nazionale di Adattamento si colloca, sono stati individuati diversi impatti sia già in corso oppure che si verificheranno in un prossimo futuro. La comunità scientifica internazionale, d'altronde, è d'accordo sul fatto che la necessità di adattarsi a nuove condizioni climatiche molto probabilmente sussisterà anche se le emissioni di gas-serra e di aerosol e la deforestazione saranno ridotte significativamente nei prossimi decenni, tramite l'attuazione di politiche di mitigazione su scala nazionale e globale.

Nei prossimi decenni, la regione europea e mediterranea dovrà far fronte agli impatti dei cambiamenti climatici particolarmente negativi, i quali, combinandosi agli effetti dovuti alle pressioni antropiche sulle risorse naturali, faranno dell'**Europa meridionale** e del **Mediterraneo le aree più vulnerabili d'Europa**. In Italia, nello specifico, gli impatti attesi più rilevanti nei prossimi decenni potranno essere provocati da un innalzamento eccezionale delle temperature (soprattutto in estate), da un aumento della frequenza di eventi meteorologici estremi (ondate di calore, siccità ed episodi di precipitazioni piovose intense) e da una riduzione delle precipitazioni annuali medie e dei flussi fluviali annui.

A livello generale, in Europa i cambiamenti climatici rischiano di amplificare le differenze regionali in termini di qualità e disponibilità delle risorse naturali e degli ecosistemi. Tale valutazione è ritenuta valida anche per l'Italia e, anche considerando i costi degli impatti dei cambiamenti climatici, è possibile che emergano notevoli differenze tra le varie regioni geografiche italiane.

Per quanto riguarda le azioni, la SNAC ha individuato diversi settori e aspetti intersettoriali per l'Italia. Le aree d'azione sono state selezionate ed esaminate secondo un approccio settoriale che ha considerato la loro rilevanza socio-economica e ambientale e la loro vulnerabilità agli impatti dei cambiamenti climatici. I settori e micro-settori identificati sono illustrati nella **Figura 2**.

Settore	Micro-settore
Risorse idriche (quantità e qualità)	
Desertificazione, degrado del territorio e siccità	
Dissesto idrogeologico	
Biodiversità ed ecosistemi	Ecosistemi terrestri
	Ecosistemi marini
	Ecosistemi di acque interne e di transizione
Foreste	
Agricoltura, acquacoltura e pesca	Agricoltura e produzione alimentare
	Pesca marittima
	Acquacoltura
Zone costiere	
Turismo	
Salute (rischi e impatti dei cambiamenti climatici, determinanti ambientali e meteo-climatiche)	
Insedimenti urbani	
Infrastruttura critica	Patrimonio culturale
	Trasporti e infrastrutture
	Industrie pericolose
Energia (produzione e consumo)	
Casi speciali	Area alpina e appenninica (aree montane)
	Distretto idrografico del fiume Po

Figura 2. Settori e micro-settori d'azione per l'adattamento in Italia (da MATTM 2015)

In sostanza la SNAC fornisce una visione nazionale su come affrontare in futuro gli impatti dei cambiamenti climatici in molteplici settori socio-economici e sistemi naturali, individuando un **set di azioni ed indirizzi di adattamento** per far fronte a tali impatti. La SNAC rappresenta dunque il punto di riferimento per l'attuazione nel nostro Paese di azioni e misure di adattamento coordinate dalle autorità istituzionali competenti.

Di seguito si riportano i **messaggi chiave** contenuti nella SNAC per i micro-settori Ecosistemi marini e di transizione e per il settore Zone costiere. I messaggi chiave riassumono i principali cambiamenti dovuti alle recenti alterazioni climatiche e contengono i possibili scenari negativi in cui il settore o micro-settore di riferimento potrebbe collocarsi.

SNAC: messaggi chiave per gli Ecosistemi marini

- Le dirette conseguenze dei **cambiamenti climatici** sugli ecosistemi marini includono:
 - l'aumento della variabilità di tutti i processi che interessano l'ambiente marino;
 - l'aumento della stratificazione delle masse d'acqua che possono ridurre la connessione tra ambienti profondi e costieri con alterazione dei cicli biologici e biogeochimici;
 - l'alterazione della produzione primaria e della conseguente produzione di risorse alieutiche;
 - il cambiamento nella struttura e distribuzione di comunità planctoniche e bentoniche marine costiere e profonde;
 - l'alterazione dei cicli vitali e riproduttivi delle specie di vertebrati ed invertebrati marini, delle componenti vegetali e microbiche con aumento della loro vulnerabilità e dei tassi di estinzione;
 - l'alterazione delle reti trofiche marine;
 - l'alterazione della distribuzione e degli effetti dei contaminanti e dell'impatto dell'inquinamento;
 - l'instaurarsi di condizioni ambientali favorevoli all'ingresso di specie non indigene.
- La frequenza della **presenza di mucillagini** nel mare Adriatico è aumentata negli ultimi due decenni, in concomitanza con una significativa riduzione nella produzione primaria. Un'analisi basata su dati raccolti

negli ultimi 60 anni (1950-2008), ha messo in evidenza che l'anomalia positiva della temperatura superficiale spiega una gran parte della varianza dei fenomeni di mucillagini, su base annuale e decennale nel Mar Mediterraneo. Se questi fenomeni continueranno ad aumentare per frequenza, durata e diffusione nelle zone costiere, aumenterà lo stress per gli ecosistemi bentonici con importanti conseguenze per la biodiversità, i beni ed i servizi prodotti delle aree influenzate da questi eventi.

- Il Mediterraneo, grazie alla sua particolare posizione geografica e alla presenza di una vasta popolazione umana lungo le sue coste, è incline all'**eutrofizzazione costiera** che, a livello di bacino, rappresenta già un problema ecologico sia sociale sia economico. Tra le zone più colpite del Mediterraneo, il Mare Adriatico ha conosciuto negli ultimi 100 anni un'esacerbazione dell'eutrofizzazione, con un'inversione di tendenza nei decenni più recenti, non legata ai cambiamenti climatici, piuttosto ai diminuiti apporti di nutrienti di origine antropica veicolati dai fiumi sfocianti in quel bacino marino.
- Dagli anni 90, in Mediterraneo sono state documentate numerose **morie di massa** delle comunità di megafauna sessile dei fondi rocciosi. In tempi recenti queste morie si verificano ormai con frequenza quasi annuale e in aree diverse. Tali eventi hanno alterato in modo pressoché definitivo alcune comunità bentoniche, coinvolgendo in particolare organismi filtratori, quali poriferi, cnidari, bivalvi e ascidie. La loro scomparsa libera improvvisamente ampie aree di substrato, prontamente occupate da specie opportuniste e/o non autoctone.
- L'**aumento del livello del mare**, previsto a seguito dell'innalzamento della temperatura, rappresenta un grave pericolo per le comunità di specie che abitano le aree costiere. Lungo le coste dell'Adriatico, le scogliere artificiali erette a difesa ormai pressoché ininterrotta delle spiagge hanno permesso lo sviluppo di popolazioni di specie aliene, quali il muricide *Rapana venosa* e l'alga verde *Codium fragile*. Inoltre, le scogliere artificiali possono essere siti di insediamento dei polipi di meduse.
- Le foreste di macroalghe di fondi rocciosi poco profondi sono dominate da (ex gen.) *Cystoseira* in Mediterraneo. Tale habitat è in **regressione** ed è stato sostituito da alghe a feltro e da specie invasive, con conseguenze importanti per le comunità ad esse associate. Lungo la costa adriatica, rimangono solo 2 delle 7 specie di Fucales documentate in passato.
- Studi condotti su **scala pluridecennale** nel Nord Adriatico hanno messo in evidenza:
 - il riscaldamento delle acque superficiali a scala regionale;
 - un decremento significativo degli apporti fluviali dovuto alla riduzione delle precipitazioni;
 - un aumento evidente della salinità superficiale;
 - un aumento degli apporti fluviali di azoto, che assieme alla riduzione degli apporti di fosforo, voluti dalla legge italiana, ha causato un aumento del rapporto N/P;
 - un'acidificazione delle acque più dense dovuta all'aumento della CO₂ atmosferica;
 - lo stato trofico dei sedimenti costieri è diminuito di oltre l'80% nel periodo 1996-2007.

Questi cambiamenti hanno determinato:

- la riduzione dell'abbondanza del fitoplancton ed un aumento percentuale delle forme microalgali più piccole;
- una riduzione dell'intensità e della frequenza delle fioriture invernali a diatomee;
- una drastica riduzione dei tintinnidi senza però che l'abbondanza totale del microzooplancton ne risenta ed un aumento della biodiversità;
- un aumento del mesozooplancton;
- un miglioramento del macrobenthos in aree prima pesantemente impattate dall'eutrofizzazione (anossia), un trend in diminuzione sia dei pesci demersali sia dei piccoli pelagici, una generale riduzione del livello trofico medio delle comunità ittiche;
- l'abbondanza e la biodiversità della meiofauna sono significativamente diminuite per oltre l'80% nel periodo 1996-2007;
- l'aumento dell'abbondanza delle meduse lungo le zone costiere.

- I cambiamenti climatici globali e i loro effetti su scala regionale possono influenzare la frequenza e l'intensità degli **eventi episodici guidati dal clima** come il fenomeno denominato *Dense Shelf Water Cascading* (DSWC), ovvero una caduta di acqua densa lungo le scarpate continentali. In un recente studio condotto nel Mediterraneo nord occidentale è stato dimostrato un effetto diretto del DSWC sugli ecosistemi di acque profonde, nonché sulle loro risorse biologiche. In questa zona, è stato visto che gli eventi di cascading possono causare il crollo delle catture del gamberetto *Aristeus antennatus*, specie importante anche dal punto vista economico.
- Nel Mediterraneo profondo dati raccolti su scala decennale (dal 1989 al 1998) hanno evidenziato che anche gli ambienti di acque profonde e le comunità che vi abitano (sia in termini di diversità e composizione) possono essere fortemente influenzati da piccole variazioni di temperatura.
- Per aumentare la resilienza dei sistemi marini con grande attenzione ai sistemi socio-economici associati, è prioritario migliorare lo stato di qualità degli ecosistemi marini, preservare la biodiversità, ricostituire gli stock ittici e di specie sfruttate.
- In particolare per il Mediterraneo, il riscaldamento globale ha portato verso una **tropicalizzazione**, che determina una contrazione nella distribuzione delle specie ad affinità fredda, generalmente autoctone. Il riscaldamento globale favorisce anche l'avanzata delle specie aliene ad affinità calda in Mediterraneo. Inoltre è presente il fenomeno della "meridionalizzazione" provocato dall'aumento dell'importanza delle specie termofile indigene. Tali cambiamenti possono incidere negativamente sulle attività di pesca (sia quella commerciale sia ricreativa) e possono avere un **forte impatto socio-economico sulle comunità costiere**.

SNAC: messaggi chiave per gli Ecosistemi di transizione marino-costieri

- **Lagune e foci fluviali** sono già notevolmente modificate e soggette a pressioni locali, quali: acquacoltura e pesca, turismo, urbanizzazione e industrializzazione, espansione delle zone ad agricoltura intensiva e aumento dei carichi inquinanti. Questi ambienti sono dunque particolarmente vulnerabili al riscaldamento, all'innalzamento del livello marino e alla variabilità degli apporti d'acqua dolce dei bacini scolanti.
- Gli impatti attesi sono:
 - aumento del grado di confinamento, come conseguenza delle difese idrauliche,
 - ingressione del cuneo salino,
 - maggiore influenza delle piene fluviali di breve durata e forte intensità,
 - marcate variazioni di salinità e temperatura.
- I principali effetti attesi sono:
 - aumento delle specie invasive, di fioriture macroalgali e di microalghe tossiche,
 - maggiore incidenza dell'anossia.
- Inoltre, tra gli effetti comuni alla maggior parte degli ecosistemi acquatici vi è l'incremento della temperatura, il quale potrà determinare un aumento del metabolismo eterotrofo con conseguente emissione di gas clima-alteranti (CO₂, N₂O e CH₄).

SNAC: messaggi chiave per le Zone costiere

Si fornisce una sintesi delle conoscenze relative agli impatti di processi naturali specifici delle zone costiere (aumento del livello del mare e variazioni delle caratteristiche generali dello stato del mare), per poi

esaminare gli impatti potenzialmente inducibili dai cambiamenti climatici sui servizi ecosistemici forniti dalla zona costiera agli esseri umani ed ai sistemi socio economici. Infine viene valutata la **vulnerabilità delle aree costiere** con particolare riferimento alle aree urbane e fornito un quadro di sintesi dell'attuale quadro normativo rilevante.

- I cambiamenti della circolazione atmosferica e dei venti alla superficie del mare hanno causato una riduzione dell'intensità di future mareggiate alle coste italiane con una diminuzione sia dei valori medi sia estremi.
- Nella regione Mediterranea si registra una tendenza generale alla riduzione in autunno e primavera e alla diminuzione dei cicloni estremi in aprile ed agosto, ma un incremento a marzo.
- Con riferimento alle **mareggiate estreme** (storminess):
 - le previsioni di mareggiate estreme per il bacino del Mediterraneo non sono univoche: si prevede un generale incremento di tali eventi per tutta l'Europa, anche se alcune fonti parlano di un decremento della frequenza verso la parte orientale del Mediterraneo, ma anche di un incremento della storminess per parti dell'Adriatico, dell'Egeo e del Mare Nero;
 - per quanto riguarda le tempeste e le mareggiate nel nord dell'Adriatico, i dati mostrano una grande variabilità inter-annuale. In futuro, le simulazioni di scenario suggeriscono una maggiore frequenza delle tempeste intense per lo scenario B2, ma non per lo scenario A2 (rapporto IPCC del 2007). Probabilmente, queste differenze non sono l'effetto dei cambiamenti climatici, ma della variabilità multidecennale del clima;
 - gli studi condotti sulle simulazioni di questi eventi estremi non forniscono un'evidente intensificazione né un'attenuazione delle tempeste marine. Le differenze, tuttavia, tra il presente e il futuro, relative all'altezza d'onda significativa (Hs) sono piccole e comparabili con l'incertezza associata con eventi estremi. Pertanto, non vi è alcuna prova convincente che testimoni il verificarsi di tempeste di entità maggiori in scenari futuri né che le tempeste nel Nord Adriatico siano suscettibili ai cambiamenti climatici.
- Con riferimento al **livello relativo marino**:
 - il livello relativo del mare negli ultimi 2000 anni nelle aree tettonicamente stabili del Mediterraneo centrale è risalito di circa 1,3/1,4 metri. Di questo sollevamento solo 12 cm sono dovuti allo scioglimento dei ghiacciai, mentre la restante parte è stata causata dal riaggiustamento glacio-idro-isostatico. Tuttavia l'innalzamento di 12 cm è avvenuto solo negli ultimi 100 anni come probabile conseguenza del progressivo riscaldamento globale;
 - il Mediterraneo, a causa della complessa fisiografia, della presenza di condizioni meteorologiche peculiari, del bilancio idrogeologico negativo (dal mare evapora più acqua di quanta ne arriva dai fiumi) e delle anomalie di salinità, si comporta diversamente rispetto agli oceani: i dati mareografici, comparati con quelli globali, indicano un sollevamento inferiore negli ultimi 100 anni 1,1 contro 1,8 mm/anno;
 - quasi l'80% di tutte le spiagge esistenti sono in erosione a causa sia della risalita del livello del mare e dell'azione delle onde generate dal vento, sia degli usi non sostenibili nel territorio costiero e nell'entroterra, sia della riduzione dell'apporto solido dai fiumi (estese strategie di rimboschimento e cattura negli invasi di medio corso fluviale) con produzione di danni significativi.
- I servizi ecosistemici (vedere capitolo 8. *I servizi ecosistemici legati agli habitat e ai sistemi naturali*) nella zona costiera sono particolarmente sensibili agli impatti climatici, con effetti che possono propagarsi "in cascata" da un servizio all'altro.
- Per la gestione delle zone costiere la valutazione dell'impatto antropico non climatico non può prescindere dai trend climatici in corso.

- Pur nella variabilità dei casi, le opere a difesa delle zone costiere presentano un elevato rapporto benefici/costi. Tale dato è ribadito sia da modelli ingegneristici su scala mondiale che da valutazioni sito-specifiche, sia per misure “hard” sia “soft”. Gli alti benefici sono spesso giustificati dall’elevato valore turistico di molte aree costiere del Paese, suscettibili di produrre, se opportunamente tutelate, considerevoli flussi di reddito.

5. Sistema delle aree tutelate e riferimenti normativi

Le coste del Veneto, del Friuli Venezia Giulia e della Slovenia si caratterizzano per la presenza di **numerose aree protette**, sia in qualità di siti Natura 2000 che di riserve e biotopi regionali, di aree marine protette e parchi nazionali e di aree individuate grazie alle convenzioni internazionali, come i siti Ramsar (Convenzione sulle Zone umide) o le SPAMI-*Specially Protected Areas of Mediterranean Importance*, regolate dalla cosiddetta Convenzione di Barcellona (**Figura 3**).

Di seguito viene messa in relazione la superficie di alcuni siti Natura 2000 con quelle di eventuali aree protette regionali o nazionali parzialmente o totalmente comprese in essi (**Tabella 2**). Come si evince dalla tabella, gran parte delle aree protette a livello regionale o nazionale (parchi e riserve) sono stati designati anche siti Natura 2000. L’eccezione è costituita dai siti Natura 2000 **esclusivamente marini** come gli affioramenti rocciosi: per queste aree **non esiste un altro livello di protezione locale o statale ben strutturato**, come potrebbe essere quello di un’Area Marina Protetta, ma solo quello della rete ecologica europea. Si sottolinea il fatto di come la gestione dei siti Natura 2000 preveda misure meno rigorose rispetto, per esempio, alle zone *no-take-no access* (zona A) delle Aree Marine Protette. Difatti la rete ecologica europea Natura 2000 non punta ad escludere dai siti protetti le attività di origine antropica, ma intende tenere conto “delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali”. Inoltre, la rete ecologica riconosce il valore della presenza umana dove questa, nel corso degli anni, ha saputo instaurare un equilibrio tra lo sfruttamento responsabile delle risorse e la conservazione della natura.

Riguardo alla regolamentazione dei siti Natura 2000, ciascuno di essi dovrebbe essere disciplinato da un proprio **Piano di Gestione (PDG)**. Il Piano di Gestione rappresenta uno **strumento di controllo dell’area da salvaguardare** che ha per scopo la tutela, la conservazione e il ripristino a lungo termine delle specie e degli habitat compresi nel sito. Il PDG ha anche valore vincolante e al suo interno viene specificato il livello di costrizione delle azioni previste da parte dell’Autorità di gestione competente. Il Piano può integrare altri piani di sviluppo e regolamenti dell’area protetta laddove, per esempio, il sito Natura 2000 coincida o sia compreso in un’area a tutela maggiore.

Laddove il PDG non sia presente, solitamente sono in vigore le Misure di Conservazione (MDC) che anticipano il Piano stesso. Queste sono misure sito-specifiche e decadono nel momento in cui il PDG viene approvato. Le MDC devono essere applicate entro 6 anni dal momento in cui il sito è stato confermato dalla Commissione Europea come Sito di Importanza Comunitaria (SIC). Tali Misure sono regolamentari, amministrative o contrattuali e risultano conformi alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat naturali di cui all’allegato I e delle specie di cui all’allegato II della Direttiva ‘Habitat’ presenti nei siti.

Nella **Tabella 2** viene specificata per ciascuna area se il Piano di Gestione è stato adottato e, in caso contrario, la presenza o meno delle Misure di Conservazione sito-specifiche.

Per quanto concerne la **Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia**, i Piani di Gestione dei siti N2K compresi nel suo territorio presentano una loro uniformità per contenuti esposti e struttura del documento, poiché si rifanno al Progetto S.A.R.A.-*Sistema Aree Regionali Ambientali* del 2008. Questo prevede la redazione di un manuale di riferimento per la compilazione dei Piani stessi. A livello legislativo, il Progetto S.A.R.A. trova la sua applicazione con il D.G.R. n. 922 del 20/05/2011 (ALL. A) attraverso cui vengono esposti gli indirizzi per la redazione dei Piani di Gestione, precedentemente solo indicativi nel manuale del Progetto S.A.R.A.

Questi percorsi rappresentano le basi per la costruzione di linee guida transnazionali per la gestione di aree protette marino-costiere appartenenti ad una stessa macro-area come può essere quella dell'Adriatico Settentrionale. Come già scritto sopra, per la Regione FVG i Piani di Gestione sono già strutturati e uniformati secondo precise indicazioni che la Regione ha emanato già a partire dal 2008. La presente proposta di linee guida dunque non va a stravolgere il lavoro già svolto ma si pone come un'**integrazione agli stessi Piani di Gestione** e si focalizza principalmente su **contenuti specifici per l'ambito marino e costiero**, inserendo tematiche e approcci di gestione nuovi. Soprattutto, non si va a considerare solamente la singola area ma viene adottata una visione più ampia a livello di macro-area alto-adriatica.

Ad ogni modo, a supporto dei Piani di Gestione, vi è la legislazione sia locale, che nazionale ed europea. Quest'ultima, infatti, rappresenta il Diritto cui gli stati membri e dunque le Regioni si rifanno. Di conseguenza, esiste già una prima uniformità (seppur molto ampia) in materia ambientale per quanto riguarda le regioni europee. Di seguito vengono indicati i principali riferimenti normativi che regolano la conservazione e gestione delle aree protette in termini di habitat e specie.

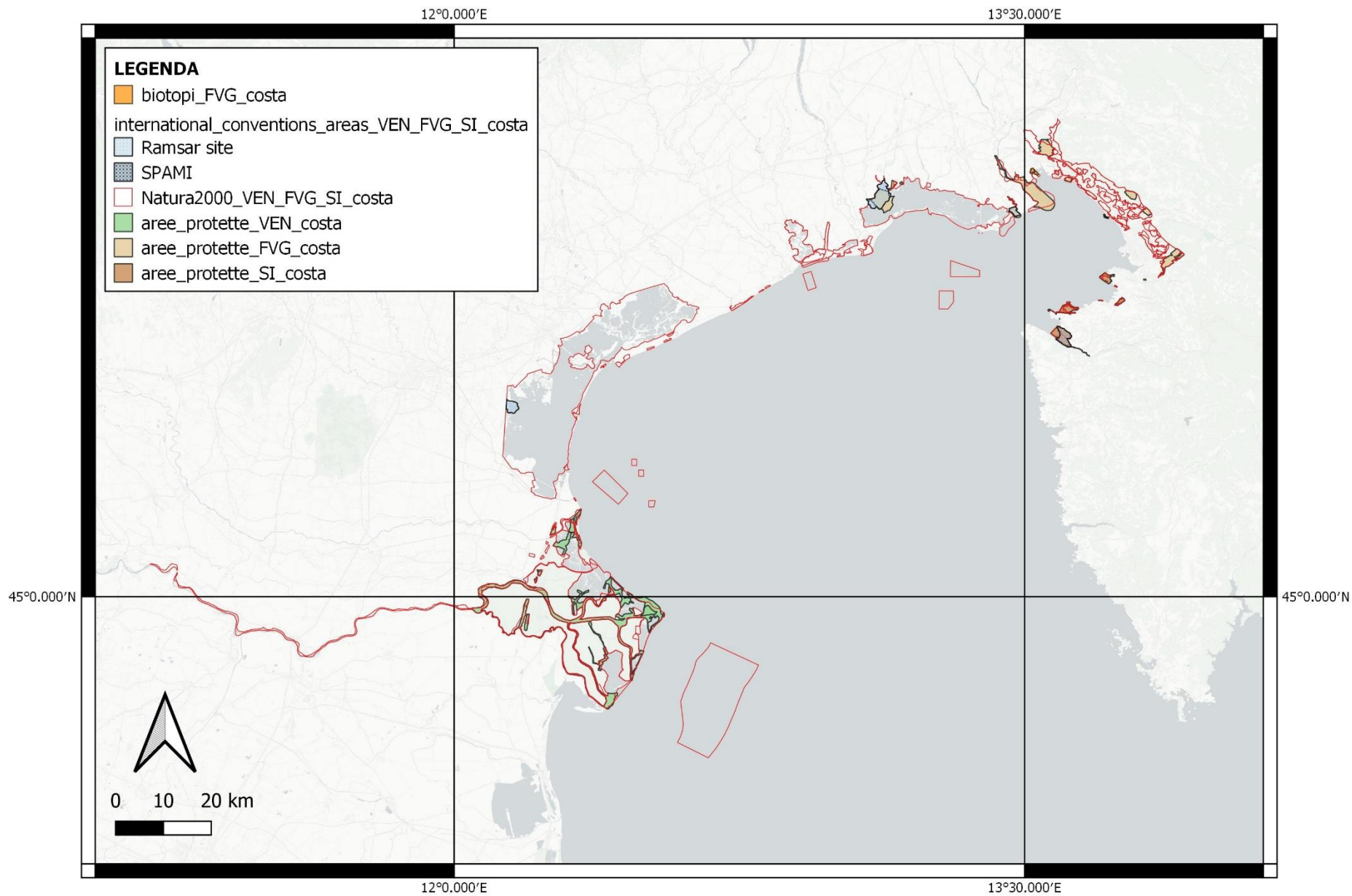


Figura 3. Le aree protette costiere e marine di Veneto, Friuli Venezia Giulia e Slovenia (Natura2000, riserve e parchi regionali, AMP, biotopi, siti Ramsar e SPAMI).

Tabella 2. Siti Natura 2000 (N2K) selezionati in Tretamara (in grassetto i siti destinatari delle azioni pilota). Le informazioni su habitat marino-costieri, Piano di Gestione, superficie marina e area totale ed Ente responsabile provengono dallo Standard Data Form (SDF) di ciascun sito N2K (<https://natura2000.eea.europa.eu/#> consultato a febbraio 2022).

Sito Natura 2000 (N2K)	Area Protetta (AP)	Relazione confini N2K/AP	Habitat N2K marino-costieri presenti nel sito	PDG (Sì/No)	Superficie marina N2K	Area N2K (ha)	Responsabile	Stato	Regione	SDF
ZSC IT3250047 Tegnùe di Chioggia	/	ND	1170 1180	No	100,00%	2.655,00	Regione Veneto Segreteria Regionale per il Bilancio - Unità di Progetto Foreste e Parchi	IT	Veneto	https://bit.ly/33XG3oy
ZSC IT3250048 Tegnùe di Porto Falconera	/	ND	1170	No	100,00%	623,00	Regione Veneto Segreteria Regionale per il Bilancio - Unità di Progetto Foreste e Parchi	IT	Veneto	https://bit.ly/3hmCvY5
ZSC/ZPS IT3330005 Foce dell'Isonzo - Isola della Cona	Riserva Naturale Regionale della Foce dell'Isonzo	RNR compresa parzialmente nel sito N2K	1110 1320 1130 1410 1140 1420 1210 2130 1310	Sì	44,00%	2.668,00	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche - Servizio biodiversità	IT	Friuli Venezia Giulia	https://bit.ly/3MaEMvs
ZSC/ZPS IT3330006 Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	- Riserva Naturale Regionale della Valle Cavanata - Ramsar site Valle Cavanata	RNR e sito Ramsar compresi parzialmente nel sito N2K	1110 1410 1140 1420 1150 2120 1310 2130 1320	Sì	71,00%	860,00	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche - Servizio biodiversità	IT	Friuli Venezia Giulia	https://bit.ly/3BZNR5F
ZSC/ZPS IT3330009 Trezze San Pietro e Bardelli	/	/	1110 1170	No (MDC)	100,00%	2.380,00	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche - Servizio biodiversità	IT	Friuli Venezia Giulia	https://bit.ly/35gUEfl
ZSC IT3340006 Carso Triestino e Goriziano	- Riserva Naturale Regionale delle Falesie di Duino - Riserva Naturale Regionale dei Laghi di Doberdò e Pietrarossa	RNR comprese parzialmente nei siti N2K I perimetri dei 2 siti N2K non coincidono tra loro	1110 1320 1140 1410 1150 1420 1210 8310 1310	No (MdC)	2,00%	9.648,00	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche - Servizio biodiversità	IT	Friuli Venezia Giulia	https://bit.ly/3hra8zS
ZPS IT3341002			1110 1320 1140 1410 1150 1420	No	2,00%	12.189,00	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale	IT	Friuli Venezia Giulia	https://bit.ly/3KjD0Xx

Sito Natura 2000 (N2K)	Area Protetta (AP)	Relazione confini N2K/AP	Habitat N2K marino-costieri presenti nel sito	PDG (Sì/No)	Superficie marina N2K	Area N2K (ha)	Responsabile	Stato	Regione	SDF
Aree carsiche della Venezia Giulia	- Riserva Naturale Regionale del Monte Lanaro - Riserva Naturale Regionale del Monte Orsario - Riserva Naturale Regionale della Val Rosandra		1210 8310 1310				risorse agroalimentari, forestali e ittiche - Servizio biodiversità			
ZSC/ZPS IT3340007 Area marina di Miramare	- Area Marina Protetta Miramare - SPAMI Miramare	AMP e SPAMI coincidono con il sito N2K	1110 1170	No (MdC)	99,00%	25,00	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche - Servizio biodiversità	IT	Friuli Venezia Giulia	https://bit.ly/35gHTI8
ZPS SI5000031 Strunjan	Krajinjski park Strunjan	Sito N2K compreso totalmente nel Parco	ND	Sì	88,80%	187,99	Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška	https://bit.ly/3srWe6X
ZSC SI3000238 Strunjanske soline s Stjužo		Sito N2K compreso totalmente nel Parco	1130 1140 1150 1310 1420	Sì	42,00%	35,21	Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška	https://bit.ly/3tcPsBb
ZSC SI3000307 Med Strunjanom in Fieso		Sito N2K compreso parzialmente nel Parco	1170 1210 1240	Sì	75,60%	15,00	Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška	https://bit.ly/3srWmmX
ZSC SI3000249 Med Izolo in Strunjanom – klif		Sito N2K compreso parzialmente nel Parco	1170 1210 1240	Sì	65,90%	55,58	Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška	https://bit.ly/35vI3F0
ZPS SI5000028 Debeli rtič		Krajinjski Park Debeli rtič	Siti N2K compresi totalmente nel Parco	ND	Sì	99,60%	92,72	Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška
ZSC SI3000243 Debeli Rtič			1110 1210 1240	In preparazione (attualmente)	24,50%	5,27	Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška	https://bit.ly/3surG4K

Sito Natura 2000 (N2K)	Area Protetta (AP)	Relazione confini N2K/AP	Habitat N2K marino-costieri presenti nel sito	PDG (Sì/No)	Superficie marina N2K	Area N2K (ha)	Responsabile	Stato	Regione	SDF
				è in vigore il Piano di orientamento provvisorio)						
/	Naravni spomenik Rt Madona	N.D.		N			Zavod RS za varstvo narave (Ministrstvo za okolje in prostor)	SI	Obalno-kraška	

5.1. Riferimenti comunitari

I principali riferimenti per quanto riguarda la tutela delle aree naturali a livello di Comunità Europea, sono le cosiddette Direttiva “Uccelli” e Direttiva “Habitat”. Si tratta delle due direttive (con relativo aggiornamento) che sono alla base della costruzione della rete Natura 2000 e della sua successiva attuazione):

- Dir. 79/409/CE ‘Uccelli’ del 02/04/1979 relativa alla tutela degli uccelli selvatici (aggiornata con la Dir. 147/2009 CE del 30/11/2009).
- Dir. 92/43/CEE ‘Habitat’ del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna e della flora selvatica.

In merito alla Direttiva “Habitat”, sono state prodotte numerose guide interpretative dei singoli articoli:

- *European Guidelines for the preparation of Site Management Plans* (seminario di Galway 1996) – Guida all’interpretazione dell’articolo 6 della Direttiva Habitat 92/43 (2000 e integrazioni 2007).
- Manuali di interpretazione degli habitat di interesse comunitario (1996 e aggiornamenti 2003 e 2007).

5.2. Riferimenti nazionali

Ciascuno degli Stati Membri recepisce le direttive e le linee guida europee attraverso l’emanazione di specifici decreti. Di seguito vengono riportati i principali riferimenti legislativi e documenti riguardanti l’Italia e la Slovenia in merito all’attuazione delle Rete Natura 2000.

Riferimenti nazionali italiani

- D.P.R. n. 357 del 08/09/1997 con successive modifiche e integrazioni, recepisce e regola l’attuazione della direttiva 92/43/CEE in Italia:
 - D.M. 20/01/1999 (GU n. 32 del 09/02/1999),
 - D.P.R. 120/03, D.M. 11/6/2007 (GU n. 150, suppl. ord. 152).
- D.M. 03/04/2000, elenco delle Zone di Protezione Speciale (ZPS).
- D.M. 03/09/2002 (GU n. 244 del 24/09/2002), linee guida per la gestione dei siti Natura 2000.
- D.M. 25/03/2004 e DM 25/03/2005, elenco dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC), gestione e misure di conservazione.
- D.M. 05/07/2007. elenco dei SIC per la zona biogeografia mediterranea.
- D.M. 17/10/2007 n 28223 (GU n. 258 del 06/11/2007), criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale.
- D.M. 26/03/2008 (GU n. 103 del 03/05/2008), primo elenco dei Siti di Importanza Comunitaria per la regione biogeografica alpina.
- D.M. 02/08/2010 (GU n. 197 del 24/08/2010), terzo elenco dei Siti di Importanza Comunitaria per la regione biogeografia continentale.
- Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE.

Riferimenti nazionali sloveni

- Regolamento che modifica e integra il regolamento sulle Zone di Protezione Speciale (siti Natura 2000), Gazzetta Ufficiale della Repubblica di Slovenia, n. 8/2012.
- Regolamento che modifica e integra il regolamento sulle Zone di Protezione Speciale (siti Natura 2000), Gazzetta Ufficiale della Repubblica di Slovenia, n. 33/2013.
- Programma di gestione Natura 2000 (2015 - 2020).
- Decreto che dichiara Debeli Rtič monumento naturale (Primorske novice - Gazzetta Ufficiale n. 33/91).
- Decreto sulla dichiarazione dei singoli monumenti naturali e dei monumenti di natura antropica nel Comune di Pirano (Primorske novice - Gazzetta Ufficiale n. 5/90), per quanto riguarda il monumento naturale di Capo Madona.
- Decreto che dichiara il Parco paesaggistico di Strugnano (Primorske novice, Gazzetta Ufficiale, n. 5/90, em. 26/90, 3/90, em. 6/90 e 16/92).
- Legge sulla conservazione della natura (ZON-UPB2, Gazzetta Ufficiale della Repubblica di Slovenia, n. 96/04, 61/06 - ZDru-1, 8/10 - ZSKZ-B e 46/14).
- Regolamento sul Parco paesaggistico di Strugnano (Gazzetta Ufficiale della Repubblica di Slovenia, nn. 107/04, 83/06, 71/08, 76/08 e 77/10).
- Decreto sul Parco paesaggistico Debeli Rtič (Gazzetta Ufficiale della Repubblica di Slovenia, n. 48/2018 del 13 luglio 2018).

5.3. Riferimenti regionali

Per quanto riguarda l'Italia, ciascuna Regione a sua volta si adegua al riferimento legislativo nazionale emanando una serie di decreti e leggi che definiscono, sul proprio territorio, le norme e i regolamenti specifici per le proprie aree Natura 2000. Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi a valenza regionale di Friuli Venezia Giulia e Veneto, le due regioni italiane coinvolte nel progetto Tretamara.

Riferimenti regionali del Friuli Venezia Giulia

- L.R. n. 17 del 25/08/2006, definisce le prime misure di compensazione all'interno del PSR-Programma di Sviluppo Rurale regionale e definisce le sanzioni per le violazioni delle misure stesse
- D.Pres.reg. 03/01/Pres del 20/01/2007, regolamento concernente la caratterizzazione tipologica delle ZPS, disciplina delle attività cinofile consentite e delle zone soggette a limitazione nell'utilizzo di munizioni.
- L. R. n. 14 del 14/06/2007, vengono individuate le misure di conservazione per le ZPS, in attuazione dell'art. 4 della direttiva 'Uccelli'.
- L. R. n. 7 del 21/07/2008, sono incluse le norme per l'attuazione dell'art.3 della direttiva 'Habitat', le misure di salvaguardia per le ZPS e i SIC. Sulla base del Decreto nazionale vengono aggiornate le misure per l'attuazione dell'art. 4 della direttiva 'Habitat' relativo alle misure di conservazione delle ZPS. Vengono individuate tutte le sanzioni relative.
- L.R. n. 13 del 20/07/2009, legge di adeguamento alle norme comunitaria che apporta alcune integrazioni e modifiche anche nel campo di Natura 2000.

- L.R. n. 17 del 21/10/2011, legge di manutenzione che all'art. 140 modifica alcuni aspetti procedurali su misure di conservazione e piani di gestione.
- D.G.R. n. 922 del 20/05/2011, fa riferimento alla L.R. 07/2008, art. 10, comma 12 e tratta degli indirizzi metodologici per la redazione degli strumenti di gestione dei siti Natura 2000. Nell'allegato A vengono esposti e gli indirizzi per la redazione dei piani di gestione, precedentemente solo indicativi nel Manuale S.A.R.A.
- Manuale degli habitat del FVG, manuale di descrizione e valutazione degli habitat presenti nel Friuli Venezia Giulia e definizione della corrispondenza con gli habitat di interesse comunitario (allegato I Direttiva 'Habitat'). Tale manuale rappresenta la base per le cartografie degli habitat sul territorio regionale.
- Progetto S.A.R.A. - Manuale di indirizzo per la gestione delle aree tutelate del FVG (2008), rappresenta il manuale di riferimento per la redazione dei Piani di gestione di siti Natura 2000 in Friuli Venezia Giulia. Contiene anche le schede di valutazione di habitat e specie di interesse comunitario a livello regionale.
- L.R. n. 42 del 30/09/1996 - Norme in materia di Parchi e Riserve Naturali Regionali, è la legge quadro regionale in materia di aree protette che istituisce parchi e riserve, definisce le modalità di istituzione dei biotopi ed individua le aree di reperimento. Essa prevede e descrive contenuti e modalità di approvazione dei Piani di Conservazione e Sviluppo di Parchi e Riserve Regionali.
- L.R. n. 9 del 23/04/2007 - Norme in materia di risorse forestali e relativo regolamento D.P.R. n. 74 del 20/03/2009, al capo IV (funzione ambientale e naturalistica) sono inclusi gli articoli riguardanti la tutela della fauna e della flora di importanza comunitaria e di interesse regionale (sezione I). L'art. 59 indica i divieti che riguardano le specie vegetali e animali elencate nell'allegato IV della Direttiva 92/43/CEE e quelle di interesse regionale; gli elenchi di tali specie sono stati pubblicati nel regolamento della legge. È espresso anche il divieto di introdurre nell'ambiente naturale specie animali o vegetali non appartenenti alla flora o alla fauna regionali (fatto salvo quanto previsto all'articolo 12 del regolamento emanato con decreto del Presidente della Repubblica 357/1997, modificato dall'art. 12 D.P.R. 12 marzo 2003, che vieta comunque la reintroduzione, l'introduzione e il ripopolamento in natura di specie e popolazioni non autoctone). In sintesi per le specie vegetali elencate nell'allegato IV della Direttiva 'Habitat' (allegato A del regolamento) e di interesse regionale (allegato B), l'art. 59 prevede il divieto di raccogliere, collezionare, tagliare, estirpare, distruggere intenzionalmente, nonché possedere, trasportare, scambiare o commercializzare esemplari raccolti nell'ambiente naturale applicato a tutte le fasi del loro ciclo biologico.

Per quanto riguarda la fauna le specie in allegato IV della Direttiva presenti in Regione sono soprattutto rettili, anfibi e artropodi (insetti), alcuni mammiferi fra cui tutti i chiroteri e i cetacei, una specie ittica e tre di molluschi. Orso bruno, lince europea e gatto selvatico sono già oggetto di tutela particolare ai sensi della legge 157/1992 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio". All'interno della fauna di interesse regionale vi sono tutti i rettili e gli anfibi presenti sul territorio regionale e dall'intero popolamento naturale delle grotte e invertebrati.

Riferimenti regionali del Veneto

- D.G.R. n. 306 del 10/12/2014 e n. 309 del 23/12/2014 – Attivazione di un rapporto di assistenza tecnico-scientifica per la elaborazione delle Misure di Conservazione per i Siti di Interesse Comunitario (SIC) di Rete Natura 2000, rispettivamente con l'Università di Padova e con l'Ente Parco Naturale Regionale del Delta del Po. Nella definizione di tali Misure di Conservazione si prevedeva l'integrazione sia con quanto

disposto dal D.M. n. 184 del 17 ottobre 2007, sia con quanto definito dalla D.G.R. n. 2371 del 27 luglio 2006.

- D.G.R. n. 1761 del 01/12/2015 – Disciplina del procedimento per l'adozione e l'approvazione delle Misure di Conservazione per i siti Rete Natura 2000, al fine della designazione delle Zone Speciali di Conservazione, come previsto all'art. 4, co. 4, della Direttiva Habitat 92/43/CEE.
- D.G.R. n. 364 del 24/03/2016 – Adozione delle Misure di Conservazione.
- D.G.R. n. 786 del 27/05/2016 – Approvazione delle Misure di Conservazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) della Rete Natura 2000 al fine della designazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC), come previsto all'art. 4, co. 4, della Direttiva 92/43/CEE. Tali Misure di Conservazione recepiscono ed integrano il DM n. 184 del 17 ottobre 2007 e si applicano ai Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e, all'atto della loro designazione, alle Zone Speciali di Conservazione (ZSC).
- D.G.R. n. 1331 del 16/08/2017 - Misure di Conservazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) della Rete Natura 2000 (Articolo 4, comma 4, della Direttiva 92/43/CEE). Modifiche ed integrazioni. Sono state modificate e integrate le Misure di Conservazione per le Zone Speciali di Conservazione, mentre, per quanto riguarda le Schede Sito Specifiche, queste sono state integrate con gli obiettivi specifici, sia per l'Ambito Biogeografico Alpino che per quello Continentale.
- DGR n. 667 del 2018 – La regione Veneto ha espresso parere favorevole sullo schema di decreto ministeriale di designazione di 98 Zone Speciali di Conservazione (ZSC) delle Regioni Biogeografiche Alpina e Continentale insistenti sul territorio del Veneto. Il MATTM in data 27 luglio 2018 ha adottato, d'intesa con la Regione Veneto, il Decreto 'Designazione di 35 zone speciali di conservazione (ZSC) della regione biogeografica alpina e di 61 ZSC della regione biogeografica continentale insistenti nel territorio della Regione Veneto' (quindi 96 ZSC in totale).
- DGR n. 265 dell'8/03/2019 - la Regione del Veneto ha espresso parere positivo al decreto per la designazione delle 6 Zone Speciali di Conservazione (ZSC). Il MATTM in data 10 maggio 2019 ha adottato, d'intesa con la Regione Veneto, il Decreto 'Designazione di sei zone speciali di conservazione (ZSC) della regione biogeografica alpina insistenti nel territorio della Regione Veneto'.
- DGR n. 626 del 14/05/2019 – La Regione Veneto ha provveduto ad approvare lo schema di decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di designazione quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC) di due Siti di Importanza Comunitaria (SIC) della Regione Biogeografica Alpina, IT3230085 Comelico - Bosco della Digola - Brentoni Tudaio e IT 3230006 Val Visdende - Monte Peralba - Quaternà, che insistono sul territorio di due Regioni, Veneto e Friuli Venezia Giulia. Il MATTM in data 20 giugno 2019 ha adottato, d'intesa con la Regione Veneto, il Decreto “Designazione di due zone speciali di conservazione (ZSC) insistenti nel territorio della regione biogeografica alpina delle Regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia.

Con quest'ultimo passaggio, tutti i siti SIC ricadenti in Regione del Veneto ora sono designati come ZSC.

- Atlante dei siti Natura 2000 del Veneto, a cura di Regione Veneto - Direzione Pianificazione Territoriale e Parchi. L'Atlante illustra i siti che compongono la rete Natura 2000 del Veneto trattando in prevalenza, gli habitat d'interesse comunitario e il paesaggio naturale.

6. Strumenti di pianificazione e gestione delle aree protette a livello locale (AMP, Riserve e Parchi Regionali e Nazionali)

A livello italiano, per ogni Parco, Riserva o Area Marina Protetta viene adottato un **Regolamento** in cui vengono descritte le attività consentite all'interno del territorio dell'area tutelata. In particolare il Regolamento disciplina:

- le attività agro-silvo-pastorali
- la gestione della flora e della fauna selvatica
- le attività scientifiche, didattiche, educative e di promozione
- le attività sportive, ricreative e turistiche compatibili con la tutela dell'ambiente
- la circolazione dei veicoli a motore

Nella **Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia**, inoltre, è prevista anche la redazione del **Piano di Conservazione e Sviluppo (PCS)** che, oltre a contenere tavole con la definizione cartografica dell'area tutelata, la suddivide in tre zone: (i) tutela naturalistica, (ii) tutela generale e (iii) zona destinata ad infrastrutture e strutture funzionali all'area protetta stessa. A livello operativo, il PCS:

- specifica gli interventi proposti per lo sviluppo socioeconomico e culturale del parco
- individua i beni immobili da acquisire alla proprietà pubblica, necessari al conseguimento degli obiettivi del Piano
- definisce i rapporti e le interazioni con gli elementi strutturali territoriali interni ed esterni all'area protetta
- individua le attività oggetto di incentivazione da parte del Gestore dell'area tutelata

Diversi sono poi gli **strumenti di valutazione** applicati sia ai Piani di Gestione che alle opere in programma che possono avere un impatto sulle aree tutelate. Le principali procedure di valutazione ambientale sono:

VAS-Valutazione Ambientale Strategica

Introdotta dalla Direttiva 2001/42/CE, la VAS integra le considerazioni di carattere ambientale ai piani e programmi in elaborazione o fase di adozione. L'obiettivo è di assicurare che le scelte e le azioni inserite nei piani/programmi siano sostenibili a livello ambientale.

VIA-Valutazione d'Impatto Ambientale

La VIA va a valutare gli impatti ambientali, diretti e indiretti, di un progetto nei vari ambiti specificati dal D.Lgs. 152/2006, ossia: (i) l'uomo, la fauna e la flora, (ii) il suolo, l'acqua, l'aria e il clima, (iii) i beni materiali ed il patrimonio culturale, (iv) l'interazione tra i fattori di cui sopra.

VInCA-Valutazione d'Incidenza ecologica

La VInCA sottopone a valutazione tutti i piani e progetti che possono avere una ricaduta sui siti Natura 2000. Introdotta con la Direttiva 'Habitat', la VInCA punta a definire l'equilibrio tra la conservazione delle specie e degli habitat e l'uso sostenibile del territorio.

Nell'ambito degli interventi di gestione riguardo le specie IAS-*Invasive Alien Species*, si colloca la Strategia Regionale per il **contrasto alle specie esotiche invasive** (2021-2026) del Friuli Venezia Giulia. Nel 2019, infatti, la Giunta Regionale ha dato disposizioni attuative per affrontare in maniera trasversale e multidisciplinare gli interventi di gestione delle IAS, stabilendo le priorità d'azione e collaborando alla stesura di una Strategia regionale in materia di specie aliene invasive. Nel 2020, la stessa Giunta ha approvato la Strategia che è diventata a tutti gli effetti il documento di riferimento regionale per il contrasto delle IAS.

La Strategia, infatti, tenendo conto della normativa, dell'assetto organizzativo regionale, delle risorse disponibili, delle specifiche situazioni territoriali e considerando sia le specie aliene di rilevanza locale, sia le

altre specie aliene presenti sul territorio, individua diversi obiettivi prioritari. Questi sono suddivisi per motivi pratico-operativi, secondo lo schema logico del Regolamento comunitario in Prevenzione e Controllo (eradicazione e gestione).

Le IAS sono raggruppate in Liste, organizzate in funzione di approcci omogenei di intervento ed azioni di contrasto. Queste ultime si fondano su tre pilastri principali: (i) prevenzione, (ii) rilevamento precoce ed eradicazione rapida e (iii) gestione di specie ampiamente diffuse sul territorio e ormai insediatesi stabilmente.

6.1. Valutazione dello stato di tutela delle aree protette

Per ciascuna area protetta selezionata nel Progetto in cui verranno svolte azioni pilota di gestione e conservazione, si fornisce una panoramica schematica sul livello di tutela di cui l'area gode. In altri termini, si indica il **livello di completezza degli strumenti di gestione**, fornendo i riferimenti legislativi e specificando, di caso in caso, eventuali particolarità che caratterizzano l'area.

ZSC IT3250048 Tegnùe di Porto Falconera

ZSC IT3250047 Tegnùe di Chioggia

NETWORK	Natura 2000
% NO-TAKE AREA	100% (?) 'Nelle tegnùe di Chioggia e Caorle sono vietate: l'esercizio della pesca professionale e sportiva (...)' (All. A DGR n. 220 del 01/03/2011)
LIVELLO MANAGEMENT	Ente pubblico regionale
PDG (S/N)	No, sono in vigore le Misure di Conservazione individuate con la L.R. 15/2007 "Interventi per la tutela, la promozione e lo sviluppo della zona costiera del veneto e per la creazione di zone di tutela biologica marina"
IL PDG É IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE (S/N)	No
ESISTE UN PIANO DI MONITORAGGIO? È IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE? (S/N)	No, non esiste un vero e proprio piano di monitoraggio ma è prevista 'la realizzazione di programmi di studio e ricerca scientifica nei settori dell'ecologia, della biologia marina e della tutela ambientale, al fine di assicurare la conoscenza sistematica delle aree' (All. A DGR n. 220 del 01/03/2011)
ESISTONO ALTRE REGOLAMENTAZIONI PER I SETTORI ECONOMICI E PRODUTTIVI? (es. pesca, diving, turismo ecc.) (S/N)	I progetti Interreg Tretamara e CASCADE prevedono azioni pilota per l'implementazione della gestione dei siti N2K (CASCADE per le sole Tegnùe di Chioggia)
ESISTONO ALTRE REGOLAMENTAZIONI PER I SETTORI ECONOMICI E PRODUTTIVI? (es. pesca, diving, turismo ecc.) (S/N)	Sì, la pesca professionale, sportiva e subacquea è vietata, come anche l'ancoraggio (All. A DGR n. 220 del 01/03/2011)
È DISPONIBILE UN BUDGET PER L'IMPLEMENTAZIONE DEL PDG? (S/N)	ND
ESISTE UN MECCANISMO DI SORVEGLIANZA? (S/N)	Sì, Capitaneria di Porto competente per l'area
SFORZO DI SORVEGLIANZA (QUANTO È LO STAFF DISPONIBILE?)	ND
DATA DI DESIGNAZIONE (ZSC)	Luglio 2018 (DM 27/07/2018 - G.U. 190 del 17-08-2018)
WEB/INFO	https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/siti-rn2000

NOTE

ZSC/ZPS IT3330006 Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia

NETWORK	Natura 2000
% NO-TAKE AREA	70% circa ('Nell'area della valle Cavanata intesa in senso stretto vige il divieto di pesca professionale e/o sportiva. Nella parte marina del sito, la pesca viene attuata in regime di libero accesso')
LIVELLO MANAGEMENT	Ente pubblico regionale
PDG (S/N)	Sì (DGR 1825 del 18/10/2012 pubblicata sul I SUPPLEMENTO ORDINARIO N. 33 DEL 5 DICEMBRE 2012 AL BUR N. 49 DEL 5 DICEMBRE 2012 "LR 7-2008, art 10. Piano di Gestione del SIC e ZPS IT333006 Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia. Approvazione)
IL PDG É IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE (S/N)	No, il PDG è già in vigore
ESISTE UN PIANO DI MONITORAGGIO? È IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE? (S/N)	Sì, nel PDG sono previste una serie di azioni MR-Monitoraggio e Ricerca (All. B: schede delle azioni di piano con valore di misure di conservazione)
ESISTONO ALTRE REGOLAMENTAZIONI PER I SETTORI ECONOMICI E PRODUTTIVI? (es. pesca, diving, turismo ecc.) (S/N)	Sì, nel PDG sono previste una serie di azioni R-Regolamentazione, tra cui la disciplina: della navigazione, degli approdi, degli accessi e della fruizione (RE2), delle attività agricole (RE3), delle attività di pesca professionale (RE4), sportiva e ricreativa (RE5), dell'attività venatoria (RE6) (All. B del PDG)
È DISPONIBILE UN BUDGET PER L'IMPLEMENTAZIONE DEL PDG? (S/N)	ND
ESISTE UN MECCANISMO DI SORVEGLIANZA? (S/N)	Sì, Capitaneria di Porto competente per l'area
SFORZO DI SORVEGLIANZA (QUANTO È LO STAFF DISPONIBILE?)	ND
DATA DI DESIGNAZIONE	ZSC: ottobre 2013 (DM 21/10/2013 - G.U. 262 del 8-11-2013) ZPS: febbraio 2002 (DGR n. 435 del 25/02/2000)
WEB/INFO	https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVFG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA203/FOGLIA107/
NOTE	Il sito si sovrappone parzialmente alla Riserva Naturale Regionale della Val Cavanata il cui Regolamento è stato approvato con DPGR del 10 novembre 2000, n. 0405/Pres., LR 42/96, art. 18 pubblicato sul BUR n. 48 del 29/11/2000. Non c'è il PCS Organo gestore della RNR è il Comune di Grado

ZSC/ZPS IT3330009 Trezze San Pietro e Bardelli

NETWORK	Natura 2000
% NO-TAKE AREA	0% Ci sono alcuni divieti di pesca per settori e attrezzi specifici: divieto di esercitare la pesca professionale con reti da traino (REF26.0); divieto di pesca professionale per molluschi (REF27.0)

LIVELLO MANAGEMENT	Ente pubblico regionale
PDG (S/N)	No, ma sono in vigore le Misure di Conservazione generali e sitospecifiche (con DGR 1701/2019 pubblicata sul 1 ° supplemento ordinario n. 29 del 23 ottobre 2019 al bollettino ufficiale n. 43 dell'ottobre 2019, sono state approvate le misure di conservazione sitospecifiche per la ZSC, mentre per la ZPS le misure di conservazione generali sono quelle dell'art.3 della L.R. 14/2007)
IL PDG É IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE (S/N)	No
ESISTE UN PIANO DI MONITORAGGIO? È IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE? (S/N)	Sì, nelle MDC sito specifiche ci sono alcune misure che riguardano il monitoraggio: monitoraggio specie (MRN01.2), monitoraggio habitat (MRN02.2), monitoraggio effetti della sedimentazione (MRN03.2) (All. 5 alla Delibera n. 1701 del 04/10/2019)
ESISTONO ALTRE REGOLAMENTAZIONI PER I SETTORI ECONOMICI E PRODUTTIVI? (es. pesca, diving, turismo ecc.) (S/N)	Sì, nelle MDC sito specifiche ci sono alcune misure di regolamentazione e interventi per la pesca professionale con reti da traino (REF26.0) e quella professionale di molluschi (REF27.0), per l'ancoraggio (REG11.0), impatto natanti (IAE03.0) e per l'attività subacquea (IAG03.0) (All. 5 alla Delibera n. 1701 del 04/10/2019)
È DISPONIBILE UN BUDGET PER L'IMPLEMENTAZIONE DEL PDG? (S/N)	ND
ESISTE UN MECCANISMO DI SORVEGLIANZA?	Sì, Capitaneria di Porto competente per l'area
SFORZO DI SORVEGLIANZA (QUANTO È LO STAFF DISPONIBILE?)	ND
DATA DI DESIGNAZIONE	ZSC: giugno 2020 (DM 17/06/2020 - G.U. 179 del 17-7-2020) ZPS: dicembre 2021 (DGR 2004 del 23 dicembre 2021, pubblicata sul BUR n. 1 del 05/01/2022 e comunicazione al Ministero per successivi adempimenti)
WEB/INFO	https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVFG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA203/FOGLIA118/
NOTE	

ZSC SI3000249 Med Izolo in Strunjanom – klif

NETWORK	Natura 2000
% NO-TAKE AREA	18%
LIVELLO MANAGEMENT	Ente pubblico nazionale facente capo al Ministero dell'ambiente
PDG (S/N)	Sì
IL PDG É IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE (S/N)	Sì
ESISTE UN PIANO DI MONITORAGGIO? È IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE? (S/N)	No
ESISTONO ALTRE REGOLAMENTAZIONI PER I SETTORI ECONOMICI E PRODUTTIVI? (es. pesca, diving, turismo ecc.) (S/N)	I regolamenti si applicano alla pesca (professionale e ricreativa), alle immersioni, allo sviluppo costiero, allo sfruttamento e alle attività di visita. Alcune attività sono vietate, altre regolamentate e controllate

È DISPONIBILE UN BUDGET PER L'IMPLEMENTAZIONE DEL PDG? (S/N)	Sono previsti circa 6,2 milioni di € (di cui 2 milioni provengono da fondi statali) per l'attuazione dei compiti inclusi nel piano decennale <i>MPLPS-Management Plan of Landscape Park Strunjan</i> (Piano di gestione del Parco paesaggistico di Strugnano) per il periodo 2018-2027
ESISTE UN MECCANISMO DI SORVEGLIANZA? (S/N)	Sì, il KPS è un ente autorizzato dal Ministero a svolgere attività di supervisione della conservazione della natura in conformità alla Legge sulla conservazione della natura e al Regolamento KPS
SFORZO DI SORVEGLIANZA (QUANTO È LO STAFF DISPONIBILE?)	2 ranger full-time e 1 part-time
DATA DI DESIGNAZIONE (ZSC)	Il 02/02/1990 l'area è stata designata come protetta a livello locale, mentre il 15/10/2004 è stata dichiarata area protetta a livello nazionale
WEB/INFO	http://www.natura2000.si/natura-2000/life-upravljanje/program-upravljanja/
NOTE	Sito Natura 2000 compreso parzialmente nel Krajinski park Strunjan Secondo la legislazione nazionale, l'area protetta è stata dichiarata <i>Landscape Park</i> (Parco paesaggistico) e comprende anche due Riserve Naturali (RN Strunjan - costiera e marina; RN Strunjan-Stjuža - saline e laguna) e un monumento naturale (un viale a <i>Pinus pinea</i>). Il parco è stato istituito con il decreto governativo sul Parco paesaggistico di Strunjan (Gazzetta ufficiale della Repubblica di Slovenia n. 107/04, 114/04 - popr., 83/06, 71/08, 77/10 e 46/14 - ZON-C). Il Parco presenta 13 valori naturali. Secondo la IUCN, l'area protetta appartiene alle categorie IV e V. L'area protetta è gestita da un Ente pubblico, l'Istituto pubblico del Parco paesaggistico di Strunjan.

ZSC SI3000243 Debeli Rtič

NETWORK	Natura 2000
% NO-TAKE AREA	0%
LIVELLO MANAGEMENT	Local community
PDG (S/N)	No
IL PDG È IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE (S/N)	Sì
ESISTE UN PIANO DI MONITORAGGIO? È IN FASE DI IMPLEMENTAZIONE? (S/N)	Sì, in fase di implementazione
ESISTONO ALTRE REGOLAMENTAZIONI PER I SETTORI ECONOMICI E PRODUTTIVI? (es. pesca, diving, turismo ecc.) (S/N)	Sì, per la pesca ricreativa e professionale, diving e turismo
È DISPONIBILE UN BUDGET PER L'IMPLEMENTAZIONE DEL PDG? (S/N)	Sì,
ESISTE UN MECCANISMO DI SORVEGLIANZA? (S/N)	Sì
SFORZO DI SORVEGLIANZA (QUANTO È LO STAFF DISPONIBILE?)	3 persone
DATA DI DESIGNAZIONE (ZSC)	21/06/2018 per il Parco (Krajinski park Debeli rtič, Uradni list RS, št. 48/2018 z dne 13. 7. 2018)

Febbraio 2012 per la ZSC SI3000243 (Uredba o spremembah in dopolnitvi Uredbe o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 8/2012)

WEB/INFO

<http://www.natura2000.si/natura-2000/life-upravljanje/program-upravljanja/>

<https://obcina-ankaran.si/sl/zivljenje-v-ankaranu/okolje-in-prostor/krajinski-park-debeli-rtic>

<https://www.visitankaran.si/sl/krajinski-park/o-parku>

NOTE

Sito Natura 2000 compreso parzialmente nel Krajinski Park Debeli rtič

Come si evince dalle informazioni riportate, i siti Natura 2000 selezionati presentano **diversi livelli di tutela** a seconda di aspetti quali:

- l'adozione o meno di un Piano di Gestione che preveda interventi, regolamentazioni, piani di monitoraggio
- in alternativa, la presenza di Misure di Conservazione sito-specifiche al posto delle MDC generali che non considerano la peculiarità del sito
- la compresenza di un'area protetta regionale o nazionale parzialmente o totalmente compresa nel sito N2K con un regolamento più stringente

Queste differenze emergono ancora di più se si mette a confronto la situazione per Regione, laddove ciascuna Regione o Stato ha potere normativo, venendosi così a creare siti Natura 2000 estremamente diversificati per grado di tutela.

7. Gli habitat di valore ecologico delle aree protette dell'Adriatico Settentrionale

Nei paragrafi precedenti si è accennato al **grande valore di alcuni habitat dell'Adriatico Settentrionale**. In questa sezione verranno illustrate le peculiarità ecologiche degli habitat presenti nei siti Natura 2000 selezionati nel Progetto (habitat in grassetto nella **Tabella 2**) e destinatari delle azioni pilota. La descrizione degli habitat è ripresa dal Manuale italiano di interpretazione degli habitat Natura 2000 (<http://vnr.unipg.it/habitat/>).

7.1. 11-Acque marine e ambienti di marea

Si tratta di habitat prettamente marini oppure costieri ma dove la componente acquatica predomina su quella terrestre.

1110-Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina

Questi **banchi sabbiosi** appartengono al piano infralitorale e sono perennemente sommersi da acque poco profonde. La granulometria di queste formazioni può risultare anche più fine (fanghi) o più grossolana (ghiaie). I banchi sabbiosi possono costituire il prolungamento sottomarino delle coste sabbiose o poggiare saldamente su di un substrato roccioso al largo della costa. Per quanto riguarda la vegetazione, in termini di fanerogame marine, questa può essere assente, scarsa oppure ben rappresentata in relazione al tipo di sedimento e all'intensità delle correnti marine. A livello di mar Mediterraneo, questo habitat include tutti i substrati a fondo mobile più o meno sabbiosi e può presentare numerose varianti:

- *Variante I* - Banchi o fondali di sabbia permanentemente sommersi da acque marine privi di vegetazione vascolare
- *Variante II* - Banchi o fondali di fanghi o fanghi sabbiosi permanentemente sommersi da acque marine privi di vegetazione vascolare
- *Variante III* - Banchi o fondali di sabbia o di sabbia fangosa permanentemente sommersi da acque marine con vegetazione dello zostereto. Questi banchi caratterizzano le aree con minor idrodinamismo in ambienti di acque calme e poco profonde, dove lo zostereto si trova in condizioni di scarsa ossigenazione e con apporti di acqua dolce che mantengono la salinità tra 22 e 37‰. In questa variante si trova anche *Nanozostera marina* che predilige ambienti con acque più calme di tipo lagunare
- *Variante IV* – Banchi o fondali di sabbia permanentemente sommersi da acque marine con vegetazione dello zostereto. Si trovano spesso in zone riparate da scogliere o da banchi di *Posidonia*, con vegetazione rizofitica monospecifica di *Cymodocea nodosa*, talora associata con altre fanerogame marine come *Halophila stipulacea* o con alghe quali *Caulerpa prolifera*. Si stabilisce su sabbie con prevalenza di elementi fini
- *Variante V* – Banchi o fondali di sabbia permanentemente sommersi da acque marine con vegetazione del *Lithophyllion stictaeformis*. In questa variante, sono le alghe rosse calcaree a dare origini a “letti a Rodoliti” (rhodolith beds) o “fondi a Maërl” di natura organogena. Questi sono habitat intermedi tra le biocenosi organogene di fondo duro o roccioso (es. Biocenosi del Coralligeno) e le biocenosi dei fondi molli con sabbie grossolane e ghiaie. Queste formazioni organogene costruiscono un habitat e numerosi microhabitat che condizionano lo sviluppo di una ricca biodiversità (oltre 400 specie di animali e oltre 100 di vegetali) sia di substrato duro che di substrato molle, ma anche di specie demolitrici, fossorie e interstiziali.

1140-Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea

Questo habitat definisce le cosiddette **piane di marea**, ossia aree costituite da sedimenti sabbiosi o fangosi, dalla pendenza ridotta e contigue alle coste di oceani, mari e lagune. Le piane di marea **emergono solo con la bassa marea** e risultano prive di vegetazione vascolare. Nelle zone che emergono raramente, però, possono instaurarsi comunità a *Zostera marina* che restano emerse per brevi periodi.

Le piane di marea risultano particolarmente importanti per l'alimentazione dell'avifauna acquatica, in particolare per anatidi, limicoli e trampolieri. In generale, l'avifauna che frequenta questo habitat risulta molto ricca e diversificata, ma anche soggetta a marcate variazioni stagionali. Tra gli organismi più rappresentativi di cui l'avifauna si ciba si trovano polichete *Hediste diversicolor*, i bivalvi *Cerastoderma glaucum* e *Abra segmentum*, i gasteropodi *Hydrobia* spp., gli anfipodi *Gammarus* spp. e *Corophium insidiosum*, l'isopode *Lekanesphaera hookeri*.

1150*-Lagune costiere

Le lagune costiere costituiscono un **habitat raro a livello mondiale** ed è stato stimato rappresentino appena il 13% dell'intero tratto costiero mondiale (Bird 2000). La Direttiva 'Habitat', infatti, inserisce questo habitat tra quelli prioritari.

Le lagune costiere possono essere caratterizzate dalla presenza di acque lentiche, salate o salmastre, poco profonde, con notevoli variazioni stagionali in termini di salinità e profondità. Queste variazioni sono dovute a: (i) la tipologia di apporti idrici (acque marine o continentali), (ii) la piovosità, (iii) la temperatura; queste ultime due condizionano il processo di evaporazione del bacino d'acqua.

Le lagune costiere sono in contatto diretto o indiretto col mare, separati da esso in genere da un cordone litoraneo che cinge lo specchio d'acqua lagunare. Il cordone litoraneo è interrotto da aperture dette bocche tidali, attraverso cui si verificano le ingressioni di acqua marina dovute alle correnti di marea. Meno frequentemente, il cordone esterno può essere di granulometria maggiore rispetto alla sabbia e presentare un substrato duro come ciottoli o addirittura roccia nel caso di coste basse rocciose.

1170-Scogliere

Le scogliere sono strutture a **substrato duro e compatto** che possono avere sia un'origine biogenica che geogenica. Le scogliere emergono dal fondale marino poggiando su fondi solidi e incoerenti o molli, rimanendo nei piani litorale o sublitorale.

Per quanto riguarda le comunità vegetali e animali, queste si distribuiscono secondo una determinata zonazione dando origine a biocenosi bentoniche come quella delle alghe fotofile nel piano infralitorale o quelle del mesolitorale superiore e inferiore. Inoltre, le scogliere vedono l'instaurarsi di **concrezioni biogeniche** che comprendono: incrostazioni, concrezioni corallogeniche e banchi di bivalvi provenienti da animali viventi o morti. In sostanza si tratta di fondali biogenici duri che forniscono habitat per specie epibiotiche. Tra gli esempi di vegetali che costruiscono scogliere biogeniche si trovano alcune alghe rosse della famiglia delle Corallinaceae e Peyssoneliaceae, mentre tra gli organismi animali si trovano alcuni policheti serpulidi, policheti e bivalvi.

1180-Strutture sottomarine causate dall'emissione di gas

Nel bacino dell'Adriatico Settentrionale questo habitat è presente nella forma di '**scogliere che emettono bolle di gas**' o '*bubbling reefs*', vale a dire scogliere associate ad emissioni di gas, talvolta intermittenti. Si tratta di formazioni composte da lastre di roccia e strutture stratificate ricche di anfratti, coperte da strutture di origine biogenica. Le scogliere fungono da substrato per **l'insediamento di diverse comunità bentoniche vegetali e animali** di fondo duro che si distribuiscono secondo diversi gradienti.

Nel bacino Nord Adriatico, queste formazioni ricadono nella zona fotica e generalmente sono colonizzate da alghe corallinacee mentre, per quanto riguarda la comunità animale, è presente una grande diversità di invertebrati come Poriferi, Antozoi, Policheti, Gasteropodi, Decapodi ed Echinodermi. Anche la comunità ittica risulta ben rappresentata, poiché la scogliera sottomarina richiama un gran numero specie di pesci che lì trovano siti idonei per l'alimentazione, la riproduzione e la protezione.

7.2. 12-Scogliere marittime e spiagge ghiaiose

Questi habitat caratterizzano la prima fascia costiera e possono venire in contatto diretto con l'acqua o con l'aerosol marino. La vegetazione che li caratterizza è pioniera poiché, periodicamente, viene raggiunta dalle onde del mare.

1210-Vegetazione annua delle linee di deposito marine

Si tratta di un habitat pioniero che colonizza la fascia costiera nella prima fase di attecchimento della vegetazione superiore fanerogamica nella dinamica di costruzione delle dune. Si presenta in successione con la comunità afitoica da un lato (quello rivolto verso il mare e periodicamente raggiunto dalle onde), mentre dall'altro (verso l'entroterra) precede le formazioni psammofili perenni, riconducibili all'habitat 2110-Dune embrionali mobili, ossia le formazioni embrionali delle comunità dunali.

In sostanza, l'habitat 1210 rappresenta formazioni erbacee annuali, costituite da vegetazione terofitica e alonitrofila, che colonizza spiagge sabbiose o composte da ciottoli sottili. L'habitat si costituisce in prossimità della battigia dove il materiale organico portato dalle onde si accumula e decompone, costituendo un substrato utile all'insediamento di questo tipo di vegetazione, ricco di sali marini e sostanza organica. L'habitat è diffuso lungo tutti i litorali sedimentari italiani e del Mediterraneo.

1240-Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici

Anche in questo caso si tratta di fitocenosi pioniera, durevoli e altamente specializzate ad insediarsi in ambienti caratterizzati dalla scarsa quantità di suolo. Queste comunità vegetali non presentano solitamente comunità di sostituzione.

Gli ambienti colonizzati sono costituiti dalle scogliere e dalle coste rocciose del Mediterraneo che vengono ricoperti, in forma discontinua, da specie alo-rupicole, per lo più piante casmofitiche, casmocomofite e comofitiche. Queste specie hanno la capacità di vivere nelle fessure delle rocce e di sopportare il contatto diretto con l'acqua e l'aerosol marini, fattori che sarebbero limitanti per lo sviluppo della vegetazione. L'alta specializzazione di queste piante, invece, fa sì che possano colonizzare l'ambiente roccioso costiero. Particolare rilievo ha la specie *Crithmum maritimum* e le specie endemiche e microendemiche del genere *Limonium* sp. pl., rese sito-specifiche da particolari meccanismi di riproduzione asessuata (apomissia) e dalla bassa dispersione dei propaguli.

7.3. 13-Paludi e pascoli inondati atlantici e continentali

Questi sono ambienti che caratterizzano le zone costiere paludose e salmastre, con specie vegetali alofile. Il substrato su cui questi habitat si formano è per lo più fangoso. Anche questi habitat sono soggetti a possibili inondazioni da parte dall'acqua marina.

1310-Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose

Le specie vegetali che caratterizzano questo habitat sono in prevalenza annuali alofile e si insediano sulle distese fangose delle paludi salmastre (soprattutto Chenopodiaceae del genere *Salicornia*), costituendo comunità durevoli. Questo dà origine a praterie che possono occupare ampi spazi pianeggianti e inondati o svilupparsi nelle radure delle vegetazioni alofile perenni appartenenti ai generi *Sarcocornia*, *Arthrocnemum* e *Halocnemum*.

In genere, l'habitat 1310 si trova in contatto catenale con le formazioni alofile a suffrutici della classe *Sarcocornietea fruticosae* dell'habitat 1420-Praterie e fruticeti mediterranee e termo-atlantici (*Sarcocornietea fruticosi*). In aggiunta, condizioni di disturbo da parte delle formazioni ad emicriptofite inquadrare nell'ordine *Juncetalia maritimi* dell'habitat 1410-Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*), possono alterare la microtopografia originando condizioni di minore salinità. In sostanza la vegetazione dell'habitat 1310 costituisce micromosaici e quindi entra in contatto catenale con la vegetazione delle falesie 1240 e talora anche con quella delle formazioni dunali dell'habitat 2110.

1320 Prati di *Spartina* (*Spartinion maritimae*)

Questo habitat rappresenta una formazione vegetale endemica dell'Alto Adriatico ed è costituito da specie alofile perenni composte, in prevalenza, di piante erbacee pioniere del genere *Spartina* tipiche di ambienti

fangosi costieri salmastri. L'habitat si sviluppa su terreni fortemente intrisi d'acqua, ricchi di sostanza organica, su substrato argilloso-limoso e ad elevato contenuto salino. Si sviluppa nelle aree più depresse quasi costantemente bagnate dall'acqua salmastra o marina, dove costituisce cenosi fisionomicamente caratterizzate e dominate da *Spartina maritima*. Questa una specie anfi-atlantica² che nel Mediterraneo è presente esclusivamente nella regione nord-adriatica dove costituisce una disgiunzione del suo areale di distribuzione. Grazie all'efficiente apparato ipogeo, *S. maritima* contribuisce a consolidare i fanghi salmastri.

7.4. 14-Paludi e pascoli inondatai mediterranei e termo-atlantici

Si tratta di zone costiere più arretrate rispetto alla linea di costa con suoli sabbiosi o fangosi, caratterizzate da vegetazione mediterranea alofila che sopporta periodiche ingressioni di acqua marina.

1410-Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

Si tratta di comunità vegetali che si instaurano in zone umide retrodunali, il cui substrato presenta percentuali di sabbia medio-alte e che vengono inondate da acque salate per periodi prolungati. La vegetazione si compone di specie mediterranee alofile e subalofile dell'ordine *Juncetalia maritimi*. Questa comunità riunisce formazioni costiere e subcostiere con aspetto di prateria generalmente dominata da giunchi o altre specie igrofile. L'habitat è diffuso lungo le coste basse mediterranee e in Italia risulta presente in quasi tutte le regioni che si affacciano sul mare.

1420-Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (*Sarcocornietea fruticosi*)

La classe vegetazionale *Sarcocornietea fruticosi* caratterizza l'habitat che vede la presenza di una vegetazione alofila perenne costituita prevalentemente da camefite e nanofanerofite succulente a distribuzione per lo più mediterraneo-atlantica (generi *Sarcocornia* e *Arthrocnemum*).

Nell'habitat 1420 si assiste alla formazione di comunità paucispecifiche, su suoli inondatai dal substrato argilloso, con condizioni di salinità variabili da iper- a mesoalinità. Queste praterie sopportano anche lunghi periodi di disseccamento; questa caratteristica rende l'habitat idoneo alla nidificazione di molte specie di uccelli, poiché il nido non rischia di essere sommerso dall'ingressione di acqua marina.

7.5. 21-Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico

I seguenti habitat sono stati inseriti nel macro gruppo che include le dune marine delle coste atlantiche, del Mar del Nord e del Baltico. Tale collocazione compromette fortemente la conservazione delle coste mediterranee che, al contrario di quelle del Nord Europa, sono fortemente danneggiate dall'uso antropico, i cui habitat andrebbero per tanto considerati come prioritari.

2120-Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* (dune bianche)

Si tratta delle dune costiere più interne ed elevate, ossia quelle dune dove sta avvenendo l'azione di consolidamento da parte della vegetazione. Queste dune vengono definite come mobili o bianche,

² Secondo la definizione del *Prodromo della vegetazione d'Italia* dell'ex MATTM, si tratta di una specie o comunità con areale che racchiude i territori che si affacciano sull'Oceano Atlantico, sia quelli americani che europei e/o africani.

colonizzate per lo più da *Ammophila arenaria* subsp. *australis*, alla quale si aggiungono numerose altre specie psammofile.

2130*-Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)

Questo habitat, considerato prioritario, si ritrova in Italia solamente nelle coste dell'Adriatico Settentrionale, nelle regioni Friuli Venezia Giulia, Veneto ed Emilia Romagna, compreso in un macrobioclima di tipo temperato. L'habitat vede la vegetazione instaurarsi su depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi parzialmente o totalmente stabilizzati, vegetazione che si insedia sul versante continentale della duna, protetto in parte dai venti salsi e normalmente non raggiunto dall'acqua di mare. In base alle caratteristiche del sedimento sabbioso si trovano comunità vegetali con caratteristiche e specie diverse.

8. I servizi ecosistemici legati agli habitat e ai sistemi naturali

Gli habitat, e in generale gli ecosistemi, svolgono una serie di funzioni ecologiche che, a loro volta, generano una serie di servizi in favore dell'uomo, i cosiddetti servizi ecosistemici. Secondo il Millennium Ecosystem Assessment (2005), la più ampia e approfondita sistematizzazione delle conoscenze sino ad oggi acquisite sullo stato degli ecosistemi del mondo, e TEEB, Ecological and Economic Foundation (2010), da un punto di vista ampio, i servizi ecosistemici (SE) sono i **benefici che le persone ottengono dalla natura**. Questi includono *servizi di approvvigionamento*, come cibo, acqua, legname e fibre; *servizi di regolazione* che influenzano il clima, le inondazioni, le malattie, i rifiuti e la qualità dell'acqua; *servizi culturali* che forniscono benefici ricreativi, estetici e spirituali; e *servizi di habitat o di supporto*, come la formazione del suolo, la fotosintesi, il ciclo dei nutrienti e la diversità genetica. La specie umana, pur essendo attutita dall'impatto dei cambiamenti globali dalla cultura e dalla tecnologia, è fondamentalmente dipendente dalla fornitura di servizi ecosistemici.

Ciò che sta alla base della fornitura di SE è una serie di funzioni ecologiche assolute dai sistemi naturali, che devono essere comprese e preservate per garantire, valorizzare e gestire la fornitura degli stessi SE a lungo termine (Banerjee et al. 2012). In generale, per funzioni ecosistemiche si definisce la capacità dei processi e dei componenti naturali di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo e **garantiscono la vita di tutte le specie**.

Da una prospettiva umana, la funzione è la capacità dei processi e dei componenti naturali di fornire beni e servizi che generano utilità all'uomo (de Groot 1992), mentre dal punto di vista della natura, le funzioni sono tutti quei processi che permettono l'esistenza di ecosistemi funzionanti e sani in grado di fornire ES, e che sono supportati dalla diversità biologica (Balvanera et al. 2006). Quindi, la forte interconnessione tra biodiversità, funzionamento degli ecosistemi e fornitura di ES evidenzia la necessità di preservare in buono stato gli ecosistemi naturali per garantire la salute e la prosperità degli esseri umani.

In questo contesto, la rete Natura 2000 svolge un ruolo chiave nel preservare la funzionalità e la connettività degli ecosistemi attraverso la protezione delle aree marine, **garantendo la fornitura da parte dei sistemi marino-costieri dei servizi ecosistemici**. Al fine di sostenere e sfruttare i servizi ecosistemici offerti dagli ambienti naturali per assicurare il benessere della specie umana, il primo passo è riconoscere, comprendere e monitorare i processi ecologici coinvolti nella funzionalità degli ecosistemi.

I processi ecologici a cui si fa riferimento sono quelli indicati da Bennet et al. (2009) (**Tabella 2**). Valutare gli effetti e i legami tra le principali minacce ai processi ecologici è necessario per identificare i loro effetti sui servizi ecosistemici (Banerjee et al. 2012). Infatti, i processi ecologici giocano un ruolo importante nel supportare la fornitura dei SE su cui si basano la prosperità socio-economica e la salute umana, contribuendo così direttamente al benessere umano (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Di conseguenza, se un

processo ecologico tra quelli descritti nella tabella XXYX risulta compromesso, anche i servizi ecosistemici ad esso collegati ne risentiranno, agendo direttamente o indirettamente su benessere umano.

Pertanto, l'integrazione del concetto di funzioni e servizi ecosistemici è divenuta di fondamentale importanza nelle decisioni di gestione e pianificazione del territorio affinché gli amministratori locali possano controllare le pressioni che minacciano l'ecosistema e la loro funzionalità, migliorarne l'efficacia e costruire un modello di governance che si basi su strumenti come i pagamenti per i servizi ecosistemici. A tal proposito, il Progetto Interreg Italy-Croatia Eco-Smart, finanziato nell'ambito del Programma di Cooperazione Interreg V-A Italia-Slovenia 2014-2020 e conclusosi a giugno 2022, si basa proprio sull'attivazione di un mercato dei servizi ecosistemici per una politica avanzata di protezione delle aree Natura 2000.

La **Figura 4** mostra come i servizi ecosistemici e le componenti del benessere umano siano strettamente in relazione attraverso fattori socio-economici, di cui si intuisce anche il livello di influenza.

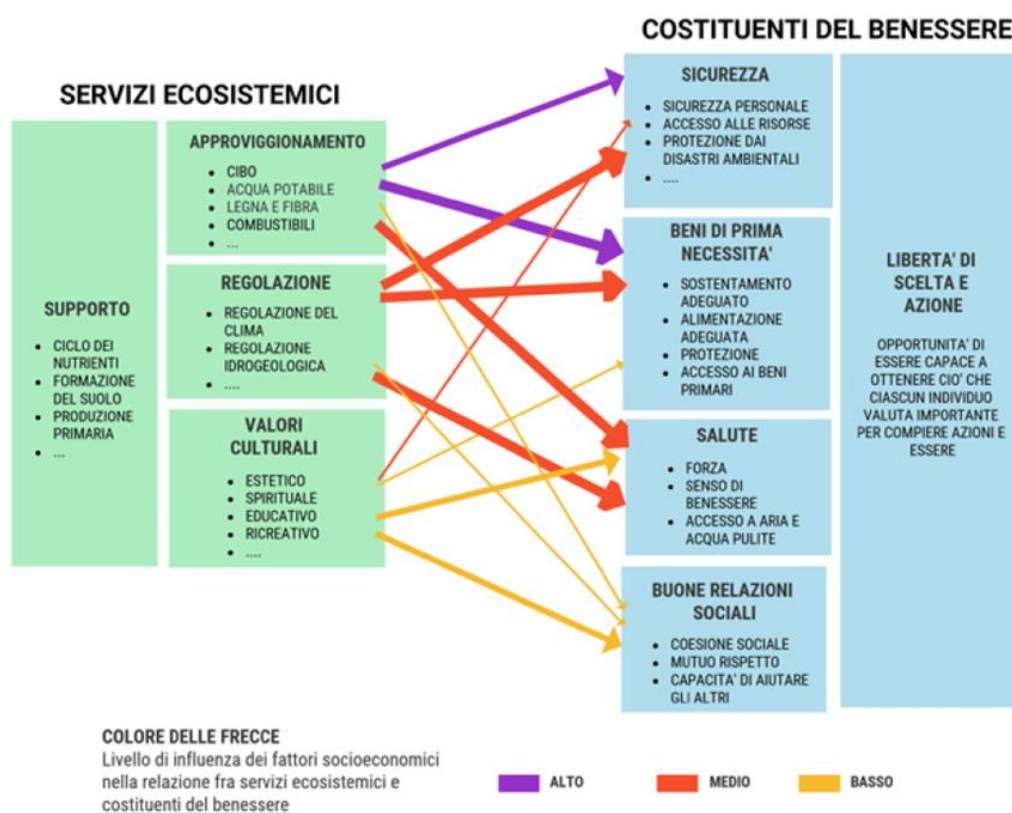


Figura 4. Classificazione dei servizi ecosistemici e loro relazione con i fattori costituenti il benessere (da Millennium Ecosystem Assessment 2005, modificato)

È stato stimato che il **61% dei servizi ecosistemici deriva dagli ecosistemi costieri** (gli ecosistemi profondi, nonostante la loro estensione, sono ancora esclusi dalla stima complessiva di beni e servizi forniti dagli ecosistemi marini), quindi è necessaria un'azione immediata per preservare lo sviluppo e l'uso sostenibile di questi ecosistemi. I cambiamenti indotti dal riscaldamento globale e dall'acidificazione degli oceani possono avere importanti conseguenze dirette/indirette sugli ecosistemi marini e sulla vita umana. Allo stato attuale, è evidente che diversi ecosistemi si stanno degradando e stanno perdendo una frazione importante della loro produzione di beni e servizi. I servizi ecosistemici nella zona costiera risultano particolarmente sensibili agli impatti climatici, con effetti che possono propagarsi "a cascata" da un servizio all'altro e, inoltre, per la gestione delle zone costiere, la valutazione dell'impatto antropico non climatico non può prescindere dai

trend climatici in corso (MATTM 2015).

I servizi ecosistemici sono classificati secondo il metodo internazionale CICES-*Common International Classification of Ecosystem Services*. L'ultima versione è stata rivista a partire dal 2016, revisione che ha portato alla versione 5.1 (CICES V5.1), che vede al livello più alto tre categorie principali di SE: *Approvvigionamento*, *Regolazione e manutenzione* e *Cultura*. Sotto queste 'sezioni' ci sono una serie di 'divisioni', 'gruppi' e 'classi'. Riguardo le tre sezioni principali di CICES:

- **Approvvigionamento**
Sezione che riguarda tutto il materiale nutritivo, non nutritivo e le produzioni energetiche dai sistemi viventi, nonché le produzioni abiotiche (inclusa l'acqua). Il livello fa una distinzione tra servizi di fornitura biotici, cioè basati su biomasse, e output dell'ecosistema abiotico acquoso e non acquoso.
- **Regolazione e manutenzione**
Comprende tutti i modi in cui gli organismi viventi possono mediare o moderare l'ambiente ambientale che influisce sulla salute, sicurezza o comfort dell'uomo, insieme agli equivalenti abiotici.
- **Culturale**
Tutti gli output non materiali, e normalmente non rivali e non consumanti, degli ecosistemi (biotici e abiotici) che influenzano gli stati fisici e mentali delle persone.

Le tabelle seguenti illustrano i SE organizzati secondo l'ultima versione di CICES. (**Tabella 3**, **Tabella 4**, **Tabella 5**, **Tabella 6**.)

Tabella 3. Servizi di approvvigionamento (biotico)

Divisione	Gruppo	Classe
Biomassa	Piante terrestri coltivate per la nutrizione, i materiali o l'energia	Piante terrestri coltivate (compresi funghi, alghe) coltivate per scopi nutrizionali
		Fibre e altri materiali da piante coltivate, funghi, alghe e batteri per uso diretto o lavorazione (esclusi i materiali genetici)
		Piante coltivate (compresi funghi, alghe) coltivate come fonte di energia
	Piante acquatiche coltivate per la nutrizione, i materiali o l'energia	Piante coltivate da acquacoltura in situ coltivate a fini nutrizionali
		Fibre e altri materiali dell'acquacoltura in situ per uso diretto o lavorazione (esclusi i materiali genetici)
		Piante coltivate da acquacoltura in situ coltivate come fonte di energia
	Animali allevati per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Animali allevati a fini nutrizionali
		Fibre e altri materiali da animali allevati per uso diretto o trasformazione (esclusi i materiali genetici)
		Animali allevati per fornire energia (anche meccanica)
	Animali acquatici allevati per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Animali allevati mediante acquacoltura in situ a fini nutrizionali
		Fibre e altri materiali da animali coltivati mediante acquacoltura in situ per uso diretto o lavorazione (esclusi i materiali genetici)
		Animali allevati con acquacoltura in situ come fonte di energia

Divisione	Gruppo	Classe
	Piante selvatiche (terrestri e acquatiche) per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Piante selvatiche (terrestri e acquatiche, compresi funghi, alghe) utilizzate per l'alimentazione
		Fibre e altri materiali da piante selvatiche per uso diretto o lavorazione (esclusi i materiali genetici)
		Piante selvatiche (terrestri e acquatiche, compresi funghi, alghe) utilizzate come fonte di energia
	Animali selvatici (terrestri e acquatici) per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Animali selvatici (terrestri e acquatici) utilizzati a fini nutrizionali
		Fibre e altri materiali da animali selvatici per uso diretto o lavorazione (esclusi i materiali genetici)
		Animali selvatici (terrestri e acquatici) utilizzati come fonte di energia
Materiale genetico da tutti i biota (inclusi semi, spore o produzione di gameti)	Materiale genetico da piante, alghe o funghi	Semi, spore e altri materiali vegetali raccolti per mantenere o stabilire una popolazione
		Piante superiori e inferiori (organismi interi) utilizzate per allevare nuovi ceppi o varietà
		Geni individuali estratti da piante superiori e inferiori per la progettazione e la costruzione di nuove entità biologiche
	Materiale genetico da animali	Materiale animale raccolto allo scopo di mantenere o stabilire una popolazione
		Animali selvatici (organismi interi) utilizzati per allevare nuovi ceppi o varietà
	Materiale genetico da organismi	Singoli geni estratti da organismi per la progettazione e costruzione di nuove entità biologiche
Altri tipi di servizi di approvvigionamento da fonti biotiche	Altro	Altro

Tabella 4. Servizi di approvvigionamento (abiotico)

Divisione	Gruppo	Classe	
Acqua	Acqua di superficie utilizzata per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Acqua di superficie per bere	
		Acqua di superficie utilizzata come materiale (non potabile)	
		Acqua dolce di superficie utilizzata come fonte di energia	
		Acqua costiera e marina utilizzata come fonte di energia	
	Acque sotterranee per uso alimentare, materiali o energia	Acqua sotterranea (e sotterranea) potabile	
		Acque sotterranee (e sotterranee) utilizzate come materiale (scopi non potabili)	
		Acque sotterranee (e sotterranee) utilizzate come fonte di energia	
	Altri output dell'ecosistema acquoso	Altro	
			Sostanze minerali utilizzate a fini nutrizionali

Divisione	Gruppo	Classe
Output dell'ecosistema abiotico naturale non acquoso	Sostanze minerali utilizzate per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Sostanze minerali utilizzate per scopi materiali
		Sostanze minerali utilizzate come fonte di energia
	Sostanze non minerali o proprietà dell'ecosistema utilizzate per la nutrizione, i materiali o l'energia	Sostanze non minerali o proprietà dell'ecosistema utilizzate a fini nutrizionali
		Sostanze non minerali utilizzate per i materiali
		Energia eolica
		Energia solare
Altre sostanze minerali o non minerali o proprietà dell'ecosistema utilizzate per l'alimentazione, i materiali o l'energia	Geotermico	
	Altro	
Trasformazione di input biochimici o fisici negli ecosistemi	Mediazione di rifiuti, sostanze tossiche e altri fastidi da processi non viventi	Diluizione da parte degli ecosistemi di acqua dolce e marina
		Diluizione per atmosfera
		Mediazione con altri mezzi chimici o fisici (ad es. tramite filtrazione, sequestro, stoccaggio o accumulo)
Trasformazione di input biochimici o fisici negli ecosistemi	Mediazione di fastidi di origine antropica	Mediazione dei fastidi da parte di strutture o processi abiotici
Trasformazione di input biochimici o fisici negli ecosistemi		
Regolazione delle condizioni fisiche, chimiche, biologiche	Regolazione dei flussi di base e degli eventi estremi	Flussi di massa
		Flussi di liquidi
		Flussi gassosi
	Mantenimento delle condizioni fisiche, chimiche, abiotiche	Mantenimento e regolazione mediante processi chimici e fisici naturali inorganici
Altro tipo di servizio di regolazione e manutenzione mediante processi abiotici	Altro	Altro
Interazioni dirette, in situ e all'aperto con sistemi fisici naturali che dipendono dalla presenza nell'ambiente	Interazioni fisiche ed esperienziali con le componenti abiotiche naturali dell'ambiente	Caratteristiche naturali e abiotiche della natura che consentono interazioni fisiche ed esperienziali attive o passive
	Interazioni intellettuali e rappresentative con componenti abiotiche dell'ambiente naturale	Caratteristiche naturali e abiotiche della natura che consentono interazioni intellettuali
Interazioni indirette, remote, spesso indoor con sistemi fisici che non richiedono presenza nel contesto ambientale	Interazioni spirituali, simboliche e di altro tipo con i componenti abiotici dell'ambiente naturale	Caratteristiche naturali e abiotiche della natura che consentono interazioni spirituali, simboliche e di altro tipo
	Altre caratteristiche abiotiche che hanno un valore di non uso	Caratteristiche naturali, abiotiche o caratteristiche della natura che hanno un'esistenza, un'opzione o un valore ereditario

Divisione	Gruppo	Classe
Altre caratteristiche abiotiche della natura che hanno un significato culturale	Altro	Altro

Tabella 5. Servizi di regolazione e manutenzione (biotico)

Divisione	Gruppo	Classe
Trasformazione di input biochimici o fisici negli ecosistemi	Mediazione di rifiuti o sostanze tossiche di origine antropica da parte di processi viventi	Biorisanamento da parte di microrganismi, alghe, piante e animali
		Filtrazione/sequestro/stoccaggio/accumulo da parte di microrganismi, alghe, piante e animali
	Mediazione di fastidi di origine antropica	Riduzione dell'odore
		Attenuazione del rumore
Regolazione delle condizioni fisiche, chimiche, biologiche	Regolazione dei flussi di base e degli eventi estremi	Controllo dei tassi di erosione
		Buffering e attenuazione del movimento di massa
		Ciclo idrologico e regolazione del flusso d'acqua (incluso il controllo delle inondazioni e la protezione delle coste)
		Protezione dal vento
		Protezione antincendio
	Manutenzione del ciclo di vita, protezione dell'habitat e del pool genetico	Impollinazione (o dispersione dei 'gameti' in un contesto marino)
		Dispersione dei semi
		Mantenimento delle popolazioni e degli habitat dei vivai (compresa la protezione del pool genetico)
	Controllo di parassiti e malattie	Controllo dei parassiti (comprese le specie invasive)
		Controllo delle malattie
	Regolazione della qualità del suolo	Processi di invecchiamento e loro effetto sulla qualità del suolo
		Processi di decomposizione e fissaggio e loro effetto sulla qualità del suolo
	Condizioni dell'acqua	Regolazione della condizione chimica delle acque dolci mediante processi viventi
		Regolazione della condizione chimica delle acque salate mediante processi viventi
	Composizione e condizioni atmosferiche	Regolazione della composizione chimica dell'atmosfera e degli oceani
		Regolazione della temperatura e dell'umidità, compresa la ventilazione e la traspirazione
	Altri tipi di servizio di regolazione e manutenzione mediante processi viventi	Altro

Tabella 6. Servizi culturali (biotico)

Divisione	Gruppo	Classe
Interazioni dirette, in situ ed esterne con i sistemi viventi che dipendono dalla presenza nel contesto ambientale	Interazioni fisiche ed esperienziali con l'ambiente naturale	Caratteristiche dei sistemi viventi che consentono attività che promuovono la salute, il recupero o il divertimento attraverso interazioni attive o immersive
		Caratteristiche dei sistemi viventi che consentono attività che promuovono la salute, il recupero o il divertimento attraverso interazioni passive o osservative
	Interazioni intellettuali e rappresentative con l'ambiente naturale	Caratteristiche dei sistemi viventi che consentono l'indagine scientifica o la creazione di conoscenze ecologiche tradizionali
		Caratteristiche dei sistemi viventi che consentono l'istruzione e la formazione
		Caratteristiche dei sistemi viventi che sono risonanti in termini di cultura o patrimonio
		Caratteristiche dei sistemi abitativi che consentono esperienze estetiche
	Interazioni indirette, remote, spesso indoor con sistemi viventi che non richiedono presenza nel contesto ambientale	Interazioni spirituali, simboliche e di altro tipo con l'ambiente naturale
Elementi di sistemi viventi che hanno un significato sacro o religioso		
Elementi dei sistemi viventi utilizzati per l'intrattenimento o la rappresentazione		
Altre caratteristiche biotiche che hanno un valore di non uso		Caratteristiche o caratteristiche dei sistemi viventi che hanno un valore esistenziale
		Caratteristiche o caratteristiche dei sistemi viventi che hanno un'opzione o un valore ereditario
Altre caratteristiche dei sistemi viventi che hanno un significato culturale	Altro	Altro

9. Il manuale S.A.R.A. per i Piani di Gestione dei siti Natura 2000 e lo schema ISEA per le Aree Marine Protette Italiane

Diversi sono gli strumenti di gestione già in uso nelle aree protette, sia a livello regionale che nazionale. Di seguito vengono presentati (i) il manuale S.A.R.A. della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia che identifica i contenuti da inserire nei piani di gestione dei siti Natura 2000 e (ii) lo schema ISEA utilizzato dalle AMP italiane per l'identificazione delle strategie e dei target ai fini della conservazione.

9.1. Il manuale S.A.R.A. della Regione Friuli Venezia Giulia per i siti Natura 2000

La Regione autonoma Friuli Venezia Giulia, nel 2008, ha attivato il **Progetto S.A.R.A.-Sistema Aree Regionali Ambientali - Costituzione del sistema regionale delle aree naturali**, con l'obiettivo di dotare le aree protette regionali di strumenti armonici finalizzati alla conservazione della biodiversità e della natura e alla gestione,

alla promozione, alla fruizione e alla valorizzazione socio-economica delle aree naturali tutelate facenti parte del sistema delle aree naturali regionali.

Tra le azioni le Progetto S.A.R.A. vi era la produzione di un **manuale per la gestione delle aree naturali tutelate del Friuli Venezia Giulia**, predisponendo un compendio contenente la metodologia, i criteri e le linee di indirizzo per lo sviluppo dei piani di gestione delle suddette aree. Il manuale, infatti, fornisce una chiave di lettura, interpretazione e applicazione delle disposizioni normative e degli indirizzi forniti dalle diverse istituzioni coinvolte nel processo di pianificazione e gestione delle aree tutelate. Allo stesso tempo, fornisce un insieme strutturato di elementi, conoscenze, valutazioni e indicazioni che possono essere utilizzate come base di partenza per successivi completamenti, approfondimenti e aggiornamenti.

In sostanza si tratta di un manuale che dà indicazioni sull'organizzazione e il tipo di contenuti da inserire nei piani di gestione delle aree tutelate. I contenuti del manuale sono organizzati secondo precisi argomenti, dove nella prima parte introduttiva (parte A) si fa riferimento alla **pianificazione territoriale**, con gli strumenti e obiettivi di gestione dell'area ma anche con i riferimenti normativi regionali, nazionali e comunitari. Sempre nell'introduzione, è presente una parte sulle metodologie seguite per redigere il Piano di Gestione, ossia come sono state sviluppate le attività, come era composto il gruppo di lavoro, i sistemi informativi utilizzati e il percorso che ha portato i portatori d'interesse locale a entrare nel processo partecipativo.

A seguire, nella seconda parte del manuale, si trova il cosiddetto '**quadro conoscitivo**' (parte B), dove vengono riportate informazioni di tipo generale come il contesto geografico, tipologico e amministrativo, ma anche eventuali proprietà, vincoli e tutele che ricadono all'interno dei confini dell'area tutelata ed infine l'inquadramento della suddetta area all'interno del sistema regionale delle aree protette. Fa seguito l'inserimento degli aspetti fisici e biologici caratterizzanti l'area. Per quanto riguarda i primi, vengono riportate informazioni su clima, assetto geomorfologico e geologico, idrologia, qualità delle acque ed elementi di pericolosità naturale. Per i secondi, invece, si tratta di informazioni su flora e vegetazione, insieme a fauna e zoocenosi. Sempre nell'ambito del 'quadro conoscitivo', si trovano gli aspetti territoriali, culturali, economici e sociali, dove trovano spazio contenuti focalizzati su uso del suolo, sistema insediativo e infrastrutturale e sul sistema storico-archeologico e paesistico. Inoltre, viene presentato l'assetto demografico e sociale dell'area, come anche gli aspetti legati ad agricoltura, zootecnia, pesca e attività venatoria. L'ultima sezione del 'quadro conoscitivo', riguarda la pianificazione e programmazione già in essere nel territorio in cui ricade l'area, con i piani urbanistici, piani di settore e comunitari.

Il manuale continua con la parte C, ossia le 'analisi e valutazioni', in cui dapprima si va a valutare, appunto, la presenza e lo stato di conservazione degli elementi di interesse del sistema naturale dell'area tutelata: (i) habitat di interesse comunitario (allegato I della Direttiva 'Habitat'); (ii) specie elencate nell'allegato II della Direttiva 'Habitat' e specie di cui all'art. 4 della Direttiva 'Uccelli'; (iii) altre specie importanti; (iv) elementi di interesse geologico e geomorfologico, sottolineando come biodiversità e geodiversità siano egualmente importanti nella valorizzazione e tutela del patrimonio naturale. Sempre nella parte C, trova spazio l'identificazione dei fattori che influenzano o possono influenzare lo stato di conservazione degli elementi di interesse. Questi fattori possono essere legati alla gestione delle attività agricole, o alla gestione dell'assetto morfologico e idraulico, come anche all'attività di pesca professionale e venatoria o alla realizzazione/espansione di infrastrutture oppure ancora alla gestione delle attività turistiche e ricreative. Continua la parte delle 'analisi e valutazioni', l'analisi SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) effettuata per i diversi sistemi, cioè quello naturalistico, quello economico (a sua volta suddiviso nei settori produttivi più rilevanti come pesca, caccia, turismo e agricoltura) e infine quello territoriale, culturale e paesistico. Infine, a chiusura della parte C, trova spazio una parte che illustra le misure di conservazione in atto.

L'ultima parte del manuale S.A.R.A. entra nel vivo del Piano di Gestione vero e proprio. In questa sezione viene definita la strategia generale, gli assi d'intervento e viene delineata la proposta di gestione. Inoltre, vengono proposte nuove misure di conservazione o migliorate quelle già in atto, suddividendole secondo gli

assi d'intervento precedentemente individuati. Infine, viene specificata la cartografia dell'area per tavole (allegate poi al Piano) e viene definito il programma d'azione che colloca in un quadro comune gli elementi di carattere operativo delle singole azioni. Il programma d'azione verrà poi impiegato dall'Ente Gestore per verificare l'operatività e l'avanzamento delle azioni e del Piano nel suo complesso.

Nella **Figura 5** si può osservare l'indice dei contenuti proposto dal manuale S.A.R.A.

9.2. Lo schema ISEA delle Aree Marine Protette (AMP) italiane

Per quanto riguarda le AMP italiane, lo strumento di gestione istituzionale è lo schema ISEA (Interventi Standardizzati di gestione Efficace in Aree marine protette), legalmente valido secondo il Ministero dell'Ambiente italiano (ora Ministero della Transizione Ecologica), insieme al Piano di Gestione e al Regolamento delle AMP.

Lo schema ISEA deriva dal concetto di **gestione adattativa**, cioè l'acquisizione sistematica e l'applicazione di informazioni affidabili per migliorare la gestione delle risorse naturali nel tempo (Wilhere 2002). La gestione adattativa, infatti, integra vari elementi quali: la progettazione e l'esecuzione del Piano di Gestione, le azioni implementate nello sforzo di conservazione e il monitoraggio per valutare queste azioni, al fine di stimare l'efficacia del Piano. Nel caso in cui la valutazione delle azioni non porti ai risultati attesi, le azioni saranno rimodulate per migliorarne l'efficacia. In altre parole, la gestione adattativa mette alla prova le ipotesi che hanno guidato le scelte di gestione con l'obiettivo di aggiustare gli interventi e imparare dall'esperienza.

Lo schema ISEA consiste in un diagramma di flusso, preparato dall'Ente Gestore delle AMP, che spiega graficamente le esigenze di protezione di ogni Area Marina Protetta, le minacce che deve affrontare e le azioni necessarie per risolverle. Lo schema fornisce quattro tipi di informazioni:

- Ellissi verdi = Target di biodiversità (*biodiversity target*), ossia il nome della specie o dell'habitat da proteggere
- Rettangoli rossi = Minacce dirette, comportamenti o fattori che minacciano direttamente la sopravvivenza o l'integrità del sistema naturale e dei suoi elementi e minano il raggiungimento dei *biodiversity target*
- Rettangoli arancioni = Minacce indirette, cioè i fattori di contesto che determinano la presenza delle minacce dirette (per esempio fattori ambientali, culturali, fisici, sociali o urbani)
- Esagoni gialli = Strategie che l'Ente Gestore può attuare per affrontare, eliminare o mitigare le minacce dirette e indirette
- Frecce = Connessioni tra strategie, minacce e obiettivi di biodiversità che si influenzano a vicenda. Le frecce indicano il percorso logico che dalla strategia porta alla riduzione dell'impatto della minaccia nei confronti della specie o dell'habitat identificato nei target di biodiversità

Per evitare che la mappa concettuale diventi illeggibile, non vengono utilizzati più di 10 elementi grafici per categoria. Inoltre, per ciascuna strategia (esagoni gialli), l'Ente Gestore specifica un obiettivo a breve termine e uno a lungo termine, il costo relativo ad ogni obiettivo e la fonte del finanziamento.

A titolo esemplificativo, **Figura 6** mostra lo schema ISEA dell'AMP Miramare, dove tra i *biodiversity target* (ellissi verdi,) si trovano i grandi organismi pelagici quali squali, tartarughe e delfini, il marangone dal ciuffo (specie endemica mediterranea e del Mar Nero), le biocenosi del mesolitorale, le comunità di scogliera sia ittiche che bentoniche, la biocenosi del detritico costiero e infine i fondali sabbiosi e quelli a fanerogame marine.

Invece, le strategie (esagoni gialli) messe in atto dall'Ente Gestore, per attenuare gli effetti diretti e indiretti delle minacce che agiscono sui target di biodiversità, sono: assicurare il buon funzionamento ordinario dell'area marina, l'educazione e la sensibilizzazione, la sorveglianza, il monitoraggio biologico, fisico e della pesca, l'implementazione del networking con le aree protette marine e costiere ed infine il confronto con i portatori di interesse locali.

Nel mezzo, si trovano le minacce indirette verso cui le strategie sono attivamente indirizzate. Le minacce indirette, a loro volta, sono collegate alle minacce dirette, le quali agiscono sui *biodiversity target*. Le minacce indirette (rettangoli arancioni) individuate dall'AMP Miramare sono la disinformazione, la mancanza di senso civico, il malfunzionamento di collettori e depuratori, come anche una rete fognaria incompleta e infine una scarsa sensibilità politica dovuta anche alle pressioni esercitate da industriali e lobby. Le minacce dirette (rettangoli rossi) sono: la pesca professionale, l'altra frequentazione del parco terrestre adiacente all'area marina, il diportismo nautico, i visitatori con scarsa attenzione verso regolamenti e guide, la pesca illegale sia sportiva che professionale, l'inquinamento da reflui urbani e industriali, la sedimentazione da apporti terrigeni, la navigazione marittima e il cambiamento climatico.

Nonostante lo schema si legga da sinistra verso destra, l'Ente Gestore, nella definizione dello schema stesso, è partito dapprima ragionando sui *biodiversity target*, cioè individuando gli elementi naturali da tutelare. A seguire, poi, sono state identificate le minacce dirette e poi quelle indirette che agiscono sui target di biodiversità. Per finire, sono state definite le strategie per attenuare gli impatti delle minacce che a loro volta alleggeriscono la pressione sui *biodiversity target*.

Per esempio, la strategia 'monitoraggio biologico, fisico e della pesca' agisce direttamente attenuando gli impatti del 'malfunzionamento di collettori, depuratori, rete fognaria incompleta', che a sua volta si ripercuote positivamente su 'sedimentazione da apporti terrigeni' e 'inquinamento da reflui' (minacce indirette) e 'pesca professionale' e 'cambiamento climatico' (minacce dirette). A sua volta, l'attenuazione della minaccia 'pesca professionale' ha un feedback positivo sul target 'squali, tartarughe e delfini', mentre l'attenuazione della minaccia 'sedimentazione da apporti terrigeni' ha un feedback positivo sul target 'fondali sabbiosi e fondali a fanerogame'. Invece, l'attenuazione delle minacce 'cambiamento climatico e 'inquinamento da reflui' si ripercuotono positivamente su tutti i target di biodiversità.

INDICE

INTRODUZIONE	3
1 OBIETTIVI DEL MANUALE, CONTENUTI E CAMPI DI APPLICAZIONE.....	5
2 IL SISTEMA DELLE AREE TUTELATE E I RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
3 GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E GESTIONE DEL SISTEMA REGIONALE DELLE AREE TUTELATE	15
3.1 AREE NATURALI PROTETTE	15
3.2 AREE NATURA 2000.....	15
4 PRINCIPI, CRITERI E INDIRIZZI METODOLOGICI GENERALI PER LA REDAZIONE DEGLI STRUMENTI DI GESTIONE.....	19
5 OBIETTIVI E CONTENUTI DEL PIANO DI GESTIONE	23
5.1 PARTE A. INTRODUZIONE	23
5.1.1 Riferimenti della pianificazione	24
5.1.2 Metodologie seguite.....	24
5.2 PARTE B. QUADRO CONOSCITIVO	24
5.2.1 Informazioni generali.....	24
5.2.2 Aspetti fisici.....	26
5.2.3 Aspetti biologici.....	29
5.2.4 Aspetti territoriali, culturali, economici e sociali	31
5.2.5 Pianificazione e programmazione.....	38
5.3 PARTE C. ANALISI E VALUTAZIONI	40
5.3.1 Presenza e stato di conservazione degli elementi di interesse	40
5.3.2 Fattori che influenzano o possono influenzare lo stato di conservazione degli elementi di interesse	42
5.3.3 Analisi SWOT e scenari di gestione	43
5.4 PARTE D. PIANO DI GESTIONE	44
5.4.1 Strategia generale e assi d'intervento	45
5.4.2 Misure di conservazione e sviluppo sostenibile	45
5.4.3 Cartografia delle aree di tutela e intervento.....	49
5.4.4 Eventuale proposta di ripermimetrazione.....	49
5.4.5 Programma d'azione.....	49
APPENDICE AL CAP. 5 – SCHEDA DESCRITTIVA DELLE AZIONI.....	50
6 IL MODELLO DI PARTECIPAZIONE	51
6.1 INTRODUZIONE	51
6.2 LA PARTECIPAZIONE.....	53

Figura 5. Indice dei contenuti del manuale S.A.R.A. Nel quadrato rosso i contenuti sulla redazione del Piano di Gestione vero e proprio.

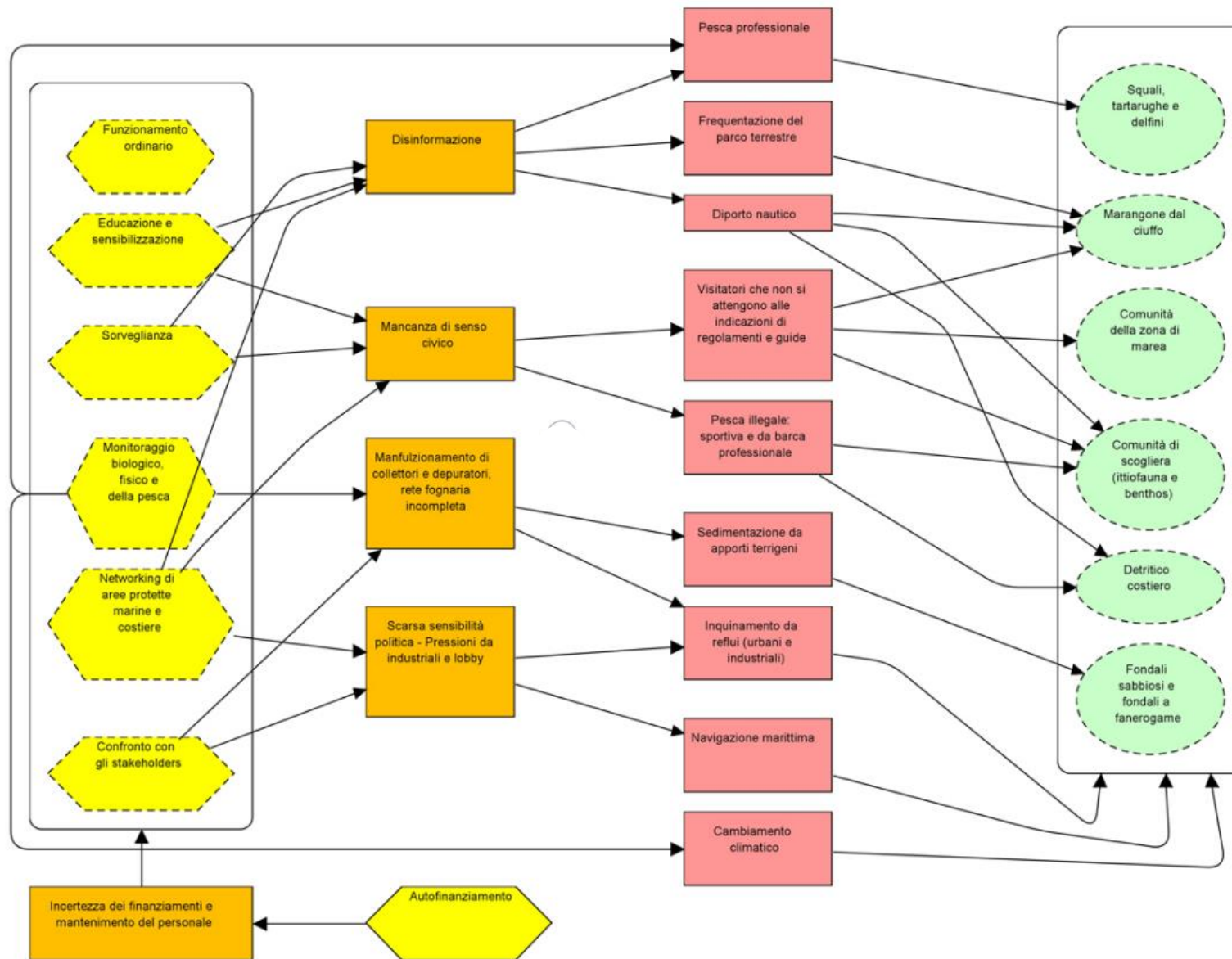


Figura 6. Schema ISEA dell'AMP Miramare

10. Verso l'individuazione delle linee guida condivise a livello transnazionale per la gestione di aree protette marino-costiere

Come già scritto nei capitoli precedenti, l'ambiente marino si presenta come un unicum, laddove sono le singole politiche nazionali a determinarne il frazionamento. È bene specificare che, almeno a partire dall'emanazione della Direttiva 'Habitat', la politica comunitaria ha avuto il ruolo per lo meno di uniformare le decisioni politiche in fatto di ambiente, nonostante la marcata attenzione per il mare sia un fatto recente.

Infatti, a partire dal 2008 e cioè dalla pubblicazione della Direttiva Quadro sulla strategia per l'ambiente marino (MSFD-*Marine Strategy Framework Directive*, 2008/56/CE), il mare ha assunto un ruolo sempre più cruciale nelle politiche europee, arrivando, con la MSFD, a definire una strategia comune per la sua tutela. In particolare, la MSFD e successivamente la Decisione (UE) 2017/848 della Commissione Europea hanno individuato 11 descrittori, i quali descrivono appunto l'ecosistema marino una volta che il buono stato ambientale è stato raggiunto. Gli Stati Membri devono fare riferimento a questi descrittori per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Al di là della politica comunitaria e quindi nazionale di ciascun Stato membro, che regola lo sfruttamento del mare e delle sue risorse, rinfrescare la gestione delle aree naturali protette a livello transfrontaliero rappresenta un passo avanti in un'ottica di efficacia. Infatti, numerosi sono gli aspetti che non si possono più trascurare, come per esempio l'impatto dei cambiamenti climatici e l'attenzione verso i servizi ecosistemi, elementi che attualmente non sono inclusi nei Piani di Gestione delle aree protette, per lo meno della Regione Friuli Venezia Giulia.

Nel presente documento sono stati inseriti diversi elementi importanti che riguardano, in generale, gli ecosistemi naturali e, nello specifico, quelli marini e costieri. Non solo: i contenuti presentati nell'ambito dell'intero lavoro si sono concentrati su una precisa area geografica, vale a dire quella dell'Adriatico Settentrionale, la quale presenta caratteristiche comuni che travalicano i confini nazionali di ogni singolo Stato. Ragionare per macro-area permette dunque di clusterizzare le aree protette appartenenti ad una stessa unità geografica ma anche di pensare strategicamente alla messa in relazione di queste aree, attraverso l'individuazione di corridoi ecologici che le collegano affinché le specie siano libere di muoversi. Anche l'individuazione dei possibili corridoi ecologici che mettono in relazione tra loro le aree protette rappresenta un ulteriore elemento di novità rispetto ai contenuti dei piani di gestione.

In sostanza, questo documento si propone da collante tra i contenuti già individuati come necessari per i piani di gestione (manuale S.A.R.A.) e i nuovi elementi individuati nel presente lavoro come novità rispetto ai piani di gestione già in vigore. Infatti, da una parte il manuale S.A.R.A. propone uno standard sui contenuti da inserire, indipendentemente dalle caratteristiche specifiche dell'area protetta, riuscendo a raggiungere quell'obiettivo di armonizzare gli strumenti di gestione che lo stesso Progetto S.A.R.A. si era prefissato. Dall'altra, il presente lavoro va ad integrare le informazioni già disponibili con i nuovi elementi che la situazione sociale, ambientale e di politica comunitaria propone. Nello specifico, il valore aggiunto che il presente lavoro può portare è quello di ragionare in termini transfrontalieri e di focalizzare i nuovi contenuti prettamente su aspetti di gestione marini e costieri.

La proposta dei nuovi elementi di cui tenere conto nei piani di gestione è costituita da:

- Individuare i possibili corridoi ecologici che connettano le aree protette e di cui tenere conto nella gestione dello spazio marittimo del bacino nord-adriatico
- Identificare i processi ecologici (**Tabella 2**) che caratterizzano l'area, sulla base delle specie e degli habitat Natura 2000 inseriti nello standard data form di ciascun sito e delle altre peculiarità rilevanti per l'area protetta

- Determinare i servizi ecosistemici offerti dall'area protetta legati alla presenza delle specie e degli habitat di cui sopra
- Riproporre lo schema ISEA a livello di macro-area nord-adriatica per una visione congiunta sui *biodiversity target* e sulle strategie messe in atto per la loro conservazione
- Identificare le principali minacce legate al cambiamento climatico e individuare le strategie di adattamento, tenendo conto dei messaggi chiave contenuto nella Strategia Nazionale ai Cambiamenti Climatici
- Considerare le tre principali minacce nella gestione delle aree protette marino-costiere, quali (i) aggiunta/riduzione di nutrienti e sostanze chimiche all'ecosistema, (ii) introduzione di specie alloctone e invasive, (iii) sfruttamento non sostenibile delle risorse naturali insieme a degrado, frammentazione e perdita di habitat, come non trascurabili nella gestione dell'area stessa. A loro volta queste minacce danno origine alle rispettive alterazioni: (i) forte eutrofizzazione e oligotrofizzazione culturale, (ii) alterazione della resilienza degli habitat e delle specie indigene, (iii) cambiamenti nella rete trofica marina
- Individuare le specie aliene invasive e monitorarle nel tempo e nello spazio considerando il bacino dell'Adriatico Settentrionale come un unicum

L'integrazione dei nuovi contenuti al Piano di Gestione dell'area protetta, viene riassunto nella seguente **Tabella 7** e schematizzato nella **Figura 7**. Nella parte delle proposte, sviluppate all'interno del Progetto Tretamara, è stato preso come esempio la ZSC IT3330009 Trezze San Pietro e Bardelli.

Tabella 7. Nuovi elementi da considerare nell'integrazione ai Piani di Gestione delle aree protette

Piano di Gestione secondo il manuale S.A.R.A.:			
definisce già delle linee guida rivolte agli Enti Gestori delle aree protette per la redazione di piani di gestione uniformi			
Introduzione:	Quadro conoscitivo:	Analisi e valutazioni:	Piano di Gestione:
<ul style="list-style-type: none"> - Riferimenti alla pianificazione - Metodologie seguite 	<ul style="list-style-type: none"> - Informazioni generali - Aspetti fisici, biologici, territoriali, culturali, economici e sociali - Pianificazione e programmazione 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenza e stato di conservazione degli elementi di interesse - Fattori di influenza sullo stato di conservazione degli elementi di interesse - Analisi SWOT - MDC in atto 	<ul style="list-style-type: none"> - Strategia generale, assi d'intervento, proposte di gestione - Implementazione delle MDC - Cartografia
Integrazioni proposte nell'ambito del Progetto Tretamara:			
promozione di linee guida condivise a livello transnazionale, finalizzate alla redazione di Piani di Gestione integrata degli habitat marini e costieri ad elevato valore ecologico			
ZSC IT3330009 Trezze San Pietro e Bardelli			Fonte
Specie/habitat	1110		Standard Data Form sito N2K
target (da SDF)	1170		
<i>Alosa fallax, Caretta caretta, Larus melanocephalus, Phalacrocorax aristotelis desmarestii, Puffinus yelkouan, Tursiops truncatus</i>			

Altri elementi di interesse da considerare	<p><i>Cladocora caespitosa, Geodia cydonium, Maerl (Lithothamnion philippii, Lithothamnion minervae), Lithophaga lithophaga, Pinna nobilis</i></p> <p>Biocostruzione</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Standard Data Form sito N2K - Manuale degli habitat del Friuli Venezia Giulia (Poldini et al. 2006) <p>Bennet et al. 2009</p>
Processi ecologici (Tabella 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Interactions between organisms - Movements of organisms - Formation of biophysical habitats - Climatic processes 	
SE forniti dall'area	<p><u>Approvvigionamento (biotico)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Animali selvatici (terrestri e acquatici) utilizzati a fini nutrizionali <p><u>Regolazione e manutenzione (biotico)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Filtrazione/sequestro/stoccaggio/accumulo da parte di microrganismi, alghe, piante e animali - Impollinazione (o dispersione dei 'gameti' in un contesto marino) - Regolazione della condizione chimica delle acque salate mediante processi viventi <p><u>Culturale (biotico)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Caratteristiche dei sistemi viventi che consentono attività che promuovono la salute, il recupero o il divertimento attraverso interazioni attive o immersive - Caratteristiche dei sistemi viventi che consentono l'indagine scientifica o la creazione di conoscenze ecologiche tradizionali <p>Caratteristiche dei sistemi viventi che sono risonanti in termini di cultura o patrimonio</p>	CICES v5.1
Corridoi ecologici di collegamento con altre aree	<p>Possibili collegamenti con le due ZSC IT3250048 Tegnùe di Porto Falconera e IT3250047 Tegnùe di Chioggia dovuti alle analogie tra i tre siti N2K</p>	<p>Rete ecologica regionale del FVG</p> <p>https://www.regione.fvg.it/rafv/cms/RAFVG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA31/</p> <p>Maritime Spatial Planning</p> <p>https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/</p> <p>SNAC (MATTM 2015)</p>
Principali minacce legate al CC	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento della stratificazione delle masse d'acqua → riduzione della connessione tra ambienti profondi e costieri con alterazione dei cicli biologici e biogeochimici - alterazione della produzione primaria e della conseguente produzione di risorse alieutiche - cambiamento nella struttura e distribuzione delle comunità planctoniche e bentoniche marine costiere e profonde - alterazione dei cicli vitali e riproduttivi delle specie di vertebrati ed invertebrati marini, delle componenti vegetali e microbiche con aumento della loro vulnerabilità e dei tassi di estinzione - instaurazione di condizioni ambientali favorevoli all'ingresso di specie non indigene 	

- acidificazione delle acque più dense dovuta all'aumento della CO2 atmosferica
- Aumento delle mucillagini → aumento dello stress per gli ecosistemi bentonici con importanti conseguenze per la biodiversità, i beni ed i servizi prodotti dalle aree influenzate da questi eventi
- Aumento delle morie di massa delle comunità di megafauna sessile dei fondi rocciosi → alterazione pressoché definitiva di alcune comunità bentoniche in particolare organismi filtratori, quali poriferi, cnidari, bivalvi e ascidie. La loro scomparsa libera improvvisamente ampie aree di substrato, occupate da specie opportuniste e/o non autoctone
- Aumento del fenomeno delle 'meridionalizzazione' delle specie = aumento dell'importanza delle specie termofile indigene. Tali cambiamenti possono incidere negativamente sulle attività di pesca e possono avere un forte impatto socio-economico sulle comunità costiere

Strategie di adattamento ai CC	Da definire	L'Ente Gestore definisce la strategia di adattamento ai CC
NIS invasive da monitorare	Da definire	L'Ente Gestore identifica le NIS invasive da monitorare

10.1. Proposta di schema ISEA a livello di macro-area Nord-Adriatica

Per soddisfare uno degli obiettivi del Progetto Tretamara, vale a dire la promozione di linee guida transnazionali per la gestione delle aree protette, si propone di estendere lo schema ISEA all'intero sistema di aree naturali del bacino Nord Adriatico.

Infatti, la messa in relazione delle aree considerate nel Progetto si ricollega proprio al carattere transfrontaliero che le linee guida dovrebbero avere ma, è bene specificare, che il presente documento ha valore di proposta, considerando a titolo esemplificativo solo alcune delle aree protette del Nord Adriatico, ossia le destinatarie delle azioni pilota previste dal Progetto.

Lo schema ISEA a livello di bacino si inserisce a fronte della redazione del Piano di Gestione 'tradizionale' secondo le indicazioni del manuale S.A.R.A., integrato successivamente con contenuti più attuali che si rifanno al corrente contesto ambientale e sociale (**Tabella 7**).

Di seguito si riporta l'esempio di uno possibile schema ISEA a livello di bacino Nord Adriatico, supportato anche dalla proposta di individuare corridoi ecologici tra aree protette al fine di implementare la connettività degli habitat e il networking tra le aree stesse.

Di seguito vengono elencati gli elementi dello schema ISEA suddivisi per target di biodiversità, le minacce dirette e indirette e le strategie, schematizzati poi nella **Figura 8**.

Biodiversity target

- Comunità animali e vegetali dei fondi duri (alghe fotofile, alghe corallinacee, poriferi, antozoi, policheti, gasteropodi, decapodi, echinodermi)
- Comunità animali e vegetali dei fondi mobili sabbiosi e fangosi (fanerogame marine: *C. nodosa*, *Z. marina*, *N. marina*, pectinidi, bivalvi, gasteropodi, policheti)
- Comunità ittiche demersali e bentoniche

- *Cladocora caespitosa*
- *Pinna nobilis*
- Grandi pelagici (squali, razze, cetacei, tartarughe marine)
- Avifauna marino-costiera (laridi, falacrocoracidi, procellaridi, limicoli, anatidi, gavidi, podicipediformi)
- Sistemi pre-dunali e dunali
- Prati salati e vegetazione alofila

Minacce dirette

- Introduzione specie aliene invasive (anche tramite le acque di zavorra)
- Acidificazione degli oceani e aumento della temperatura
- Morie di massa
- Inquinamento da reflui, aumento del rapporto N/P
- Pesca di frodo, sovrappesca e *bycatch*
- Navigazione marittima
- Ancoraggio e diportismo incontrollati
- Calpestio delle dune e accesso incontrollato ai siti di nidificazione dell'avifauna marino-costiera
- Aumento dei fenomeni estremi (mareggiate, inondazioni)
- Aumento del livello del mare e contestuale aumento del cuneo salino

Minacce indirette

- Cambiamento climatico
- Aggiunta/riduzione di nutrienti e sostanze chimiche all'ecosistema
- Malfunzionamento sistema di depurazione/rete fognaria
- Sfruttamento non sostenibile delle risorse naturali insieme a degrado, frammentazione e perdita di habitat
- Scarsa sensibilità ambientale e mancanza di senso civico
- Politica disinteressata alle tematiche ambientali di conservazione, scelte politiche timide e/o ininfluenti
- Traffico marittimo che non considera i vettori di connessione tra le aree naturali
- Compartimentazione del sistema di gestione delle aree naturali tra Regioni e Stati
- Carenza di finanziamenti per il settore 'tutela dell'ambiente'

Strategie

- Costruzione di sistemi a difesa delle coste basse sabbiose
- Monitoraggio biologico, bio-chimico, fisico
- Maggiore sorveglianza
- Azioni di educazione e sensibilizzazione
- Migliorare la pianificazione spaziale marittima a livello di bacino Nord Adriatico
- Implementazione connettività ecologica
- Rafforzamento del networking tra aree protette
- Migliore gestione del rilascio delle *ballast water* delle grandi navi nei porti
- Pressione politica diretta
- Inclusione degli *stakeholder* nelle decisioni gestionali

Come si evince dal testo e dalla figura sotto (**Figura 8**), i vari elementi dello schema ISEA presentano un'ampia valenza, visto che si riferiscono ad aspetti comuni degli ambienti marino-costieri dell'Adriatico Settentrionale. D'altro canto, mancano elementi come l'attività subacquea incontrollata o il malfunzionamento dell'apparato amministrativo, oppure anche la marcata vocazione turistica dell'area, considerati come minacce allo sforzo di conservazione dei sistemi naturali in altri contesti mediterranei. In aggiunta, tra i target di biodiversità non possono essere inserite le praterie di *Posidonia oceanica*, tipiche di ambienti a sud del bacino nord-adriatico.

L'Adriatico Settentrionale, però, vede un intenso traffico navale dato anche dalla presenza di porti importanti quali Trieste, Venezia e Capodistria. Sempre nell'ottica della transnazionalità, tra le strategie di gestione è stata inserita l'implementazione della pianificazione spaziale marittima (anche a protezione dei corridoi ecologici di collegamento tra le aree protette) e la migliore gestione del rilascio delle acque di zavorra nei porti, per evitare o contenere il rilascio di specie aliene invasive (come il recente caso di *Mnemiopsis leidy*, Malej et al. 2017).

Anche la minaccia del cambiamento climatico accomuna tutti i sistemi naturali e in particolare lungo le coste basse sabbiose, si traduce nella forte esposizione di queste a mareggiate e inondazioni, come anche all'aumento del cuneo salino dovuto al generale aumento del livello del mare. Questo si traduce nella perdita di ambienti a carattere acquadulcicolo o di transizione dovuta alla maggiore salinità che l'area acquisterebbe con l'ingresso di acqua marina.

Un fenomeno che caratterizza, ancora una volta, il bacino Nord-Adriatico è quello della oligotrofizzazione culturale (come già descritto nel paragrafo 3.1. Eu- e oligotrofizzazione). Qui, la strategia a livello di bacino proposta è quella di una migliore gestione dei sistemi di depurazione al fine di non alterare ulteriormente il rapporto tra i nutrienti N/P. Infatti, l'aumento di questo rapporto ricade poi sullo sviluppo della componente planctonica e, a cascata, su tutta la rete trofica marina.

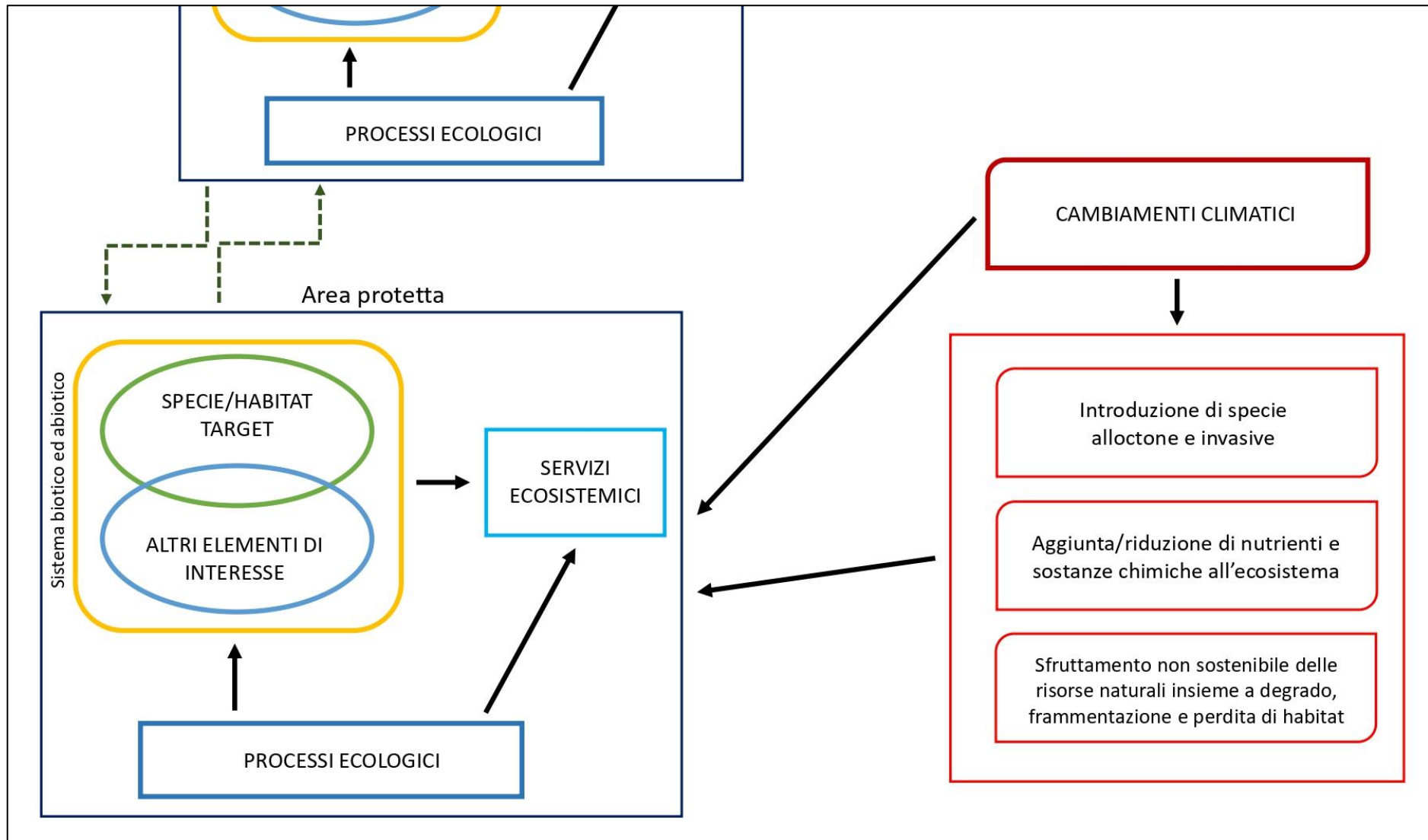


Figura 7. Schematizzazione dei nuovi elementi proposti come integrazione ai piani di gestione delle aree protette. Le frecce nere indicano le influenze dirette che i vari elementi esercitano tra loro; le frecce verdi tratteggiate, invece, le direttrici di connettività tra le varie aree (come corridoi ecologici o stepping stones, vedi paragrafo 1)

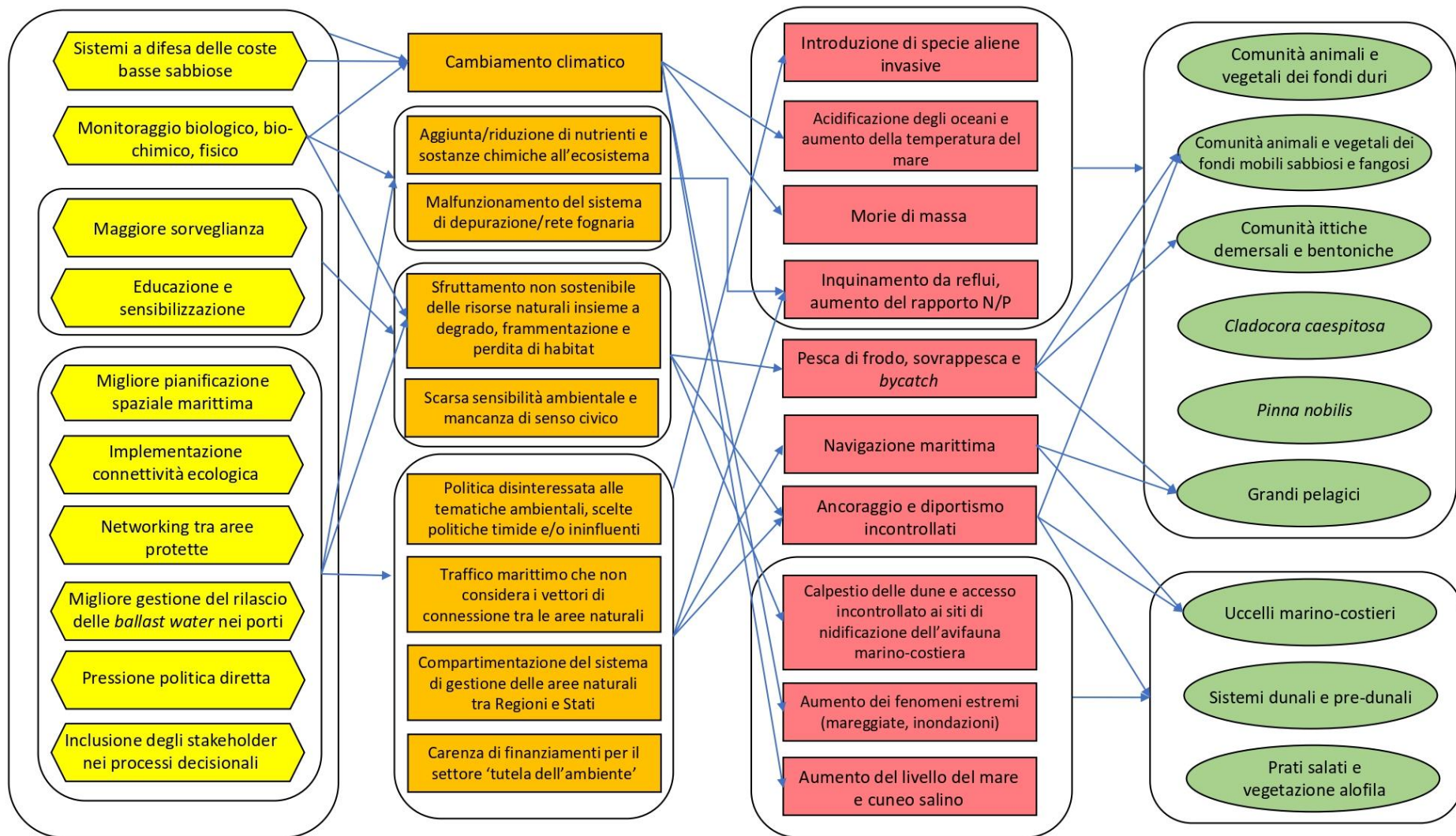


Figura 8. Proposta di schema ISEA a livello di macro-area Nord-Adriatica

11. Conclusioni

La promozione di una serie di linee guida condivise a livello transnazionale costituisce l'obiettivo complessivo del Progetto Tretamara, al fine di armonizzare gli strumenti pianificatori delle aree protette per una gestione integrata degli habitat marini e costieri ad elevato valore ecologico.

Nel presente documento, infatti, sono stati portati all'attenzione diversi elementi che vanno ad integrare i contenuti dei Piani di Gestione già in vigore, elementi che rispondono alle recenti esigenze di gestione e valorizzazione del patrimonio naturale nell'attuale scenario ambientale e sociale, come i servizi ecosistemici, la connettività ecologica e i cambiamenti climatici, aspetti fino ad ora presenti in modo marginale dei Piani.

Il valore aggiunto del ragionamento per macro-area geografica, in questo caso a livello di bacino nord-adriatico, permette di pianificare la gestione delle aree secondo una visione complessiva del sistema naturale, senza le forzature indotte dai confini nazionali e dalle politiche proprie a ciascun Stato membro o addirittura a ciascuna Regione.

Come già sottolineato più volte, infatti, l'ambiente marino si presenta come un unicum e i confini nazionali non trovano riscontro in elementi geografici o geomorfologici di reale divisione dell'ambiente fisico. Considerare, dunque, la gestione delle aree protette ad un livello superiore, come quello di bacino nord-adriatico, permette non solo di raggiungere una migliore efficacia di gestione, armonizzando gli strumenti pianificatori, ma potenzia anche la cooperazione tra Stati membri, mai così necessaria come in questo momento storico e culturale, per fronteggiare le sfide comuni che il cambiamento climatico ci impone.

12. Bibliografia

- AGOSTINI, V. N., & BAKUN, A. (2002). *Ocean triads' in the Mediterranean Sea: physical mechanisms potentially structuring reproductive habitat suitability (with example application to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*)*. Fisheries Oceanography, 11(3), 129-142.
- ALBANO, P. G., GALLMETZER, I., HASELMAIR, A., TOMAŠOVÝCH, A., STACHOWITSCH, M., & ZUSCHIN, M. (2018). *Historical ecology of a biological invasion: the interplay of eutrophication and pollution determines time lags in establishment and detection*. Biological invasions, 20(6), 1417-1430.
- ALBANO, P. G., RINALDI, E., EVANGELISTI, F., KUAN, M., & SABELLI, B. (2009). *On the identity and origin of *Anadara demiri* (*Bivalvia: Arcidae*)*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89(6), 1289-1298.
- AZZURRO, E., MOSCHELLA, P., MAYNOU, F. (2011). *Tracking signal of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge*. PLoS One 6 (9).
- BALVANERA, P., PFISTERER, A. B., BUCHMANN, N., HE, J. S., NAKASHIZUKA, T., RAFFAELLI, D., & SCHMID, B. (2006). *Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services*. Ecology letters, 9(10), 1146-1156.
- BANERJEE, O. & CROSSMAN, N. & GROOT R., (2013). *Ecological Processes, Functions and Ecosystem Services*. 10.1002/9781118506271.ch2.
- BARMAWIDJAJA, D. M., VAN DER ZWAAN, G. J., JORISSEN, F. J., & PUSKARIC, S. (1995). *150 years of eutrophication in the northern Adriatic Sea: evidence from a benthic foraminiferal record*. Marine Geology, 122(4), 367-384.
- BEARZI, G., HOLCER, D., & NOTARBARTOLO DI SCIARA, G. (2004). *The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 14(4), 363-379.
- BENNETT, A. F., HASLEM, A., CHEAL, D. C., CLARKE, M. F., JONES, R. N., KOEHN, J. D., ... & NALLY, R. M. (2009). *Ecological processes: a key element in strategies for nature conservation*. Ecological Management & Restoration, 10(3), 192-199.
- BIRD, E., 2000. *Coastal Geomorphology: an introduction*. John Wiley & Sons.
- BOMBACE, G., & GRATI, F. (2007). *Che succede alle riserve di pesca del Mediterraneo*. Notiziario della Societ taliana di Biologia Marina, 51, 29-38.
- BOSC, E., BRICAUD, A., & ANTOINE, D. (2004). *Seasonal and interannual variability in algal biomass and primary production in the Mediterranean Sea, as derived from 4 years of SeaWiFS observations*. Global Biogeochemical Cycles, 18(1).
- BRETTUM, P., & ANDERSEN, T. (2004). *The use of phytoplankton as indicators of water quality*. Norwegian Institute for Water Research SNO Report, (4818), 33.
- BURKHARD, B. & MULLER, F. (2008). *Indicating ecosystem health and integrity*. In: Denhardt, A., Petschow, U. (Eds.), *Sustainability in River Basins—A Question of Governance*. O kom-Verlag, Munchen, pp. 35–57.
- BURKHARD, B., M LLER, F., & LILL, A. (2008). *Ecosystem health indicators: overview*. In: J rgensen, S.E. & B.D. Fath (Eds.): *Ecological Indicators*. Vol. [2] of Encyclopedia of Ecology, 5 vols. Oxford: Elsevier: 1132-1138.
- BYERS, J. E. (2002). *Impact of non-indigenous species on natives enhanced by anthropogenic alteration of selection regimes*. Oikos, 97(3), 449-458.

- CARSTENSEN, J., CONLEY, D.J., ANDERSEN, J.H., ÆRTEBJERG, G. (2006). *Coastal eutrophication and trend reversal: a Danish case study*. *Limnology and Oceanography* 51 (1e2), 398-408.
- CASTELLI, A., & PREVEDELLI, D. (1992). *Effetto del fenomeno delle mucillagini dell'estate 1989 sul popolamento a policheti di un microhabitat salmastro presso punta Marina (Ravenna)*. *Biologia Mediterranea*, 1, 35-38.
- COGAN, C.B., TODD, B.J., LAWTON, P., NOJI, T.T. (2009) *The role of marine habitat mapping in ecosystem-based management*. *ICES Journal of Marine Science*, 66(9), 2033-2042.
- COHEN, A. N., & CARLTON, J. T. (1998). *Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary*. *Science*, 279(5350), 555-558.
- COLL, M., LOTZE, H. K., & ROMANUK, T. N. (2008). *Structural degradation in Mediterranean Sea food webs: testing ecological hypotheses using stochastic and mass-balance modelling*. *Ecosystems*, 11(6), 939-960.
- COLL, M., PALOMERA, I., & TUDELA, S. (2009). *Decadal changes in a NW Mediterranean Sea food web in relation to fishing exploitation*. *Ecological Modelling*, 220(17), 2088-2102.
- COLL, M., SANTOJANNI, A., PALOMERA, I., ARNERI, E. (2010a). *Ecosystem assessment of the north-central Adriatic Sea: towards a multivariate reference framework*. *Marine Ecology Progress Series* 417, 193-210.
- CREMA, R., CASTELLI, A., PREVEDELLI, D. (1991). *Long term eutrophication effects on macrofaunal communities in northern Adriatic Sea*. *Marine Pollution Bulletin* 22, 503-508.
- CROCETTA, F. (2011). *Marine alien Mollusca in the Gulf of Trieste and neighbouring areas: a critical review and state of knowledge (updated in 2011)*. *Acta Adriatica* 52, 247-260.
- CROOKS, J.A., CHANG, A.L., RUIZ, G.M. (2011). *Aquatic pollution increases the relative success of invasive species*. *Biol Invasions* 13:165–176.
- DEGOBBIS, D., GILMARTIN, M. (1990). *Nitrogen, phosphorus, and biogenic silicon budgets for the northern Adriatic Sea*. *Oceanol. Acta* 13(1), 31-45.
- DEVESCOVI, M., IVESA, L. (2007). *Short term impact of planktonic mucilage aggregates on macrobenthos along the Istrian rocky coast (northern Adriatic, Croatia)*. *Marine Pollution Bulletin* 54, 887-893.
- DULČIĆ, J., GRBEC, B., LIPEJ, L. (1999) *Information on the Adriatic ichthyofauna: effect of water warming?* *Acta Adriat* 40:33–43.
- DULČIĆ, J., GRBEC, B., LIPEJ, L., BEG PAKLAR, G., SUPIĆ, N., SMIRČIĆ, A. (2004). *The effect of the hemispheric climatic oscillations on the Adriatic ichthyofauna*. *Fresenius Environmental Bulletin* 13, 293-298.
- EDWARDS, V.R., TETTA, P., JONESB, K.J. (2003). *Changes in the yield of chlorophyll a from dissolved available inorganic nitrogen after an enrichment event — applications for predicting eutrophication in coastal waters*. *Cont. Shelf Res.* 23 (17–19), 1771–1785.
- ELTON, C.S. (1958) *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen, London.
- EPA-US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, OFFICE OF FEDERAL ACTIVITIES (1999). *Considering ecological processes in environmental impact assessments*, 90 pp.
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/ecological-processes-eia-pg.pdf>
- FALACE, A., ALONGI, G., CORMACI, M., FURNARI, G., CURIEL, D., CECERE, E., PETROCELLI, A. (2010). *Changes in the benthic algae along the Adriatic Sea in the last three decades*. *Chemistry and Ecology* 26 (Suppl.), 77-90.
- FEDRA, K.E., ÖLSCHER, M., SCHERÜBEL, C., STACHOWITSCH, M., WURZIAN, R.S. (1976). *On the ecology of a north Adriatic benthic community: distribution, standing crop and composition of the macrobenthos*. *Marine Biology* 38, 129-145.

- FERRETTI, F., MYERS, R.A., SERENA, F., LOTZE, H.K. (2008). *Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea*. Conservation Biology 22, 952-964.
- FORTIBUONI, T., LIBRALATO, S., RAICEVICH, S., GIOVANARDI, O., SOLIDORO, C. (2010). *Coding early naturalists' accounts into long-term fish community changes in the Adriatic Sea (1800-2000)*. PLoS ONE 5 (11).
- GALPARSORO I., BORJA, Á., LEGORBURU, I., HERNÁNDEZ, C., CHUST, G., LIRIA, P., URIARTE, A. (2010). *Morphological characteristics of the Basque continental shelf (Bay of Biscay, northern Spain); their implications for Integrated Coastal Zone Management*. Geomorphology, 118(3-4), 314-329.
- GENOVESI, P., ANGELINI, P., BIANCHI, E., DUPRÉ, E., ERCOLE, S., GIACANELLI, V., RONCHI, F., STOCH, F. (2014). *Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend*. ISPRA, Serie Rapporti, 194/2014, 350 pp.
- GERDOL, M., VISINTIN, A., KALEB, S., SPAZZALI, F., PALLAVICINI, A., & FALACE, A. (2020). *Gene expression response of the alga Fucus virsoides (Fucales, Ochrophyta) to glyphosate solution exposure*. Environmental Pollution, 267, 115483.
- GIANI, M., DJAKOVAC, T., DEGOBBIS, D., COZZI, S., SOLIDORO, C., & UMANI, S. F. (2012). *Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 115, 1-13.
- GIOVANARDI, O., PRANOVI, F., & FRANCESCHINI, G. (1998). *Rapido" trawl fishing in the Northern Adriatic: preliminary observations of the effects on macrobenthic communities*. Acta Adriatica, 39(1), 37-52.
- GOWEN, R.J., TETTA, P., JONES, K.J. (1992). *Predicting marine eutrophication: the yield of chlorophyll from nitrogen in Scottish coastal waters*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 85 (1–2), 153–161.
- GRBEC, B., DULČIĆ, J., MOROVIĆ, M. (2002). *Long-term changes in landings of small pelagic fish in the eastern Adriatic e possible influence of climate oscillations over the northern Hemisphere*. Climate Research 20, 241-252.
- GRBEC, B., MOROVI, M., DULČIĆ, J., MARASOVIĆ, I., NINEVI, Ž. (2008). *Impact of the climatic change on the Adriatic Sea ecosystem*. Fresenius Environ Bull 17:1–7.
- GRILLI, F., ACCORONI, S., ACRI, F., BERNARDI AUBRY, F., BERGAMI, C., CABRINI, M., ... & COZZI, S. (2020). *Seasonal and Interannual Trends of Oceanographic Parameters over 40 Years in the Northern Adriatic Sea in Relation to Nutrient Loadings Using the EMODnet Chemistry Data Portal*. Water, 12(8), 2280.
- HOPKINS, T. S., ARTEGIANI, A., KINDER, C., & PARIANTE, R. (1999). *A discussion of the northern Adriatic circulation and flushing as determined from the ELNA hydrography*. The Adriatic Sea, 32, 85-106.
- HUGHES, T.P., BELLWOOD, D.R., FOLKE, C., STENECK, R.S., WILSON, J. (2005). *New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems*. Trends Ecol Evol 20:380–386.
- JUKIĆ-PELADIĆ, S., VRGOC, N., KRSTULOVIC-SIFNER, S., PICCINETTI, C., PICCINETTI-MANFRIN, G., MARANO, G., & UNGARO, N. (2001). *Long-term changes in demersal resources of the Adriatic Sea: comparison between trawl surveys carried out in 1948 and 1998*. Fisheries research, 53(1), 95-104.
- JUKIĆ-PELADIĆ, S., VRGOC, N., KRSTULOVIC-SIFNER, S., PICCINETTI, C., PICCINETTI-MANFRIN, G., MARANO, G., & UNGARO, N. (2001). *Long-term changes in demersal resources of the Adriatic Sea: comparison between trawl surveys carried out in 1948 and 1998*. Fisheries research, 53(1), 95-104.
- JUSTIĆ, D. (1991) *Hypoxic conditions in the northern Adriatic Sea: historical development and ecological significance*. Geol Soc Spec Publ 58:95–105.
- KOGOVŠEK, T., BOGUNOVIĆ, B., MALEJ, A. (2010). *Recurrence of bloom forming scyphomedusae: wavelet analysis of a 200-year time series*. Hydrobiologia 645, 81-96.

- KOLLMANN, H., STACHOWITSCH, M. (2001). *Long-term changes in the benthos of the northern Adriatic Sea: a phototranssect approach*. *Marine Ecology* 22, 135-154.
- LIBRALATO, S., CHRISTENSEN, V., PAULY, D. (2006). *A method for identifying keystone species in food web models*. *Ecol Model* 195:153–171.
- LOTZE, K.H., COLL, M., DUNNE, J.A. (2011). *Historical changes in marine resources, foodweb structure and ecosystem functioning in the Adriatic Sea, Mediterranean*. *Ecosystems* 14, 198-222.
- MALEJ, A., TIRELLI, V., LUČIĆ, D., PALIAGA, P., VODOPIVEC, M., GORUPPI, A., ... & SHIGANOVA, T. (2017). *Mnemiopsis leidyi in the northern Adriatic: here to stay?* *Journal of Sea Research*, 124, 10-16.
- MARASOVIĆ, I., GRBEC, B., MOROVI, M. (1995). *Long-term production changes in the Adriatic*. *Neth J Sea Res* 34:267–273.
- MCQUATTERS-GOLLOP, A., GILBERT, A.J., MEE, L.D., VERMAAT, J.E., ARTIOLI, Y., HUMBORG, C., WULFF, F. (2009). *How well do ecosystem indicators communicate the effects of anthropogenic eutrophication?* *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 82 (4), 583–596.
- MIKAC, B., MUSCO, L., ĐAKOVAC, T., GIANGRANDE, A., TERLIZZI, A. (2011). *Long-term changes in North Adriatic soft-bottom polychaete assemblages following a dystrophic crisis*. *Italian Journal of Zoology* 78, 304-316.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, 80 pp.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE (2015). *Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici*. 197 pp.
https://pdc.mite.gov.it/sites/default/files/allegati/Strategia_nazionale_adattamento_cambiamenti_climatici.pdf
- MORELLO, E.B., ARNERI, E. (2009). *Anchovy and sardine in the Adriatic Sea: an ecological review*. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 47:209–256.
- MOZETIČ, P., SOLIDORO, C., COSSARINI, G., SOCAL, G., PRECALI, R., FRANCÉ, J., BIANCHI, F., DE VITTOR, C., SMODLAKA, N. & UMANI, S.F., (2010). *Recent trends towards oligotrophication of the northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series*. *Estuaries and coasts*, 33(2), 362-375.
- N'SIALA MASSAMBA, G., GRANDI, V., IOTTI, V., MONTANARI, G., PREVEDELLI, D., SIMONINI, R. (2008). *Responses of a northern Adriatic Ampelisca-Corbula community to seasonality and short-term hydrological changes in the Po river*. *Marine Environmental Research* 66, 466-476.
- NEWELL, R.I.E., OTT, J.A. (1999). *Macrobenthic communities and eutrophication*. In: Malone, T.C., Malej, A., Harding, L.W., Smodlaka, N., Turner, R.E. (Eds.), *Ecosystems at the Land Sea Margin: Drainage Basin to Coastal Sea*. Coastal and Estuaries Studies, vol. 55. American Geophysical Union, pp. 265-293.
- OCCHIPINTI-AMBROGI, A. (2002). *Susceptibility to invasion: assessing scale and impact of alien biota in the northern Adriatic*. In: *Alien Marine Organisms Introduced by Ships*, CIESM Workshop Monographs N. 20, pp. 69-73.
- OCCHIPINTI-AMBROGI, A., SAVINI, D. (2003). *Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems*. *Mar Pollut Bull* 46:542–551.
- ORLANDO-BONACA, M. (2010). *New records of non-indigenous algal species in Slovenian coastal waters*. *Annales, Series Historia Naturalis* 20, 143-150.
- POLDINI, L., ORIOLI, G., VIDALI, M., TOMASELLA, M., STOCH, F. & OREL, G., 2006. *Manuale degli Habitat del Friuli Venezia Giulia. Strumento supporto della valutazione di impatto ambientale (VIA), ambientale strategica*

- (VAS) e di incidenza ecologica (VIEc). Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direz. Centrale Ambientale e Lavori Pubblici – Servizio Valutazione Impatto Ambientale, Università degli Studi di Trieste – Dipartimento di Biologia.
- PRANOVI, F., RAICEVICH, S., FRANCESCHINI, G., TORRICELLI, P., & GIOVANARDI, O. (2001). *Discard analysis and damage to non-target species in the "rapido" trawl fishery*. *Marine Biology*, 139(5), 863-875.
- RAC/SPA -REGIONAL ACTIVITY CENTRE FOR SPECIALLY PROTECTED AREAS - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/MEDITERRANEAN ACTION PLAN (UNEP/MAP) (2015). *Twelfth Meeting of Focal Points for Specially Protected Areas*, 39 pp.
http://rac-spa.org/nfp12/documents/information/wg.408_inf09_rev2_eng.pdf
- REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA (2018). *Piano Paesaggistico Regionale del Friuli Venezia Giulia – Allegato E1 'La REL dei paesaggi di pianura, di area montana e urbanizzati'*, 86 pp.
https://www.regione.fvg.it/rafvig/export/sites/default/RAFVG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA21/allegati/BUR/18_SO25_1_DPR_111_71_ALL71.pdf
- RIEDEL, B., ZUSCHIN, M., STACHOWITSCH, M. (2008). *Dead zone: a future worst-case scenario for northern Adriatic biodiversity*. In: Briand, F. (Ed.), *Climate Warming and Related Changes in Mediterranean Marine Biota*. CIESM Workshop Monograph N. 35, pp. 73-77.
- ROMANELLI, M., CORDISCO, C.A., GIOVANARDI, O. (2009). *The long-term decline of the Chamelea gallina L. (Bivalvia: Veneridae) clam fishery in the Adriatic Sea: is synthesis possible?* *Acta Adriatica* 50, 171-205.
- SANGIORGI, F., DONDEERS, T.H. (2004). *Reconstructing 150 years of eutrophication in the north-western Adriatic Sea (Italy) using dinoflagellate cysts, pollen and spores*. *Estuar Coast Shelf Sci* 60:69–79.
- SANTOJANNI, A., ARNERI, E., BERNARDINI, V., CINGOLANI, N., DI MARCO, M. & RUSSO, A. (2006). *Effects of environmental variables on recruitment of anchovy in the Adriatic Sea*. *Climate Research*, 31(2-3), 181-193.
- SMITH, V.H. (2006). *Responses of estuarine and coastal marine phyto-plankton to nitrogen and phosphorus enrichment*. *Limnol. Oceanogr.* 51 (1 (pt. 2)), 377–384.
- SOETAERT, K., MIDDELBURG, J.J., HEIP, C., MEIRE, P., VAN DAMME, S., MARIS, T. (2006). *Long-term change in dissolved inorganic nutrients in the heterotrophic Scheldt estuary (Belgium, The Netherlands)*. *Limnology and Oceanography* 51 (1, Part 2), 409e423.
- SOLIDORO, C., BASTIANINI, M., BANDELI, V., CODERMATZ, R., COSSARINI, G., CANU, D. M., RAVAGNAN, E., SALON, S. & TREVISANI, S. (2009). *Current state, scales of variability, and trends of biogeochemical properties in the northern Adriatic Sea*. *Journal of Geophysical Research*. doi:10.1029/2008JC004838.
- SOLIS-WEISS, V., ALEFFI, F., ROSSIN, P., BETTOSO, N., OREL, G., FONDA-UMANI, S. (2004). *Effects of industrial and urban pollution on the benthic macrofauna in the Bay of Muggia (industrial port of Trieste, Italy)*. *Science of the Total Environment* 328, 247-263.
- SOURNIA, A. (1973). *La production primaire planctonique en Méditerranée. Essai de mise a jour*. *Bulletin Etude en commun de la Méditerranée* 5, 1–128.
- STACHOWITSCH, M., FANUKO, N., RICHTER, M. (1990). *Mucous aggregates in the Adriatic Sea: an overview of stages and occurrences*. *Marine Ecology (P.S. Z. N. I.)* 11, 327-350.
- STREFTARIS, N., ZENETOS, A. (2006). *Alien marine species in the Mediterranean—the 100 “Worst Invasives” and their Impact*. *Mediterr Mar Sci* 7:87–118.

- TEEB, ECOLOGICAL AND ECONOMIC FOUNDATIONS (2010). *Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation*. The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. Earthscan, London.
- UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE (2018). *Supporto scientifico metodologico alla elaborazione della rete ecologica locale nell'area costiera triestina*. In collaborazione con Comune di Udine-Museo Friulano di Storia Naturale e Area marina Protetta Miramare. Documento interno, 43 pp.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1992). *Coastal marine eutrophication: principles and control*. In Marine coastal eutrophication. Elsevier, London, 1-20.
- VOLLENWEIDER, R.A. (1976). *Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 53—83.
- VRGOČ, N., ARNERI, E., JUKIĆ-PELADIĆ, S., ŠIFNER, S.K., MANNINI, P., MARČETA, B., OSMANI, K., PICCINETTI, C. & UNGARO, N. (2004). *Review of current knowledge on shared demersal stocks of the Adriatic Sea*. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO).
- VRGOČ, N., ARNERI, E., JUKIĆ-PELADIĆ, S., ŠIFNER, S.K., MANNINI, P., MARČETA, B., OSMANI, K., PICCINETTI, C. & UNGARO, N. (2004). *Review of current knowledge on shared demersal stocks of the Adriatic Sea*. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO).
- WILHERE, G. F. (2002). *Adaptive management in habitat conservation plans*. Conservation biology, 16(1), 20-29.
- ZOTIER, R., BRETAGNOLLE, V., THIBAUT, J.C. (1999). *Biogeography of the marine birds of a confined sea, the Mediterranean*. J Biogeogr 26:297–313.

Sitografia (siti web consultati)

- <http://vnr.unipg.it/habitat/>
- <http://www.progettoisea.minambiente.it/mappeconcettuali/>
- <http://www.strategiamarina.isprambiente.it/descrittori>
- <https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/Pubblica/DettaglioDgr.aspx?id=410062>
- <https://bur.regione.veneto.it/BurvServices/pubblica/DettaglioDgr.aspx?id=231238>
- <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204128>
- <https://cices.eu/>
- https://ec.europa.eu/environment/iczm/index_en.htm
- https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/commission_note/comNote%20conservation%20measures_IT.pdf
- <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/>
- <https://natura2000.eea.europa.eu/#>
- <https://parkstrunjan.si/nacrt-upravljanja-2018-2027/>
- https://www.ambientediritto.it/Legislazione/aree%20protette/2007/veneto_lr2007_n.15.htm
- <https://www.cbd.int/ebsa/>

<https://www.prodromo-vegetazione-italia.org/glossario>

<https://www.regione.fvg.it/rafv/cms/RAFVG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA31/>

<https://www.regione.fvg.it/rafv/cms/RAFVG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA31/>

<https://www.regione.fvg.it/rafv/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA41/FOGLIA14/>

<https://www.regione.fvg.it/rafv/cms/RAFVG/ambiente-territorio/valutazione-ambientale-autorizzazioni-contributi/>

<https://www.tegnue.it/Relazione-SIC.pdf>