

I dati di Carta della Natura per la conoscenza e la salvaguardia degli ecosistemi costieri italiani

Carta della Natura for the knowledge and protection of Italian coastal ecosystems

DORA CERALLI, ROBERTO BAGNAIA, ROBERTA CAPOGROSSI, LUCILLA LAURETI

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
dora.ceralli@isprambiente.it, roberto.bagnaia@isprambiente.it, roberta.capogrossi@isprambiente.it,
lucilla.laureti@isprambiente.it

Riassunto

La salvaguardia degli ecosistemi costieri è attualmente una impellente questione ambientale che, per essere affrontata in modo efficace, deve basarsi sulla conoscenza dello stato attuale e delle dinamiche in atto attraverso lo studio ed il monitoraggio degli habitat. In questo lavoro viene presentato il contributo che i dati del Sistema Carta della Natura possono dare alla rappresentazione cartografica e alla valutazione ecologico-ambientale di questi habitat. Le elaborazioni statistiche realizzate hanno consentito interessanti analisi di sintesi sulle varie tipologie di habitat presenti nell'area di studio, con maggior dettaglio sugli habitat esclusivamente costieri per i quali si evidenzia una distribuzione discontinua e frammentaria; la maggior parte di essi sono habitat rari a livello nazionale e di elevato Valore e Rischio Ecologico. Molti ricadono in All.1 della Dir. 92/43/CEE ed alcuni in Allegato A della Lista Rossa degli Habitat europei in categoria "Vulnerable" o "Endangered". Una ulteriore analisi ha permesso di valutare che le aree costiere di maggior pregio naturalistico-ambientale ricadono in gran parte in territori attualmente sottoposti a varie forme di protezione, ma che ci sono altre zone che meritano tutela. La individuazione di tali aree rappresenta una indicazione molto utile per orientare nuove proposte di protezione, necessarie al raggiungimento degli obiettivi previsti dalla *Strategia Europea sulla Biodiversità* per il 2030.

Parole chiave

Habitat costieri, Carta degli habitat, Valore Ecologico, Rischio Ecologico, Biodiversità

Abstract

The safeguarding of coastal ecosystems is currently an urgent environmental issue that, to be effectively addressed, it must be based on knowledge of the current state and ongoing dynamics through the study and monitoring of habitats. This paper presents the contribution that data of the "Carta della Natura" database can provide to the cartographic representation and ecological-environmental assessment of these habitats. The statistical analyses carried out have allowed interesting summary analyses of the various habitat types occurring in the study area. A greater detail is provided for exclusively coastal habitats, that show a discontinuous and fragmented distribution; most of them are rare habitats the national level and of high Ecological Value and Risk. Many fall under Annex 1 of Directive 92/43/EEC, and some are included in Annex A of the Red List of European Habitats under the "Vulnerable" or "Endangered" categories. Further analysis revealed that the coastal areas of greatest natural and environmental value are largely located in areas currently under various forms of protection; nevertheless, there are still areas worthy of protection. The identification of these areas will help to guide new protection measures needed to achieve European Biodiversity Strategy for 2030 objectives.

Keywords

Coastal habitats, Habitat mapping, Ecological value, Ecological risk, Biodiversity

1. Introduzione

I sistemi ecologici costieri sono sistemi particolarmente soggetti a variazioni ed evoluzioni, spesso anche repentine, sia per dinamiche naturali sia, soprattutto, per effetti delle attività umane, che li rendono tra gli ambienti più sensibili, fragili ed impattati (Gray, 1997; Gibbs, 2000; Guadagno, Grasso, 2022).

Il delicato equilibrio che caratterizza la ristretta fascia di contatto tra i sistemi ecologici terrestri e quelli marini è infatti caratterizzato per sua natura da forte instabilità: piccoli e grandi eventi, dovuti a cause naturali o antropiche, spesso congiunte ed operanti in sinergia, hanno determinato e determinano cambiamenti nella forma, struttura e composizione degli ambienti costieri e, in particolare, degli habitat, tasselli fondamentali di ogni sistema ecologico.

A differenza delle sempre attive dinamiche naturali tipiche dei sistemi di transizione, che modificano la reciproca distribuzione degli habitat costieri, ma che generalmente non ne pregiudicano l'esistenza, gli interventi antropici sul territorio e le conseguenze delle attività umane, oltre ad essere decisivi nell'evoluzione dei sistemi costieri, comunemente portano al degrado, alla frammentazione, alla riduzione e, a volte, anche alla scomparsa degli habitat naturali presenti, compromettendo il loro complesso mosaico di grande biodiversità, il loro funzionamento e i loro cicli ecologici (Brooks et al., 2002; Fahrig, 2002, 2003; Hoffmeister et al., 2005; Astiaso Garcia et al., 2013; Acosta, Ercole, 2015).

A scopo puramente esemplificativo si possono citare due eventi storici eclatanti di segno opposto: il massiccio taglio dei boschi in epoca romana per la produzione di legname ha avuto tra le conseguenze l'erosione e il trasporto e scarico a mare di una grande quantità di materiali, che hanno contribuito a determinare una "veloce" progredazione della costa; al contrario, la costruzione di numerose dighe negli anni del secondo dopoguerra, insieme alla cementificazione della costa, alla sua ingente urbanizzazione, all'uso turistico balneare delle spiagge e alla moltiplicazione di cave in alveo, ha causato una rilevante erosione dei litorali con regressione costiera (D'Alessandro, La Monica, 1999; Ferretti et al., 2003; Fierro, 2004). Questi processi erosivi continuano ai nostri giorni, accelerati dagli effetti del riscaldamento climatico

globale che provoca un innalzamento del livello del mare ed un aumento degli eventi meteorici estremi.

Nella valutazione dello stato dell'ambiente costiero a questi fenomeni vanno aggiunte altre problematiche ecologiche di urgente attualità: l'impatto dovuto all'inquinamento delle acque e del suolo, particolarmente concentrato lungo le zone litoranee; l'invasione di specie aliene; l'emungimento di acque di falda nelle pianure alluvionali costiere che abbassa la falda di acqua dolce e favorisce l'ingressione del cuneo salino. Per non parlare del consumo di suolo, che nella fascia prossima alla costa risulta significativamente più elevato rispetto al resto del territorio italiano, come rilevato anche dall'elaborazione dei dati ISPRA (SNPA, 2024).

Alla luce di quanto premesso non si può che affermare l'esistenza di una enorme e complessa "questione ambientale" che affligge le nostre coste e che va affrontata in modo sistemico adottando misure pianificatorie, gestionali e di protezione adeguate (Audisio et al., 2002; Alterman, Pellach, 2021).

Lo studio degli habitat costieri ed il loro monitoraggio sono di fondamentale importanza per comprenderne lo stato e le dinamiche evolutive (Pethicj, 1996): solo sulla base di queste conoscenze si può attuare una corretta gestione e pianificazione del territorio, avendo come finalità la tutela degli habitat naturali e il loro eventuale recupero o ripristino laddove si presentino degradati o addirittura distrutti. A questo riguardo va evidenziato che la presenza di ecosistemi costieri naturali integri o in buono stato di conservazione non solo rappresenta un grande valore naturalistico-ambientale e paesaggistico, ma è funzionale alla difesa della costa dall'erosione ed al contrasto della risalita del cuneo salino (Romano, Zullo, 2014).

Lo studio degli ecosistemi ha come attività centrale ed imprescindibile l'attività cartografica, necessaria per mettere in luce tipologia, distribuzione, diffusione degli habitat ed i loro rapporti geometrici (Haines Young et al., 2000; Kutiel, 2001; Berberoglu et al., 2004; Dimopoulos et al., 2005). Considerando, inoltre, che per una gestione e pianificazione del territorio orientata alla salvaguardia e valorizzazione ambientale è necessario conoscere lo stato dell'ambiente, accanto alla cartografia degli habitat, è estremamente utile disporre di una procedura valutativa che stimi il loro valore ecologico e la loro fragilità (Amadei et al., 2004; Angelini et al., 2009; Cardillo et al., 2017). In estrema sintesi queste sono le finalità

del Sistema Carta della Natura, introdotta nel 1991 dalla Legge Quadro sulle Aree Naturali Protette (L.394/91) (Repubblica Italiana, 1991).

2. Il progetto Carta della Natura: generalità e specificità

La realizzazione e l'implementazione di Carta della Natura, dagli approcci metodologici alla produzione cartografica ed al suo aggiornamento, è un compito istituzionale dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), che se ne occupa sia in forma autonoma sia coordinando le attività attraverso il coinvolgimento e la collaborazione di Enti locali, Università ed esperti della materia.

Le finalità del Sistema sono ben espresse nella succitata Legge che all'art.3 riporta: "*Carta della Natura [...] individua lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriale*".

Pensato come uno strumento tecnico utile alla pianificazione territoriale e a supporto delle politiche di conservazione, il progetto si è sviluppato su dei principi chiari:

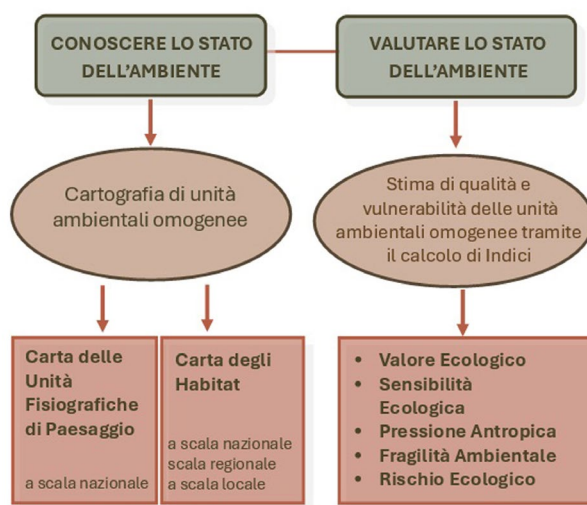
- rivolge lo studio all'intero territorio italiano;
- focalizza l'attenzione sugli aspetti naturali del Paese;
- ha una finalità conoscitiva;
- ha una finalità valutativa.

La fase conoscitiva si concretizza con la produzione di cartografie di unità territoriali omogenee dal punto di vista ecologico a diverse scale di analisi; la fase valutativa ha l'obiettivo di stimare la qualità e la vulnerabilità ambientale delle unità cartografate tramite il calcolo di diversi indici (Bagnaia, 2009). In figura 1 si riporta lo schema concettuale alla base della definizione del Sistema.

Dal punto di vista cartografico diverse sono le scale di analisi con cui si descrive l'eterogeneità ambientale italiana: la scala nazionale per delineare unità territoriali omogenee a livello di paesaggio (Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani) e la scala regionale per evidenziare la distribuzione degli habitat (Carta degli Habitat). A queste due scale, nel tempo, si sono affiancati studi a maggior dettaglio, con cartografie locali degli habitat, e si stanno sviluppando analisi a livello di sistemi ecologici (Cardillo et al., 2017).

L'intero Sistema è organizzato in un GIS (*Geographic Information System*) che permette da un lato l'aggiornamento dei contenuti e della sua struttura con l'implementazione di nuovi dati che si rendono disponibili, dall'altro il collegamento di tutte le cartografie e le informazioni presenti nel Sistema.

Figura 1 – Schema concettuale alla base della definizione del Sistema Carta della Natura



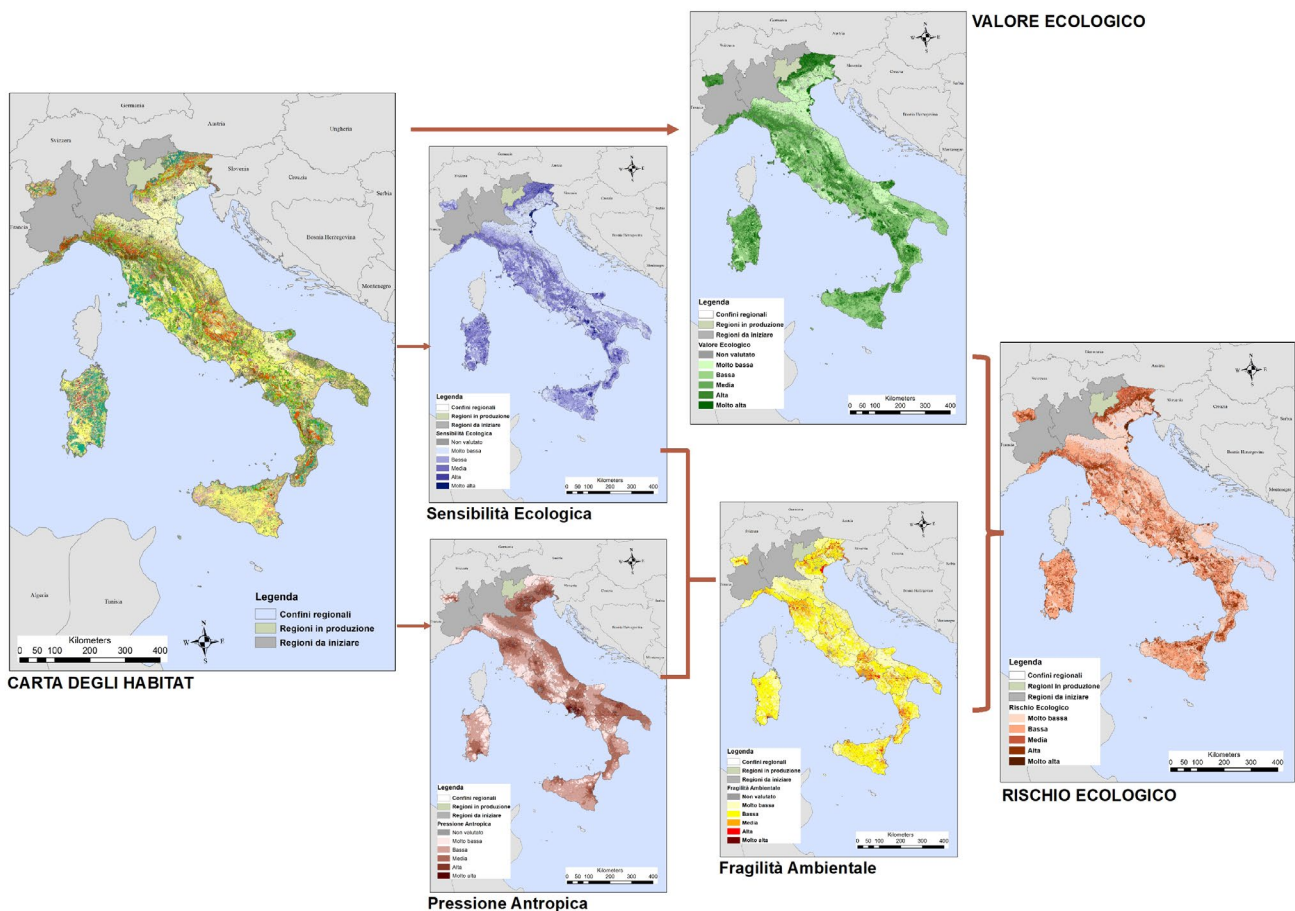
Fonte: elaborazione degli Autori

3. Metodologia e dati utilizzati

Per lo studio descritto nel presente lavoro sono stati utilizzati i dati disponibili nelle Carte degli habitat a scala regionale (range di scala compreso tra la scala 1: 50.000 e la scala 1: 25.000, coordinate riferite al sistema di riferimento WGS84 – UTM32/33 (EPSG 32633/32632)). Si tratta di cartografie poligonali in cui l'unità cartografata è l'ecotopo, unità funzionalmente e strutturalmente omogenea definita dall'interazione di fattori sia biotici che abiotici, tra cui vegetazione, suolo, idrologia e altri fattori (Tansley, 1939; Schmithusen, 1948; Troll, 1950).

Ciascun poligono (ecotopo) è riferito ad un habitat della legenda nazionale di Carta della Natura (<http://carta-natura.isprambiente.it/Legenda/Home.php>). La legenda, basata in origine sulla nomenclatura Corine Biotopes e Palaeartic (European Commission, 1991; Devillers & Devillers-Terschuren, 1996; Devillers et al., 2004), ha subito nel tempo modifiche, integrazioni e adattamenti alla

Figura 2 - Carte degli Indici di VE, SE, PA, FA e RE a partire dalla Carta degli habitat



Fonte: elaborazione degli Autori

realtà italiana, assumendo attualmente una configurazione autonoma.

Geometricamente la produzione cartografica prevede la realizzazione di uno strato informativo vettoriale costituito da poligoni con unità minima cartografabile di 1 ettaro e distanza minima tra due linee contrapposte di 20 metri. La cartografia degli habitat è realizzata avvalendosi di una tecnica mista che prevede la fotointerpretazione di immagini aeree, l'utilizzo di dati cartografici preesistenti, l'impiego di dati bibliografici e di dati raccolti direttamente in campo (SNPA, 2023).

Riguardo la valutazione, per ogni poligono della Carta degli habitat vengono calcolati cinque Indici che danno la misura della sua qualità e vulnerabilità dal punto di vista ecologico-ambientale (figura 2).

Tre di questi indici sono calcolati attraverso l'uso di un set di indicatori ed appositi algoritmi: Valore Ecologico (VE), Sensibilità Ecologica (SE) e Pressione Antropica (PA); il quarto, la Fragilità Ambientale (FA), è un indice derivato dalla combinazione di SE e PA (Capogrossi, Laureti, 2009). A questi indici, successivamente, è stato aggiunto il Rischio Ecologico (RE), un indice derivato che, combinando VE e FA, evidenzia in modo estremamente sintetico gli ecotipi di grande valore e grande fragilità, che sono quelli di maggiore interesse ai fini conservazionistici (Bagnaia et al., 2023).

Gli indicatori selezionati ed utilizzati per i calcoli sono ricavati esclusivamente da database disponibili ed omogenei per l'intero territorio nazionale e derivati da fonti ufficiali (Direttive Europee, MASE, ISTAT) o prodotti da

ISPRA, per cui non sono esaustivi di tutti gli aspetti da valutare per ogni indice; tuttavia le procedure valutative sono aperte in modo da permettere la loro integrazione e perfezionamento nel caso che nuovi dati si rendessero disponibili. Gli indicatori si riferiscono a tre diverse categorie:

- indicatori “istituzionali”, che recepiscono valori (aree protette e tipi di habitat) già riconosciuti in base alla Direttiva Habitat (Dir.92/43CEE) e aree Ramsar;
- indicatori di Biodiversità che si riferiscono alla presenza potenziale di specie floristiche e faunistiche in base a criteri di idoneità ecologica specie/habitat ed in base ai rispettivi areali di presenza e distribuzione;
- indicatori che si riferiscono a parametri ecologici, espressione indiretta di un buono stato di conservazione, ricavati dalla Carta degli habitat quali forma e dimensione dell'ecotopo, rarità e frammentazione del tipo di habitat;
- indicatori che sintetizzano gli effetti provocati sugli habitat da alcune attività antropiche.

Il valore di ciascun Indice viene, poi, calcolato attraverso l'applicazione di procedure informatiche che garantiscono uno standard nella trattazione dei dati di base e nei calcoli effettuati, ed è rappresentato tramite una suddivisione in 5 classi: molto bassa, bassa, media, alta e molto alta.

Nell'analisi presentata nell'articolo, sono stati utilizzati solamente gli indici VE e RE, che da soli riescono sinteticamente a mettere in luce lo stato dell'ambiente, evidenziandone le sue criticità.

Il VE viene inteso come pregio naturale e rappresenta una stima del livello di qualità di un ecotopo, deriva dalla sintesi di indicatori di pregio che, nel loro insieme, esprimono il valore naturale di un biotopo. Le mappe del Valore Ecologico di Carta della Natura permettono di evidenziare le aree in cui sono presenti aspetti peculiari di naturalità del territorio.

Il RE, di recente ideazione (Bagnaia et al., 2023), descrive in maniera sintetica ed efficace gli ecotopi che necessitano di maggiore protezione in quanto presentano elevati valori di qualità ambientale e sono attualmente più a rischio a causa della loro elevata fragilità. È un Indice alla cui stima contribuiscono direttamente o indirettamente tutti gli altri Indici di Carta della Natura, derivato

dalla combinazione di VE e FA (figura 2). Quest'ultima, la Fragilità Ambientale, derivata dalla combinazione di SE e PA, esprime il livello di vulnerabilità naturalistico-ambientale degli ecotopi, evidenziando quelli che più di altri risultano a rischio di degrado in quanto uniscono, ad una predisposizione a subire un danno per fattori naturali (SE), una condizione di forte disturbo antropico dovuto alla compresenza di infrastrutture ed attività umane (PA). Nel corso del progetto pluridecennale di Carta della Natura sono state realizzate le Carte degli habitat e le Carte degli Indici valutativi di quasi tutto il territorio italiano: attualmente mancano solo le regioni Piemonte, Lombardia e Trentino Alto Adige, quest'ultima in fase di realizzazione.

I dati di Carta della Natura sono stati già utilizzati per effettuare studi sugli ambienti costieri, limitatamente alle coste adriatiche e quelle orientali del Mar Jonio (Ceralli et al., 2014; Augello, 2023). Avendo, ora, a disposizione la cartografia degli habitat per tutte le regioni italiane che hanno uno sbocco sul mare, è stato possibile effettuare lo studio di tutta la fascia costiera nazionale: tirrenica, ionica e adriatica, grandi e piccole isole incluse.

4. Area di studio

Considerando che l'oggetto di questo lavoro sono gli ecosistemi di tutta fascia costiera italiana, per individuare l'area di indagine su cui effettuare lo studio si è operato secondo la seguente procedura:

dalle Carte degli habitat a scala regionale (Papini et al., 2008; Brentan et al., 2008; Casella et al., 2008; Bagnaia et al., 2011; Angelini et al., 2012; Papallo et al., 2012; Angelini et al., 2013; Camarda et al., 2015; Bagnaia et al., 2017; Casella et al., 2021; Cardillo et al., 2021; Ceralli, 2021; Oriolo et al., 2021; Papallo et al., 2022; Paone et al., 2024) sono stati selezionati gli ecotopi riferiti ai 22 tipi di habitat di costa presenti nella legenda nazionale;

si è poi costruito un buffer di 500 metri dalla linea di costa verso l'interno perché è stato verificato che in questa fascia sono compresi tutti gli ecotopi afferenti agli habitat tipici della costa, e quasi tutti per intero;

laddove il buffer tagliava alcuni degli ecotopi relativi agli habitat selezionati (per esempio “21.1_m - Lagune e laghi salmastri costieri”), lo stesso buffer è stato esteso intorno ad essi affinché inglobasse interamente gli ecotopi stessi.

L'area così selezionata copre tutta la fascia costiera nazionale per una lunghezza totale di circa 8.300 km ed ha una estensione di circa 6.037 Km² (figura 3). Naturalmente in questa fascia non ricadono solo gli habitat tipicamente costieri, ma anche altre tipologie, sia naturali che, soprattutto, antropiche.

Figura 3 – L'area di studio individuata, in colore rosso, interessa tutta la fascia costiera italiana. In colore verde le regioni per cui è disponibile la Carta degli habitat a scala regionale.



Fonte: elaborazione degli Autori

5. Analisi e risultati

Le elaborazioni statistiche realizzate sui dati di Carta della Natura estratti nell'area di studio, hanno permesso di effettuare interessanti analisi a scala nazionale sulle tipologie di habitat naturali, seminaturali e antropici

presenti in ambito costiero. Un approfondimento specifico è stato fatto analizzando a parte gli habitat naturali tipicamente costieri, ossia quegli habitat che in tutto il territorio nazionale, per loro caratteristiche intrinseche, esistono solamente nella fascia di territorio studiata, adiacente il mare, il cui degrado o perdita non può essere mitigata dalla loro presenza in altri contesti ambientali interni.

Dal momento che qualsiasi analisi del mosaico ambientale basata su dati cartografici è strettamente legata alla scala di studio (Forman, Godron, 1986; Turner et al., 1989; O'Neill et al., 1991; Wu, 2004), va fatta una premessa sulla risoluzione della carta degli habitat utilizzata, che come già evidenziato ha *patches* minime di 1 ettaro e larghezza minima tra due linee contrapposte di 20 m. Questo è ancor più doveroso considerando il fatto che il paesaggio costiero è caratterizzato da un mosaico di ecotipi di piccole dimensioni, che coprono superfici spesso di dimensioni inferiori all'ettaro (Tomaselli et al., 2012).

Le elaborazioni condotte hanno consentito di definire:

- le tipologie di tutti gli habitat presenti;
- la loro distribuzione, frequenza e presenza percentuale sull'area di studio;
- quanto territorio costiero italiano è completamente antropizzato o ricadente in contesti seminaturali e quanto è ancora rimasto in condizioni naturali;
- il grado di frammentazione degli habitat naturali costieri;
- la presenza di habitat naturali costieri rari;
- quali habitat hanno Rischio Ecologico più elevato.

Entrando nel dettaglio delle analisi, nell'area di studio, sono stati individuati 34.554 ecotipi relativi a 150 diverse tipologie di habitat; di essi 6.160 si riferiscono a 22 tipi di habitat costieri, 16.560 a 19 tipi di ambienti antropici, 11.834 a 109 altri habitat naturali e semi-naturali non tipicamente costieri.

Così come riportato in Tabella 1, per ogni habitat sono stati rilevati: la superficie occupata; il numero di ecotipi relativi; la sua incidenza percentuale; se è soggetto a forme di tutela in quanto inserito nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE, detta "Direttiva Habitat" (European Community, 1992) e se è prioritario.

Tabella 1 - Elenco degli habitat presenti nell'area di studio. Per ogni habitat è riportata la superficie occupata, il numero di ecotopi relativi, l'incidenza percentuale, se è contenuto nell'Allegato I della Direttiva Habitat e se è prioritario. In azzurro gli habitat prettamente costieri, in arancio scuro quelli naturali e seminaturali non costieri, in arancio chiaro quelli antropici.

CODICE	DENOMINAZIONE HABITAT	Superficie totale (km ²)	% sull'area di studio	Numero di ecotopi	% sugli ecotopi totali	Allegato 92/43/CEE	Prioritari
13	Foci fluviali	5,72	0,09	27	0,08	x	
14.1	Piane fangose e sabbiose intertidali	95,83	1,59	132	0,38	x	
15.1	Ambienti salmastri con vegetazione alofila pioniera annuale	86,51	1,43	526	1,52	x	
15.21	Praterie a <i>Spartina</i>	2,99	0,05	84	0,24	x	
15.5	Ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne erbacea	55,59	0,92	571	1,65	x	
15.6	Ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne legnosa	17,41	0,29	320	0,93	x	
15.72	Cespuglieti alo-nitrofilo mediterranei	4,11	0,07	56	0,16		
15.81	Steppe salate a <i>Limonium</i>	2,81	0,05	49	0,14	x	x
16.11	Spiagge sabbiose prive di vegetazione	140,90	2,33	1.099	3,18		
16.12	Spiagge sabbiose con vegetazione annuale	2,48	0,04	35	0,10	x	
16.21	Dune mobili	30,24	0,50	426	1,23	x	
16.22	Dune stabili con vegetazione erbacea	19,68	0,33	284	0,82	x	
16.25	Dune stabili con cespuglieti a caducifoglie	1,42	0,02	34	0,10		
16.27	Dune stabili a ginepri	37,68	0,62	253	0,73	x	x
16.28	Dune stabili con macchia a sclerofille	56,67	0,94	225	0,65	x	
16.29	Dune alberate	155,19	2,57	335	0,97	x	x
16.3	Depressioni umide interdunali e retrodunali	8,34	0,14	73	0,21	x	
17.1	Spiagge ghiaiose e ciottolose prive di vegetazione	8,64	0,14	224	0,65		
17.2	Spiagge ghiaiose e ciottolose con vegetazione annuale	0,16	0,00	1	0,00	x	
18.221_m	Scogliere e rupi marittime	92,28	1,53	971	2,81	x	
18.31	Sponde di laghi salati interni	0,06	0,00	1	0,00		
19.1	Isolette rocciose marine	2,58	0,04	84	0,24		
21.1_m	Lagune e laghi salmastri costieri	1.098,04	18,19	374	1,08	x	x
21.2_m	Stagni costieri salati soggetti a disseccamento prolungato	3,10	0,05	33	0,10	x	x
22.1_m	Laghi naturali di acqua dolce con vegetazione scarsa o assente	3,79	0,06	106	0,31		
22.2_m	Sponde e fondali di laghi periodicamente emersi con vegetazione scarsa o assente	0,16	0,00	7	0,02		
22.3	Sponde e fondali di laghi e stagni periodicamente emersi con vegetazione	0,01	0,00	1	0,00	x	x
22.4	Laghi e stagni di acqua dolce con vegetazione	0,71	0,01	20	0,06	x	
23	Laghi salati interni	26,30	0,44	40	0,12		
24.1_m	Corsi d'acqua con vegetazione scarsa o assente	23,82	0,39	200	0,58	x	
24.221_m	Greti nudi o con vegetazione a carattere temperato	0,24	0,00	8	0,02	x	
24.225_m	Greti nudi o con vegetazione a carattere mediterraneo	5,47	0,09	191	0,55	x	
24.4	Corsi d'acqua con vegetazione	0,51	0,01	22	0,06	x	
24.52	Sponde, banchi e letti fluviali fangosi con vegetazione a carattere temperato	0,10	0,00	4	0,01	x	
24.53	Sponde, banchi e letti fluviali fangosi con vegetazione a carattere mediterraneo	1,18	0,02	19	0,05	x	
31.81	Cespuglieti temperati a latifoglie decidue	1,08	0,02	32	0,09		
31.844	Ginestreti collinari e montani	0,98	0,02	38	0,11		
31.863	Campi a <i>Pteridium aquilinum</i>	0,19	0,00	7	0,02		

31.87	Aree recentemente disboscate da incendi, valanghe o eventi meteorici estremi	0,13	0,00	4	0,01		
31.8A	Roveti	11,64	0,19	272	0,79		
31.8B2	Cespuglieti illirici	0,90	0,01	27	0,08		
32.11	Matorral a querce sempreverdi	4,03	0,07	58	0,17		
32.12	Matorral a olivastro e lentisco	31,35	0,52	60	0,17		
32.13	Matorral a ginepri	115,46	1,91	252	0,73	x	
32.14	Matorral a pini	3,92	0,06	21	0,06		
32.212	Macchia a eriche termomediterranee	4,50	0,07	12	0,03		
32.214_m	Macchia a Pistacia lentiscus	126,14	2,09	575	1,66		
32.215	Macchia a <i>Cytisus laniger</i> , <i>Cytisus spinosus</i> , <i>Cytisus infestus</i>	15,17	0,25	170	0,49		
32.217	Garighe costiere a <i>Helichrysum</i>	19,76	0,33	152	0,44	x	
32.218	Macchia a <i>Myrtus communis</i>	0,09	0,00	2	0,01		
32.219	Macchia a <i>Quercus coccifera</i>	0,62	0,01	3	0,01		
32.22	Macchia a <i>Euphorbia dendroides</i>	31,29	0,52	240	0,69	x	
32.23	Steppe e garighe a <i>Ampelodesmus mauritanicus</i>	43,89	0,73	419	1,21	x	
32.24	Macchia con <i>Chamaerops humilis</i>	7,16	0,12	68	0,20	x	
32.255	Macchia a <i>Periploca angustifolia</i>	7,26	0,12	73	0,21	x	
32.26	Ginestreti termomediterranei	11,78	0,20	65	0,19	x	
32.3_m	Macchia mediterranea	119,59	1,98	472	1,37		
32.4_m	Garighe termo e mesomediterranee	67,21	1,11	463	1,34		
32.9	Praterie e garighe invase da <i>Asphodelus</i> , <i>Phlomis</i> , <i>Carduus</i> , <i>Ferula</i>	0,05	0,00	1	0,00		
32.A	Ginestreti a <i>Spartium junceum</i>	1,95	0,03	52	0,15		
33.2	Frigane a <i>Centaurea horrida</i>	1,65	0,03	11	0,03		
33.36	Frigane a <i>Thymra capitata</i>	6,28	0,10	50	0,14		
33.6_m	Frigane a <i>Poterium spinosum</i>	0,12	0,00	4	0,01	x	
33.9_m	Frigane a ginestre della Sardegna	1,84	0,03	16	0,05	x	
34.32	Praterie mesofile compatte temperate e submediterranee	0,31	0,01	13	0,04	x	x
34.5	Praterie aride mediterranee	38,51	0,64	282	0,82	x	x
34.6	Steppe di alte erbe mediterranee	67,18	1,11	566	1,64	x	x
34.75	Praterie aride submediterranee a impronta balcanica	0,21	0,00	14	0,04	x	
34.8_m	Praterie subnitrofile	137,40	2,28	1.744	5,05		
35.3	Praterie mediterranee a terofite acidofile	13,20	0,22	69	0,20	x	x
37.1	Praterie umide planiziali, collinari e montane a alte erbe	0,36	0,01	18	0,05	x	
37.2	Praterie umide mediterranee eutrofiche pascolate	0,50	0,01	6	0,02		
37.31	Praterie umide a <i>Molinia caerulea</i> e comunità correlate	0,23	0,00	8	0,02	x	
37.4_m	Praterie umide mediterranee a alte erbe	8,26	0,14	86	0,25	x	
37.A_n	Praterie umide a canne	3,33	0,06	47	0,14		
38.1	Praterie eutrofiche pascolate	4,04	0,07	59	0,17		
38.2	Prati da sfalcio planiziali, collinari e montani	6,93	0,11	79	0,23	x	
41.281	Querco-carpineti dei suoli idromorfi con <i>Quercus robur</i>	0,34	0,01	1	0,00	x	
41.731	Querceti temperati a roverella	5,76	0,10	111	0,32		
41.732	Querceti mediterranei a roverella	8,83	0,15	275	0,80		
41.737B	Boschi submediterranei orientali di quercia bianca dell'Italia meridionale	0,44	0,01	10	0,03	x	x
41.7511	Querceti mediterranei a cerro	0,90	0,01	26	0,08		

41.7512	Querceti a cerro e farnetto	1,10	0,02	19	0,05		
41.81	Boschi di <i>Ostrya carpinifolia</i>	0,88	0,01	26	0,08		
41.88_m	Boschi xerici a ornielli, carpini e aceri	0,16	0,00	6	0,02		
41.9	Boschi a <i>Castanea sativa</i>	0,85	0,01	18	0,05	x	
41.F1	Boschi e boscaglie a <i>Ulmus minor</i>	0,88	0,01	15	0,04		
41.L_n	Boschi e boscaglie di latifoglie alloctone o fuori dal loro areale	9,53	0,16	255	0,74		
42.82	Pinete a pino marittimo	10,73	0,18	111	0,32	x	
42.83	Pinete a pino domestico	44,68	0,74	254	0,75	x	
42.84	Pinete a pino d'Aleppo	39,90	0,66	263	0,76	x	
42.G_n	Boschi di conifere alloctone o fuori dal loro areale	7,04	0,12	93	0,27		
44.11	Saliceti arbustivi ripariali temperati	0,01	0,00	1	0,00	x	
44.12	Saliceti arbustivi ripariali mediterranei	1,22	0,02	51	0,15	x	
44.13	Boschi ripariali temperati di salici	0,51	0,01	20	0,06	x	
44.14	Boschi ripariali mediterranei di salici	0,32	0,01	16	0,05	x	
44.3	Boschi ripariali temperati a <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i>	0,05	0,00	4	0,01	x	x
44.4	Querceti a farnia delle piane alluvionali	4,63	0,08	54	0,16	x	
44.513	Boschi ripariali mediterranei a <i>Alnus glutinosa</i>	0,09	0,00	5	0,01	x	x
44.61	Boschi ripariali a pioppi	9,58	0,16	252	0,73	x	
44.62	Boschi ripariali a olmi	0,00	0,00	1	0,00	x	
44.63	Boschi ripariali a <i>Fraxinus angustifolia</i>	1,42	0,02	15	0,04	x	
44.71	Boschi ripariali a <i>Platanus orientalis</i>	0,03	0,00	1	0,00	x	
44.81	Cespuglieti e boscaglie ripariali a tamerici, oleandri e agnocasti	8,95	0,15	145	0,42	x	
44.9	Boschi e cespuglieti palustri a ontani e salici	14,06	0,23	54	0,16	x	
44.D1_n	Cespuglieti ripariali dominati da specie alloctone	1,89	0,03	49	0,14		
44.D2_n	Boschi e boscaglie ripariali dominate da specie alloctone	0,16	0,00	8	0,02		
45.1	Boschi e boscaglie a <i>Olea europaea</i> e <i>Ceratania siliqua</i>	11,24	0,19	22	0,06	x	
45.21	Boschi a <i>Quercus suber</i>	5,06	0,08	92	0,27	x	
45.31	Leccete termo e mesomediterranee	100,28	1,66	681	1,97	x	
45.32	Leccete supramediterranee	2,65	0,04	37	0,11	x	
45.42	Boschi e boscaglie a <i>Quercus coccifera</i>	0,06	0,00	3	0,01		
4D_n	Boschi e boscaglie sinantropici	0,30	0,01	10	0,03		
53.1	Fragmiteti, tifeti e scirpeti	75,34	1,25	696	2,01		
53.2	Cipereti e cariceti cespitosi	0,05	0,00	4	0,01		
53.3	Cladieti	0,44	0,01	12	0,03	x	x
53.6	Arundeti e erianteti	11,56	0,19	310	0,90		
61.3B1	Ghiaioni carbonatici macrotermi della penisola italiana e delle isole tirreniche	0,32	0,01	15	0,04	x	
61.5	Ghiaioni carbonatici illirici	0,04	0,00	2	0,01		
62.11	Rupi carbonatiche mediterranee	18,83	0,31	307	0,89	x	
62.13	Rupi carbonatiche delle Alpi Marittime e delle Alpi Apuane	0,02	0,00	2	0,01	x	
62.213	Rupi serpentinitiche	0,03	0,00	1	0,00		
62.28_m	Rupi silicatiche mediterranee	4,60	0,08	43	0,12	x	
62.311_m	Affioramenti rocciosi carbonatici in lastre e cupoliformi	0,03	0,00	2	0,01	x	x
66.331	Campi, colate ed affioramenti di rocce laviche recenti	0,43	0,01	9	0,03	x	
66.43	Campi di lapilli e di ceneri	1,25	0,02	5	0,01	x	

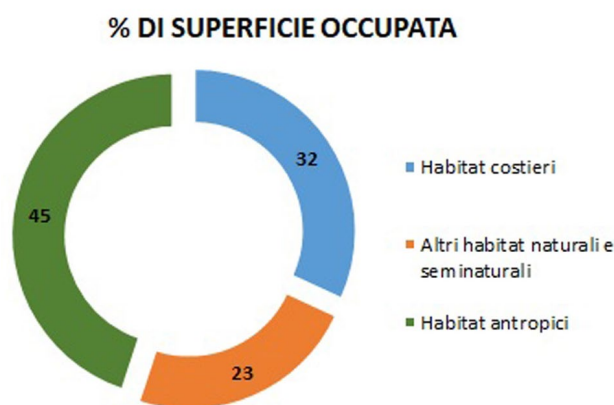
66.6	Campi di emissione di fluidi di origine vulcanica	0,02	0,00	2	0,01	x	
67.1_n	Pendii in erosione accelerata con copertura vegetale rada o assente	4,99	0,08	73	0,21		
67.2_n	Pendii terrigeni in frana e corpi di frana attiva	0,90	0,02	12	0,03		
81	Prati antropici	8,44	0,14	113	0,33		
82.1	Colture intensive	417,56	6,92	903	2,61		
82.3	Colture estensive	561,24	9,30	3.395	9,83		
82.41	Risaie	5,75	0,10	4	0,01		
83.11	Oliveti	167,32	2,78	1.901	5,50		
83.15_m	Frutteti	15,62	0,26	233	0,67		
83.16	Agrumeti	76,58	1,27	701	2,03		
83.21	Vigneti	57,22	0,95	881	2,56		
83.31_m	Piantagioni di conifere	65,15	1,08	492	1,42		
83.321	Coltivazioni di pioppo	3,25	0,05	47	0,14		
83.325_m	Piantagioni di latifoglie	29,26	0,48	490	1,42		
84	Orti e sistemi agricoli complessi	29,60	0,49	702	2,03		
85	Parchi, giardini e aree verdi	70,96	1,18	1.185	3,43		
86.1_m	Centri abitati e infrastrutture viarie e ferroviarie	977,07	16,18	4.065	11,76		
86.31	Cave, sbancamenti e discariche	1,62	0,03	44	0,13		
86.32	Siti produttivi, commerciali e grandi nodi infrastrutturali	150,54	2,49	867	2,51		
86.41_m	Cave dismesse e depositi detritici di risulta	7,19	0,12	112	0,32		
86.6	Siti archeologici e ruderi	1,40	0,02	30	0,09		
87	Prati e cespuglieti ruderali periurbani	11,63	0,19	220	0,65		
89.2	Canali e bacini artificiali di acque dolci	58,84	0,97	222	0,64		
92	Prati pascolo arborati	0,42	0,01	3	0,01	x	
Totali		6.037,22	100,00	34.554	100,00	77	15

Fonte: elaborazione degli Autori

Accorpando gli habitat in tre grandi categorie (costieri; naturali e seminaturali esclusi i costieri; antropici) ed analizzandone la distribuzione, si sono ricavate indicazioni sul macro mosaico ambientale. Dall’analisi di questo mosaico emerge che il 45% della superficie relativa alla costa italiana è occupata da habitat antropici, il 32% da habitat prettamente costieri, il restante 23% dagli altri habitat naturali e seminaturali (figura 4).

Focalizzando l’attenzione sugli habitat prettamente costieri il cui elenco è riportato in Tabella 2, emergono importanti risultati.

Figura 4 – Percentuale di superficie occupata dalle macrocategorie individuate rispetto all’area totale



Fonte: elaborazione degli Autori

Tabella 2 - Elenco degli habitat prettamente costieri presenti nell'area di studio. Per ogni habitat è riportata la superficie occupata, il numero di ecotopi relativi, l'incidenza percentuale, se è contenuto nell'Allegato I della direttiva Habitat, se è prioritario e la categoria di minaccia in relazione alla Lista Europea degli habitat.

CODICE	DENOMINAZIONE HABITAT	Superficie totale (km ²)	% sull'area di studio	Numero di ecotopi	% sugli ecotopi totali	Allegato I Direttiva 92/43/CEE	Prioritari	Categorie di minaccia (Lista Rossa Europea degli habitat)
Ambienti interditali								
14.1	Piane fangose e sabbiose interditali	95,83	1,59	132	0,38	x		VU
Totale Ambienti interditali		95,83	1,59	132	0,38	1		
Ambienti costieri acquatici								
13	Foci fluviali	5,72	0,09	27	0,08	x		EN
21.1_m	Lagune e laghi salmastri costieri	1.098,04	18,19	374	1,08	x	x	NT
21.2_m	Stagni costieri salati soggetti a disseccamento prolungato	3,10	0,05	33	0,10	x	x	NT
Totale Ambienti costieri acquatici		1.106,86	18,33	434	1,26	3	2	
Ambienti costieri limosi e sabbiosi salmastri e salini								
15.1	Ambienti salmastri con vegetazione alofila pioniera annuale	86,51	1,43	526	1,52	x		NT
15.21	Praterie a <i>Spartina</i>	2,99	0,05	84	0,24	x		NT
15.5	Ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne erbacea	55,59	0,92	571	1,65	x		NT
15.6	Ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne legnosa	17,41	0,29	320	0,93	x		NT
15.81	Steppe salate a <i>Limonium</i>	2,81	0,05	49	0,14	x	x	NT
Totale Ambienti costieri limosi e sabbiosi salmastri e salini		165,30	2,74	1.550	4,48	5	1	
Spiagge								
16.11	Spiagge sabbiose prive di vegetazione	140,90	2,33	1.099	3,18	x		NT
16.12	Spiagge sabbiose con vegetazione annuale	2,48	0,04	35	0,10	x		NT
17.1	Spiagge ghiaiose e ciottolose prive di vegetazione	8,64	8,64	224	0,65	x		LC
17.2	Spiagge ghiaiose e ciottolose con vegetazione annuale	0,16	0,16	1	0,00	x		LC
Totale Spiagge		152,19	11,18	1.359	3,93	4		
Dune costiere								
16.21	Dune mobili	30,24	0,50	426	1,23	x		VU
16.22	Dune stabili con vegetazione erbacea	19,68	0,33	284	0,82	x		EN
16.25	Dune stabili con cespuglieti a caducifoglie	1,42	0,02	34	0,10			VU
16.27	Dune stabili a ginepri	37,68	0,62	253	0,73	x	x	VU
16.28	Dune stabili con macchia a sclerofille	56,67	0,94	225	0,65	x		VU
16.29	Dune alberate	155,19	2,57	335	0,97	x	x	LC
16.3	Depressioni umide interdunali e retrodunali	8,34	0,14	73	0,21	x		LC
Totale Dune costiere		309,21	5,12	1.630	4,71	6	2	
Ambienti costieri rocciosi								
18.221_m	Scogliere e rupi marittime	92,28	1,53	971	2,81	x		LC
19.1	Isolette rocciose marine	2,58	0,04	84	0,24			LC
Totale Ambienti costieri rocciosi		94,86	1,57	1.055	3,05	1		

Fonte: elaborazione degli Autori

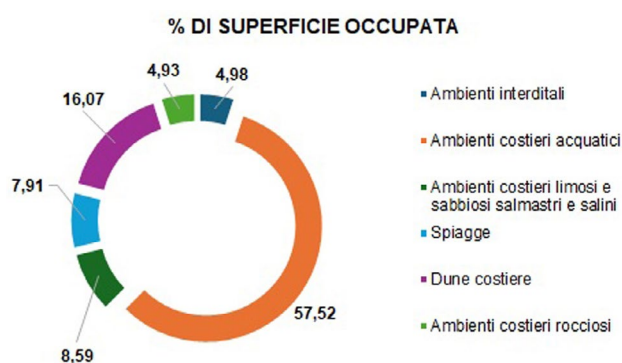
Tutti gli ecotipi relativi agli habitat prettamente costieri occupano una superficie di 1.924 km², pari solamente allo 0,6 % del territorio italiano, e si riferiscono ad habitat molto rilevanti dal punto di vista della conservazione; ricadono, infatti, quasi tutti nell'Allegato I della Direttiva Habitat e molti sono prioritari.

Facendo riferimento alle categorie di minaccia indicate nella Lista Rossa Europea degli habitat (Gubbay, Sanders, 2016; Janssen et al., 2016) si evince che dei 22 tipi di habitat di Carta della Natura prettamente costieri individuati, 2 sono relativi alla categoria di rischio EN ("Endangered"), 5 alla categoria VU ("Vulnerable"), 9 alla categoria NT ("Near Threatened") e 6 alla categoria LC ("Least Concern"). Si può, inoltre, affermare che molti sono rari in quanto sono caratterizzati da un numero esiguo di poligoni ed occupano, nel contempo, una superficie altrettanto esigua.

Si possono fare valutazioni riguardanti il mosaico di questi habitat accorpendo gli stessi nelle macrocategorie:

- Ambienti interditali;
- Ambienti costieri acquatici;
- Ambienti costieri limosi e sabbiosi salmastri e salini;
- Spiagge;
- Dune costiere;
- Ambienti costieri rocciosi.

Figura 5 - Distribuzione sul territorio delle macrocategorie considerate, espressa in percentuale di superficie occupata rispetto a quella di tutti gli habitat costieri



Fonte: elaborazione degli Autori

Dall'analisi distributiva delle superfici occupate da tali macrocategorie di habitat (figura 5) emerge che il 57% è relativo agli "Ambienti costieri acquatici" in cui ricadono habitat che occupano grandi superfici come le lagune e i laghi salmastri costieri. Questi habitat sono maggiormente diffusi ed estesi nella fascia costiera nord Adriatica e nel complesso deltizio del Po, ma localmente sono presenti, pur se in modo discontinuo, in ambienti di costa bassa sabbiosa e limosa anche in Sardegna, in Puglia, sparsi lungo la costa tirrenica toscana, laziale, campana e in Sicilia.

La macrocategoria relativa alle "Dune costiere", a cui appartengono tutti gli habitat relativi al sistema dunale (dune mobili, dune stabili, dune alberate, depressioni intra e interdunali) occupa una superficie complessiva poco superiore al 16% degli habitat costieri italiani, ma ha una distribuzione più omogenea lungo tutto il perimetro costiero, se si escludono i litorali rocciosi.

Gli ambienti costieri limosi e sabbiosi salmastri e salini occupano una superficie di circa il 9%. In questa categoria sono inclusi habitat rari come le "Steppe salate a *Limonium*".

Le spiagge sabbiose e ghiaiose occupano una superficie di circa 152 Km² pari all'8% di quella occupata nel complesso dagli habitat costieri del Paese.

Una incidenza di circa il 5% accomuna infine le categorie degli "Ambienti interditali" e degli "Ambienti costieri rocciosi"; nella prima sono presenti habitat quali piane sabbiose e fangose (questi ultimi presenti solamente nella costa del Veneto, del Friuli Venezia Giulia e nella parte più settentrionale della costa romagnola), nella seconda scogliere e isolette rocciose che, per propria natura, sono meno estese e frequenti.

Il confronto fra la superficie occupata ed il numero di ecotipi permette di fare considerazioni sulla frammentazione, ossia su quel processo, che, partendo da un ecotipo esteso e continuo, lo riduce suddividendolo progressivamente in frammenti più piccoli e disgiunti tra loro, generando una progressiva riduzione della superficie degli habitat naturali, rendendoli discontinui (Jaeger, 2000; Fahrig, 2003; EEA, 2011). La frammentazione determina delle trasformazioni ambientali che inducono effetti sulla struttura e sul funzionamento degli habitat andando ad interessare sia la componente biotica che quella abiotica. Tale processo, nella maggior parte dei casi, è frutto principalmente di fenomeni antropici quali l'espansione urbana e

lo sviluppo della rete infrastrutturale, ma può avvenire per cause naturali (Forman, 1995; Foley et al., 2005; Romano et al., 2017; Saganeiti et al., 2018). Nel particolare degli habitat costieri le cause naturali possono rivestire anche un ruolo significativo sulla loro distribuzione frammentata e discontinua: utilizzando il concetto di eterogeneità spaziale (Farina, 2001; Battisti, 2004), si può affermare che l'ambiente costiero è caratterizzato da una significativa eterogeneità spaziale anche per via delle sue particolari condizioni fisiche.

In questo contesto già estremamente sensibile, le attività umane, soprattutto la costruzione di infrastrutture lineari, di insediamenti e di opere di servizio, moltiplicano esponenzialmente la frammentazione dell'ecosistema costiero, col rischio di comprometterlo in modo definitivo.

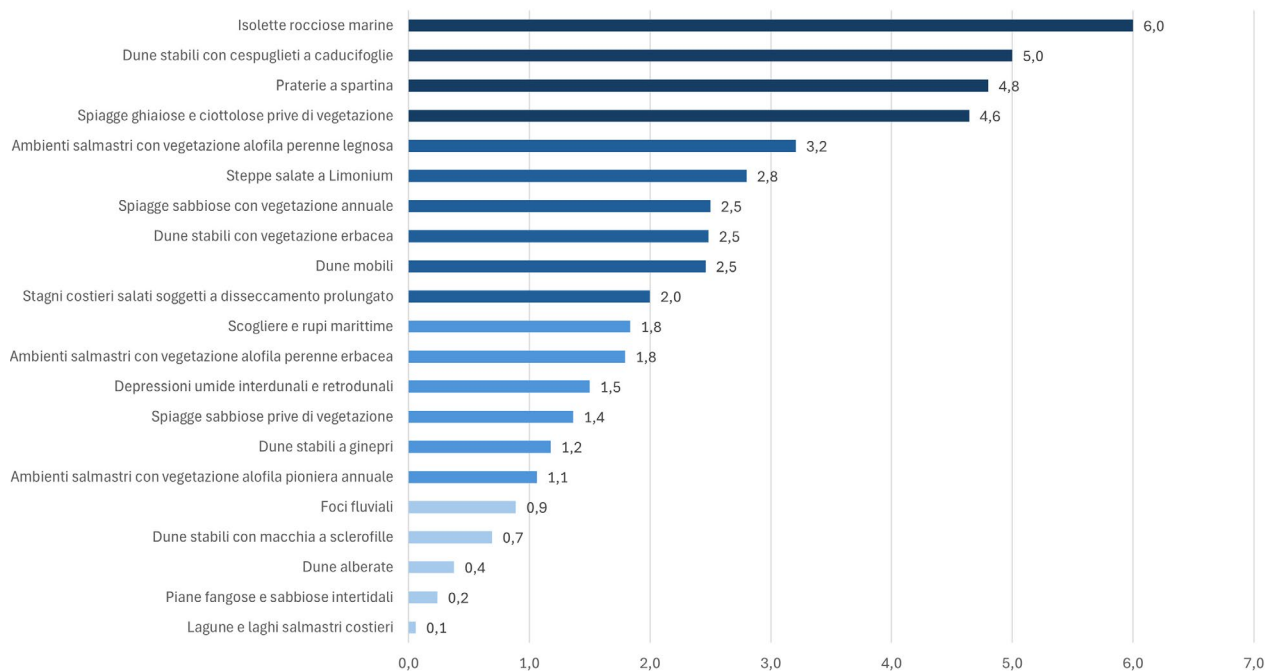
In questo lavoro abbiamo indagato in modo speditivo la frammentazione relativa di ciascun tipo di habitat, e non la frammentazione a livello di paesaggio. Partendo dai dati del numero di ecotopi di un habitat e la superficie complessiva occupata, si è considerato che maggiore è il loro rapporto, maggiore è la frammentarietà dell'habitat. Inoltre, dal momento che ci interessava mettere a

confronto gli habitat presenti nello stesso sistema ecologico, abbiamo valutato la frammentazione relativa di un habitat rispetto agli altri habitat presenti nella fascia costiera. Per far ciò è stata messa a rapporto l'incidenza percentuale del numero di ecotopi appartenenti a quell'habitat stimata sul numero di ecotopi totali, con la percentuale della superficie che occupano tutti gli ecotopi di quella tipologia stimata sulla superficie totale.

Pur essendo molto approssimativo, tale calcolo può dare una prima stima della frammentazione: più è elevato questo rapporto, più l'habitat è frammentato. Naturalmente si tratta di considerazioni di tipo relativo, utili per un confronto tra i vari tipi di habitat indagati.

Eseguendo questo tipo di analisi utilizzando i dati della Tabella 2, emerge che habitat come ad esempio le spiagge, che presentano un rapporto numero di ecotopi/superficie complessiva in percentuale superiore a 1, hanno una frammentazione significativa. Per altri, in particolare le lagune, vale il discorso opposto: lo stesso rapporto è numericamente molto più basso, inferiore a 1, e, di conseguenza, il loro grado di frammentazione è molto minore (figura 6).

Figura 6 – Frammentazione degli habitat espressa come rapporto tra la percentuale del numero di ecotopi e la percentuale di superficie occupata (maggiore è il rapporto, maggiore è la frammentazione)

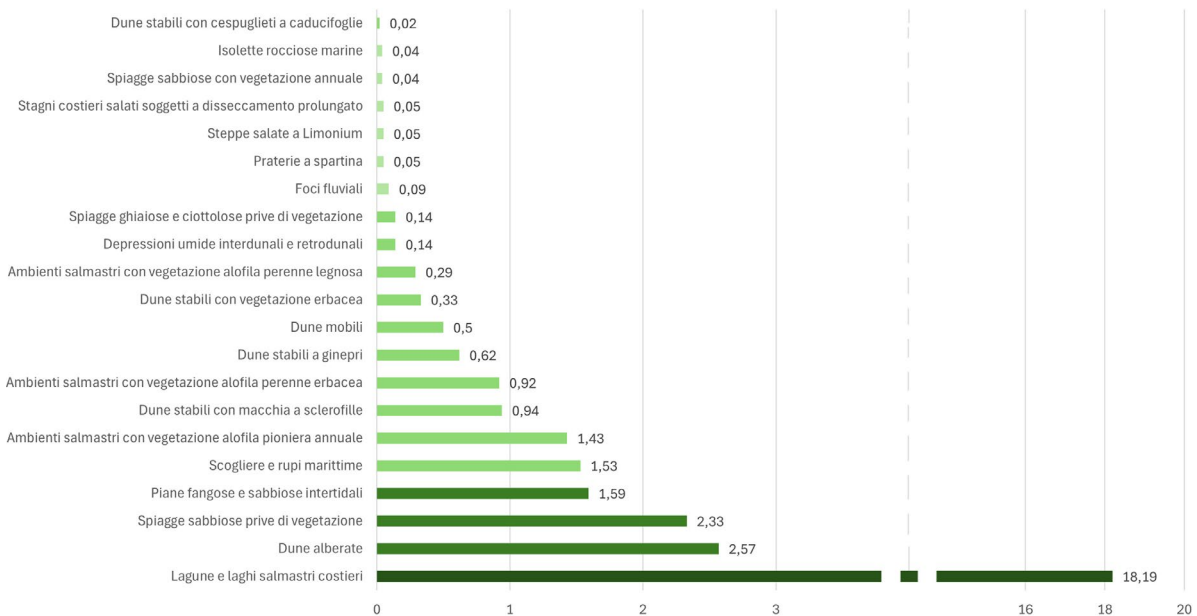


Fonte: elaborazione degli Autori

Altro aspetto utile anche ai fini conservazionistici che può essere ricavato dall'elaborazione dei dati di Carta della Natura è la rarità di un habitat messa in luce dalla sua estensione complessiva in termini percentuali (figura 7). Ulteriori considerazioni possono essere fatte approfondendo i risultati legati alle valutazioni, altro filone fondamentale del progetto. Entrando nel merito di queste analisi è stato possibile osservare come varia la distribuzione in classi degli Indici considerati. È stato poi esaminato come variano

i valori percentuali della superficie occupata dalle diverse classi di Indici di VE e RE al variare dei gruppi di habitat (figura 8). La percentuale di ecotipi con classe di VE e RE alto e molto alto cresce spostando l'analisi verso gli habitat naturali e raggiunge valori importanti considerando solamente gli habitat costieri. Si nota, per esempio, come il 70% degli habitat costieri abbia un VE molto alto, e che ben l'87% di essi necessiti di una maggiore protezione in quanto hanno un RE "molto alto" ed "alto".

Figura 7 – Rarità degli habitat espressa come percentuale della superficie occupata dall'habitat rispetto all'area di studio (minore è la percentuale, maggiore è la rarità dell'habitat)



Fonte: elaborazione degli Autori

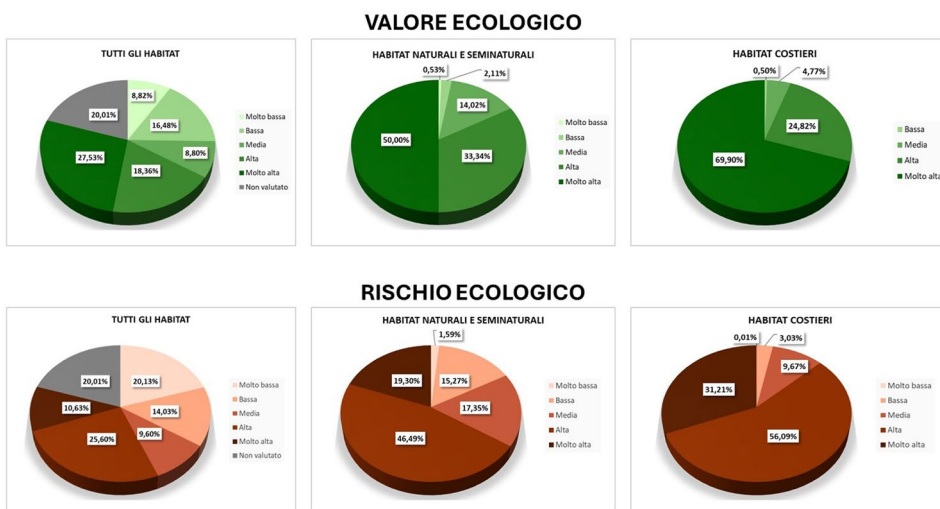


Figura 8 – Distribuzione del VE e del RE al variare dei gruppi di habitat

Fonte: elaborazione degli Autori

Dalla tabella 3 inoltre, dove viene dettagliato il Rischio Ecologico per ciascun habitat costiero, si evince che su 22 tipi di habitat costieri rilevati in Italia la metà ricadono per oltre l'80% della loro superficie in classi di rischio alto e molto alto, e tra questi 8 oltre il 90%. Fra di essi emergono gli habitat "Steppe salate a *Limonium*"

e "Stagni costieri salati soggetti a disseccamento prolungato", che mostrano una percentuale di RE "molto alto" e "alto" pari al 100%, in altri termini tutti gli ecotipi relativi a questi due habitat sono a forte rischio di degrado o di perdita.

Tabella 3 – Distribuzione percentuale delle classi di Rischio Ecologico per ogni tipologia di habitat prettamente costiero individuato

Distribuzione percentuale in classi di Rischio Ecologico					
Codifica habitat legenda Carta della Natura	Molto alto	Alto	Medio	Basso	Molto basso
13 - Foci fluviali	10,69	82,72	2,83	3,76	0
14.1 - Piane fangose e sabbiose intertidali	9,42	80,51	9,26	0,81	0
15.1 - Ambienti salmastri con vegetazione alofila pioniera annuale	22,05	64,48	10,42	3,04	0
15.21 - Praterie a <i>Spartina</i>	0	68,12	18,74	13,14	0
15.5 - Ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne erbacea	6,56	66,47	21,98	4,99	0
15.6 - Ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne legnosa	1,07	51,91	41,92	5,1	0
15.81 - Steppe salate a <i>Limonium</i>	81,34	18,66	0	0	0
16.11 - Spiagge sabbiose prive di vegetazione	0	36,99	35,97	26,87	0,17
16.12 - Spiagge sabbiose con vegetazione annuale	0	57,37	8,89	33,74	0
16.21 - Dune mobili	2,57	68,82	23,31	5,3	0
16.22 - Dune stabili con vegetazione erbacea	3,77	72,08	21,95	2,19	0
16.25 - Dune stabili con cespuglieti a caducifoglie	0	0	13,82	86,18	0
16.27 - Dune stabili a ginepri	29,39	70,58	0,03	0	0
16.28 - Dune stabili con macchia a sclerofille	1,37	84,66	12,83	1,14	0
16.29 - Dune alberate	54,73	44,94	0,34	0	0
16.3 - Depressioni umide interdunali e retrodunali	6,09	81,41	12,36	0,13	0
17.1 - Spiagge ghiaiose e ciottolose prive di vegetazione	0,29	50,2	29,14	20,37	0
17.2 - Spiagge ghiaiose e ciottolose con vegetazione annuale	0	100	0	0	0
18.221_m - Scogliere e rupi marittime	2,23	60,63	30,99	6,14	0
19.1 - Isolette rocciose marine	0	28,12	52,56	19,32	0
21.1_m - Lagune e laghi salmastri costieri	42,29	53,69	4,02	0	0
21.2_m - Stagni costieri salati soggetti a disseccamento prolungato	13,19	86,81	0	0	0

Fonte: elaborazione degli Autori

Ai fini della gestione e della conservazione dei sistemi costieri italiani è molto utile associare cartograficamente alle aree a Rischio Ecologico "molto alto" ed "alto" la distribuzione delle aree sottoposte a forma di tutela di diversa tipologia. L'analisi permette di localizzare parti del territorio che presentano ecotipi ecologicamente importanti e ad alto rischio privi di forme

di protezione o gestione di tipo conservazionistico, sulle quali orientare le politiche di conservazione.

Queste sono indicazioni molto utili per orientare nuove proposte di protezione-conservazione, necessarie, tra l'altro, per il raggiungimento degli obiettivi previsti dalla recente Strategia Europea sulla Biodiversità per il 2030 (D'Antoni et al., 2023).

Dalle elaborazioni effettuate emerge che il 95% della superficie costiera italiana che presenta habitat con Valore e Rischio Ecologico elevato ricade in aree già sottoposte a forme di protezione, per cui l'attenzione andrebbe rivolta verso quel 5% di territorio di alto valore ed a rischio ancora non soggetto a misure di gestione con finalità di tutela, evidenziato dall'analisi cartografica effettuata. Alcune porzioni di questo 5% della costa italiana sono particolarmente interessanti come il caso riportato in

figura 9. Il sito evidenziato è localizzato in Campania, nel tratto di costa cilentina inclusa fra l'abitato di Paestum e Agropoli e compresa fra le aree protette "Riserva Naturale Foce Sele-Tanagro" e "Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano". In essa compaiono habitat quali "Scogliere e rupi marittime" e "Dune con macchia a sclerofille" che non sono soggetti a tutela e sono caratterizzati da un RE alto causato da una pressione antropica considerevole.

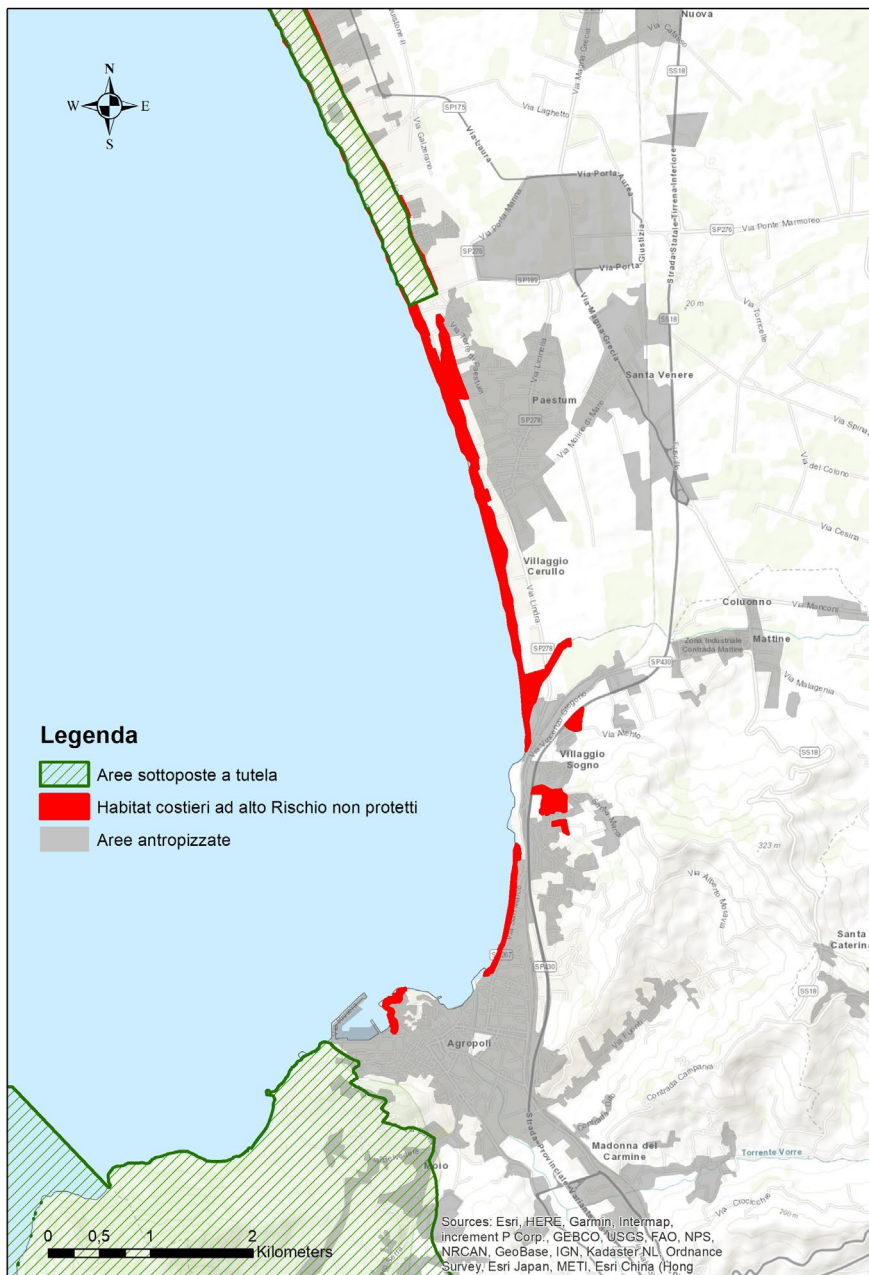
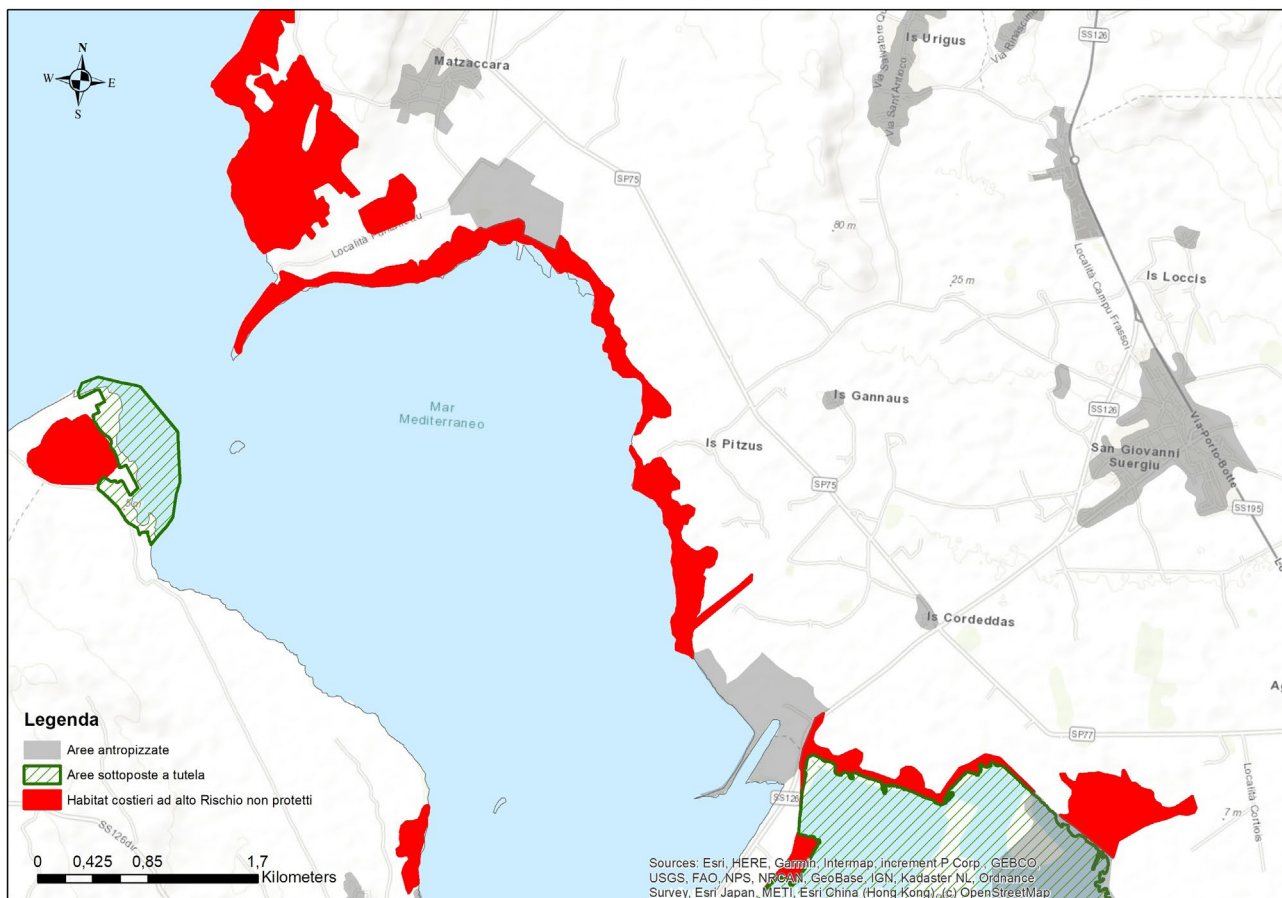


Figura 9 – Costa cilentina: in rosso sono evidenziate aree con habitat costieri ad alto RE attualmente non protetti

Fonte: elaborazione degli Autori

Figura 10 – Costa sarda dell’Iglesiente: altro esempio di territorio ad alto Rischio Ecologico non ancora soggetto a tutela



Fonte: elaborazione degli Autori

Altro esempio molto interessante è quello osservato nel settore sud-occidentale della Sardegna (figura 10) lungo la costa dell’Iglesiente a ridosso di Punta Trettu, splendida spiaggia antistante l’abitato di Matzaccara, piccola frazione del comune di San Giovanni Suergiu.

Questo territorio, compreso fra le ZSC (Zone di Protezione Speciale) “Punta S’Aliga” e “Stagno di Santa Caterina”, fa parte di un articolato ed eterogeneo sistema costiero caratterizzato dalla presenza di un litorale di costa bassa e prevalentemente detritico-sabbiosa e campi dunali. Vi si riscontra, inoltre, una vegetazione di elevato pregio riferita agli ambienti salmastri con vegetazione alofila perenne erbacea ascrivibili alla vegetazione dell’ordine *Juncetalia maritimi*.

Anche in questo caso si parla di habitat di pregio con RE elevato non soggetti ad alcun tipo di tutela su cui

potrebbero essere pianificate azioni mirate ad un governo del territorio più attento alla conservazione.

6. Conclusioni

Le elaborazioni statistiche basate sulle cartografie di Carta della Natura hanno consentito di effettuare interessanti analisi di sintesi sulle tipologie di habitat naturali, seminaturali e antropici presenti lungo tutta la costa italiana: tirrenica, adriatica, ionica, grandi e piccole isole. Tra gli habitat presenti sono stati analizzati in particolare quelli esclusivamente costieri, ossia quelli presenti sul territorio nazionale solo nella fascia di territorio studiata, la cui perdita non può essere mitigata dalla loro presenza in altri contesti ambientali.

Si tratta di spiagge, di dune, di ambienti costieri rocciosi, di habitat relativi ad ambienti sabbiosi alofili, lagunari e intertidali; per questi si evidenzia una distribuzione discontinua e frammentaria; sono habitat rari a livello nazionale e di elevato Valore Ecologico.

Il dato più significativo, tuttavia, è quello che evidenzia lo stato di Rischio Ecologico di questi habitat, minacciati da diverse forme di pressione antropica. Quasi tutti ricadono in All.1 della Dir. 92/43/CEE ed alcuni in Allegato A della Lista Rossa degli Habitat europei in categoria "Vulnerabile" o "Minacciato".

La distribuzione delle Aree Protette rispetto agli indici di Valore Ecologico e Rischio Ecologico ha permesso di valutare se l'attuale territorio protetto è adeguato o ci sono altre zone interessanti, che meritano tutela, evidenziate attraverso l'elaborazione dei dati di Carta della Natura. Questo è molto importante all'interno del contesto più ampio degli adempimenti dettati dalla più recente normativa europea in tema di conservazione e ripristino della Natura e della Biodiversità. I prodotti di Carta della Natura possono, infatti, costituire una base conoscitiva e configurarsi quale contributo concreto alle attività scientifiche necessarie all'incremento delle aree protette per arrivare alla tutela del 30% della superficie terrestre nazionale indicato come target dalla Strategia Europea sulla Biodiversità (European Commission, 2020).

Nell'ottica di tenere sotto controllo e monitorare l'evoluzione dei sistemi costieri, verificando anche gli effetti dell'attività pianificatoria e gestionale del territorio, sarebbero auspicabili e possibili studi diacronici su tutta la costa italiana o su sue porzioni specifiche.

Questo sarebbe realizzabile con aggiornamenti mirati della Carta degli habitat di Carta della Natura a scala regionale o locale. Questi aggiornamenti sarebbero, inoltre, relativamente veloci considerando che le attuali metodiche cartografiche consentono una discreta facilità di

aggiornamento di carte pregresse, utilizzando anche procedure semiautomatiche, con tempi e costi ridotti rispetto alla cartografia tradizionale.

Si sottolinea, ancora, che la metodologia presentata può essere potenzialmente utilizzata per condurre analisi territoriali e di verifica delle qualità ambientale di molti sistemi ecologici italiani come, per esempio, il sistema lagunare alto adriatico oppure il sistema degli Appennini.

La disponibilità dei dati di Carta della Natura per quasi tutte le regioni italiane è, sicuramente, un fatto importante per la conoscenza e la salvaguardia ambientale del Paese; grazie a questa disponibilità si può, infatti, contare sulla esistenza di dati significativi di distribuzione e qualità ecologica degli habitat italiani.

I prodotti di Carta della Natura sono fruibili liberamente da parte di Amministrazioni pubbliche, Imprese e privati cittadini. Essi rappresentano uno strumento tecnico a supporto della pianificazione territoriale, delle Valutazioni ambientali, delle istruttorie per la perimetrazione e zonazione di nuove aree protette e di tutte quelle analisi territoriali che richiedono una base conoscitiva omogenea sugli habitat che copre tutto il territorio, nelle sue parti naturali, seminaturali ed antropizzate.

È importante, a tal proposito, ricordare che la Carta della Natura è consultabile sul geoportale ISPRA all'indirizzo: <https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=885b933233e341808d729526aa32f6> oppure tramite un collegamento al servizio WMS utilizzando l'URL: <https://sdi.isprambiente.it/geoserver/hb1/wms?>

Le carte in formato shape possono, inoltre, essere richieste compilando il modulo on-line <https://www.isprambiente.gov.it/it/servizi/sistema-carta-della-natura/servizi-al-cittadino-1/modulo> pubblicato sulle pagine web di Istituto dedicate al Sistema Carta della Natura.

Bibliografia

- Acosta A.T.R., Ercole S., Eds. (2015), *Gli habitat delle coste sabbiose italiane: ecologia e problematiche di conservazione*. Serie Rapporti, 215/2015, ISPRA, Roma.
- Alterman R., Pellach C., Eds. (2021), *Regulating Coastal Zones International Perspectives on Land Management Instruments*, Routledge, London and New York.
- Amadei M., Bagnaia R., Laureti L., Luger F.R., Luger N., Rossi O., Ferrarini A., Rossi P., Feoli E.,
- Dragan M., Ferneti M., Gallizia Vuerich L., Gulic D., Oriolo G., Ortolani I. (2004), *Carta della Natura alla scala 1:50.000, Metodologia di realizzazione*. Manuali e Linee Guida 30/2004, APAT, Roma.
- Angelini P., Augello R., Bagnaia R., Bianco P., Capogrossi R., Cardillo A., Ercole S., Francescato C., Giacanelli V., Laureti L., Luger F.R., Luger N., Novellino E., Oriolo G., Papallo O., Serra B. (2009), *Il Progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000 – Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat*. Serie Manuali e Linee Guida N. 48/2009. ISPRA, Roma.
- Angelini P., Augello R., Bianco P.M., Gennaio R., La Ghezza V., Lavarra P., Marrese M., Papallo O., Perrino V. M., Sani R., Stelluti M. (2012), *Carta della Natura della Regione Puglia: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Angelini P., Caracciolo D., Demicheli F., Laureti L., Lazzari M., Raineri V., A. Tedesco A., (2013), *Carta della Natura della Regione Liguria: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Astiaso Garcia, D., Bruschi, D., Cinquepalmi, F., Cumo, F. (2013), "An estimation of urban fragmentation of natural habitats: case studies of the 24 Italian national parks". *Chemical Engineering Transactions*, 32, 49–54.
- Audisio P., Muscio G., Pignatti S. & Solari M. (2002). *Dune e spiagge sabbiose, ambienti fra terra e mare*. Quaderni Habitat, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.
- Augello R. (2023, a cura di), *AIQUAV Annual Conference. Quality of life: challenges and opportunities in the crossroads of the Mediterranean*, 14-20.
- Bagnaia R. (2009), *Impostazione concettuale e metodologica di Carta della Natura*. In: AA.VV., 2009. *Il progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000 – Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat*. Manuali e linee guida N. 48/2009. ISPRA, Roma.
- Bagnaia R., Caruso S., De Marco P., Catonica C., Canali E., Cardillo A., Croce S., D'Errico D., Desiderio D., Labbrozzi N., Laureti L., Piciocco C., Tribuiani P. (2011), *Carta della Natura della Regione Abruzzo: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Bagnaia R., Ceralli D., Augello R., Cardillo A., D'Angeli C., Laureti L. (2023), "Il Contributo di Carta della Natura alla perimetrazione e zonizzazione delle Aree Protette in Italia". *Reticula*, 32, 13-24. Roma.
- Bagnaia R., Caruso S., De Marco P., Catonica C., Canali E., Cardillo A., Croce S., D'Errico D., Desiderio D., Labbrozzi N., Laureti L., Piciocco C., Tribuiani P. (2011), *Carta della Natura della Regione Abruzzo: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Bagnaia R., Viglietti S., Laureti L., Giacanelli V., Ceralli D., Bianco P.M., Loreto A., Luce E., Fusco L. (2017), *Carta della Natura della Regione Campania: Carta degli habitat alla scala 1:25.000*. ISPRA, Roma.
- Battisti C. (2004), *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche: un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche agricole, ambientali e protezione civile, 246 pp.
- Berberoglu S., Yilmaz K. T., & Ozkan C. (2004), "Mapping and monitoring of coastal wetlands of Cukurova Delta in the Eastern Mediterranean region".

- Biodiversity and Conservation*, 13, 616–633.
- Brentan D., Burbello A., Avanzi E., Gasparini S., Laureti L., Bianco P.M. (2008), *Carta della Natura della Regione Veneto: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Brooks T. M., Mittermeier R. A. (2002), "Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity". *Conservation Biology*, 16, 909–923.
- Camarda I., Laureti L., Angelini P., Capogrossi R., Carta L., Brundu A. (2015), *Il Sistema Carta della Natura della Sardegna*. Rapporti, 222/2015. ISPRA, Roma.
- Camarda I., Carta L., Laureti L., Angelini P., Brundu A., Brundu G. (2011), *Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA.
- Capogrossi R., Laureti L. (2009), *La valutazione degli habitat alla scala 1:50:000 - Indicatori e procedure*. In: AA.VV., 2009. *Il progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000 – Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat*. Manuali e linee guida 48/2009: 75-100. ISPRA, Roma.
- Cardillo A., Augello R., Bagnaia R., Bianco P., Canali E., Capogrossi R., Ceralli D., Laureti L. (2017), "Carta della Natura: strumento di conoscenza e valutazione del territorio". *Reticula*, 16, 3-11, Roma.
- Cardillo A., Ceralli D., Canali E., Laureti L., D'Angeli C., Augello R. (2021), *Carta della Natura della Regione Emilia-Romagna: carta degli habitat alla scala 1:25.000*. ISPRA, Roma.
- Casella L., Agrillo E., Cardillo A., Carbone M., Cattena C., Laureti L., Lugari A., Spada F. (2008), *Carta della Natura della Regione Lazio: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Casella L., Angelini P., Bianco P.M., Papallo O. (2019), *Carta della Natura della Regione Toscana: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Ceralli D. (2021), *Carta della Natura della Regione Molise: Carta degli habitat alla scala 1:25.000*. ISPRA, Roma.
- Ceralli D., Laureti L. (2021), *Carta della Natura della regione Molise: cartografia e valutazione degli habitat alla scala 1: 25.000*. Serie Rapporti 348/2021. ISPRA, Roma.
- Ceralli D., Angelini P., Augello R., Bagnaia R., Bianco P., Capogrossi R., Laureti L., Oriolo G. (2014), "The state of Ionian-Adriatic coastal habitats: the database of "Carta della Natura" System of Italy". *Plant Sociology*, Vol. 51, Suppl. 1, pp. 19-24, doi 10.7338/pls2014512S1/02.
- D'Alessandro L., La Monica G.B. (1999, a cura di), *Rischio per erosione dei litorali italiani*. Atti dei Convegni Lincei 154: 251-256.
- D'Antoni S., Augello R., Bagnaia R., Ceralli D., Properzi S. (2023), "Criteri per l'individuazione di Aree da sottoporre a tutela per il raggiungimento degli obiettivi Strategia Europea Biodiversità al 2030". *Reticula* 32, 5-11. Roma.
- Devillers P., Devillers-Terschuren J. (1997), *A classification of Palaearctic habitats*. Strasbourg Council of Europe - Nature and environment series 78.
- Devillers P., Devillers-Terschuren J., Vander Linden C. (2004), *PHYSIS Palaearctic Habitat Classification-Physis Data Bases*. Institut Royal des Sciences Naturelles, Bruxelles.
- Dimopoulos P., Bergmeier E., Fisher P. (2005), "Monitoring and conservation status assessment of habitat types in Greece: Fundamentals and exemplary cases". *Annals of Botany*, V, 7–20.
- European Commission (1991), *CORINE Biotopes manual, habitats of the European Community. A method to identify and describe consistently sites of major importance for nature conservation*. EUR 12587/3. Office for Official publications of the European Communities. Luxembourg.
- European Commission (2020), *EU Biodiversity Strategy for 2030*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Com (2020) 380 final. Brussels, 20.05.2020.
- European Communities (1992), *Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, (Direttiva Habitat)*. GUCE n.206 del 22 luglio 1992.
- European Environment Agency (2011), *Landscape Fragmentation in Europe, Joint EEA-FOEN Report*. European Environment Agency, Copenhagen (Accessed February 28, 2016). <http://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe>.
- Fahrig L. (2002), "Effects of habitat fragmentation on the extinction threshold: A synthesis". *Ecological Applications*, 12, 346–353.
- Fahrig L. (2003), "Effects of habitat fragmentation on biodiversity". *Annual Review of Ecology and Evolutionary Systems*, 34, 487–515.
- Farina A. (2001), *Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni*. UTET Libreria, Torino.
- Ferretti O., Barsanti M., Delbono I., Furia S. (2003), *Elementi di gestione costiera – Parte II Erosione Costiera: Lo stato dei litorali italiani*, Quaderno ENEA RT/2003/43/CLIM. p. 66.
- Fierro G. (2004, a cura di), *Il degrado dei litorali*. Atti dei Convegni Lincei 205: 37-50.
- Foley J.A., De Fries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K. (2005), "Global consequences of land use". *Science* 309 (5734), 570–574.
- Forman R. T. T. (1995), *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 632 pp.

- Forman R. T. T., Godron M. (1986), *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, 620 pp.
- Gibbs J. P. (2000), "Wetlands loss and biodiversity conservation". *Conservation Biology*, 14(1), 314–317.
- Gray J. S. (1997), "Marine biodiversity: Patterns, threats and conservation needs". *Biodiversity and Conservation*, 6, 153–175.
- Guadagno E., Grasso M. (2022), *Le coste in Italia: una questione «frastagliata»* in: Geotema 69, *Un atlante delle politiche ambientali a cura di Marco Grasso, Eleonora Guadagno, Arturo Gallia* - pagine 140.
- Gubbay S., Sanders N. (2016), *European Red List of Habitats. Part 1. Marine habitats*. European Union. ISBN 78-92-79-61586-3
- Haines Young R. H., Barr C. J., Black H. I. J., Briggs D. J., Bunce R. G. H., Clarke R. T., Cooper A., Dawson F.H., Firbank L.G., Fuller R.; Furse M.T.; Gillespie, M.K.; Hill R., Hornung M., Howard D., McCann T., Morecroft M., Petit S., Sier A., Smart S., Smith G.M.; Stott A.P., Stuart R., Watkins J. (2000), *Accounting for nature: Assessing habitats in the U.K. countryside*. London: DETR.
- Hoffmeister T.S., Vet L.E.M., Biere A., Holsinger K., Filser J. (2005), "Ecological and evolutionary consequences of biological invasion and habitat fragmentation". *Ecosystems*, 8, 657–667.
- Jaeger J.A.G. (2000), "Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation". *Landscape Ecology*. 15 (2), 115–130.
- Janssen J. A. M., Rodwell J. S., Criado M.G., Gubbay S., Haynes T., Nieto A., Sanders N., Landucci F., Loidi J., Ssymank A., Tahvanainen T., Valderrabano M., Acosta A., Aronsson M., Arts G., Attorre F., Bergmeier E., Bijlsma R.J., Bioret F., Biță-Nicolae C., Biurrun I., Calix M., Capelo J., Čarni A., Chytrý M., Dengler J., Dimopoulos P., Essl F., Gardfjell H., Gigante D., Giusso del Galdo G., Hájek M., Jansen F., Jansen J., Kapfer J., Mickolajczak A., Molina J.A., Molnár Z., Paternoster D., Piernik A., Poulin B., Renaux B., Schaminée J.H.J., Šumberová K., Toivonen H., Tonteri T., Tziripidis I., Tzonev R., Valachovič M. (2016), *European Red List of Habitats: Part 2. Terrestrial and freshwater habitats*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2779/091372> (ISBN 978-92-79-61588-7).
- Kutiel P. (2001), "Conservation and management of the Mediterranean coastal sand dunes in Israel". *Journal of Coastal Conservation*, 7, 183–192.
- Laureti L. (2023, a cura di), *Carta della Natura: Documento a supporto della redazione di capitolati tecnici per la realizzazione e l'aggiornamento delle carte regionali degli habitat* – Parte Prima. Pubblicazioni tecniche SNPA, Roma.
- O'Neill R. V., Turner S. J., Cullinan V. I., Coffin D. P., Cook T., Conley W. (1991), "Multiple landscape scales: An intersite comparison". *Landscape Ecology*, 5, 137–144.
- Oriolo G., Pingitore G., Strazzabocchi L., Laureti L. (2021), *Carta della Natura della Regione Friuli Venezia Giulia – standard nazionale: Carta degli habitat alla scala 1:25.000. Regione Friuli Venezia Giulia*, ISPRA, Roma.
- Paone R., Caridi M., Caruso P., Augello R., Capogrossi R. (2024), *Carta della Natura della Regione Calabria: Carta degli habitat alla scala 1:25.000. Regione Calabria*. ISPRA, Roma.
- Papallo O., Bianco P.M. (2012), *Carta della Natura della Regione Basilicata: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Papallo O., Bagnaia R., Bianco P.M., Ceralli D. (2022), *Carta della Natura della Regione Marche: Carta degli habitat alla scala 1:25.000*. ISPRA, Roma.
- Papini F., Gianguzzi L., Brullo S., Bianco P.M., Angelini P. (2008), *Carta della Natura della Regione Sicilia: Carta degli habitat alla scala 1:50.000*. ISPRA, Roma.
- Pethicj J. (1996), *The sustainable use of coasts: Monitoring, modelling and management*. In: Jones P. S., Healy M. G., & Williams A. T. (Eds.), *Studies in European coastal management* (pp. 83–92). Cardigan, U.K.: Samara.
- Repubblica Italiana (1991). Legge 6 dicembre 1991, n. 394 - Legge quadro sulle aree protette. GU Serie Generale n.292 del 13-12-1991 - Suppl. Ordinario n. 83.
- Romano B., Zullo F. (2014), "The urban transformation of Italy's Adriatic coastal strip: Fifty years of unsustainability". *Land Use Policy*, 38, 26-36.
- Romano B., Fiorini L., Zullo F., Marucci A. (2017), "Urban Growth Control DSS Techniques for De-Sprinkling Process in Italy". *Sustainability* 9, 1852.
- Saganeiti L., Favale A., Pilogallo A., Scorza F., Murgante B. (2018), "Assessing Urban Fragmentation at Regional Scale Using Sprinkling Indexes". *Sustainability* 2018, 10, 3274.
- SNPA. (2024), *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2024, Report ambientali SNPA, 43/2024.
- Tansley A.G. (1939), *The British Isles and Their Vegetation*. Cambridge University Press, Cambridge, 1-494.
- Tomaselli V., Tenerelli P., Sciandrello S. (2012), "Mapping and quantifying habitat fragmentation in small coastal areas: a case study of three protected wetlands in Apulia (Italy)". *Environmental Monitoring Assessment*, 84, 693-713.
- Troll C. (1950), *Die geografische landschaft und ihre erforschung*. Pages 163-181. Studium Generale 3. Springer, Heidelberg, German Democratic Republic.
- Turner, M. G. (1989), "Landscape ecology: the effect of pattern on process". *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 20, 171–197.
- Wu, J. G. (2004), "Effects of changing scale on landscape pattern analysis: Scaling relations". *Landscape Ecology*, 19, 125–148.