



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL' AMBIENTE

Corso di Laurea Magistrale

Biologia Marina

Variazione spazio-temporale della distribuzione dal macro floating litter nella regione ADRION e suo impatto su *Caretta caretta*

Space-time variability of macro floating litter distribution in ADRION region and its impact on *Caretta caretta*

Tesi di Laurea Magistrale di:

Eugenia Meschiari

Relatore:

Chiar.mo Prof. Vincenzo Caputo
Barucchi

Correlatore:

Chiar.ma Prof.ssa Marta Anna Azzolin

Sessione autunnale

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
1.1 Il progetto	4
1.2 Il Mediterraneo	5
1.2.1 Caratteristiche chimico-fisiche	5
1.2.2 La biodiversità	8
1.2.3 Le minacce	9
1.3 I rifiuti marini: l'inquinamento da plastica	10
1.4 La tartaruga marina comune: <i>Caretta caretta</i>	11
1.5 Normative per la tutela dell'ambiente	18
1.5.1 La Direttiva Habitat	18
1.5.2 La Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino	19
1.5.3 La Direttiva SUP (Single Use Plastic)	20
1.5.4 Strategia dell'UE per la Biodiversità 2030	22
1.5.5 La Legge italiana "Salvamare"	23
1.6 Obiettivo dello studio	24
1.6.1 Area di studio: la regione ADRION	24
2. MATERIALI E METODI	27
2.1 Raccolta dei dati	28
2.2 Analisi dei dati	40
2.3 Analisi statistica	41
3. RISULTATI	42
3.1 Distribuzione di <i>C.caretta</i> nel periodo 2013-2024	42
3.2 Distribuzione di oggetti in plastica nel periodo 2013-2024	45
3.3 Distribuzione attrezzi da pesca 2013-2024	47
3.4 Valutazione dell'esposizione al rischio nel periodo 2013-2024	49

3.5	Distribuzione <i>C.caretta</i> nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018.....	51
3.6	Distribuzione di oggetti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018.....	52
3.7	Distribuzione attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018.....	53
3.8	Intersezione <i>C. caretta</i> e rifiuti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018	54
3.9	Intersezione <i>C. caretta</i> e attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018	55
3.10	Distribuzione <i>C.caretta</i> nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024.....	56
3.11	Distribuzione di oggetti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024.....	57
3.12	Distribuzione attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024.....	58
3.13	Intersezione <i>C. caretta</i> e rifiuti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024	59
3.14	Intersezione <i>C. caretta</i> e attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024	60
3.15	Analisi statistica.....	61
4.	DISCUSSIONE	62
5.	CONCLUSIONI	64
6.	BIBLIOGRAFIA	65
7.	SITOGRAFIA	68

1. INTRODUZIONE

1.1 Il progetto

Il progetto LIFE CNCEPTU MARIS (CONservation of CEtaceans and Pelagic sea TUrtles in Mediterranean sea) è un progetto europeo iniziato a gennaio 2022 e tutt'ora in corso. Lo scopo di questo progetto è individuare le azioni di conservazione più utili per migliorare lo stato di conservazione di cetacei e tartarughe marine nel mar Mediterraneo. Con questo progetto si intende stabilire un approccio internazionale per il monitoraggio delle specie oggetto di studio, tramite la realizzazione di un protocollo comune di monitoraggio che impieghi i traghetti come piattaforma di ricerca. Obiettivo del progetto è colmare il gap di informazioni relativamente a consistenza di popolazione e distribuzione delle specie soprattutto nelle zone di alto mare, identificare hotspots di aggregazione di processi ecologici, identificare siti offshore importanti per la conservazione delle specie, valutare l'impatto delle attività umane (traffico nautico, dispersione di rifiuti in mare) sulle stesse.

Partecipano al progetto molti enti sia nazionali che internazionali: Area Marina Protetta "Capo Carbonara", CIMA Research Foundation, Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, ÉcoOcéan Institut, Stazione Zoologica Anton Dohrn, Triton Research, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Università degli Studi di Palermo, Universitat de València, Università degli Studi di Torino, mentre ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) coordina il progetto.

1.2 Il Mediterraneo

1.2.1 Caratteristiche chimico-fisiche

Il mar Mediterraneo si trova al centro di Europa, Asia e Africa, tra i 30° e i 40° di latitudine. Ha una profondità media di 1460m con profondità massima di 5267m (Fig.1) (Lionello, Piero, et al. 2006). Le aree a batimetrie maggiori si trovano nel mar Ionio, quelle meno profonde nel mar Adriatico e nella zona del canale di Sicilia, che fa da barriera al passaggio di masse d'acqua profonde.

Il Mediterraneo è un bacino semichiuso. Comunica a ovest con l'oceano Atlantico tramite lo stretto di Gibilterra, ad est, dal 1860 circa, con il mar Rosso e quindi l'oceano Indiano, tramite il canale artificiale di Suez, a nord-est con il mar di Marmara e il mar Nero, tramite lo stretto dei Dardanelli (Coll, Marta, et al. 2010).

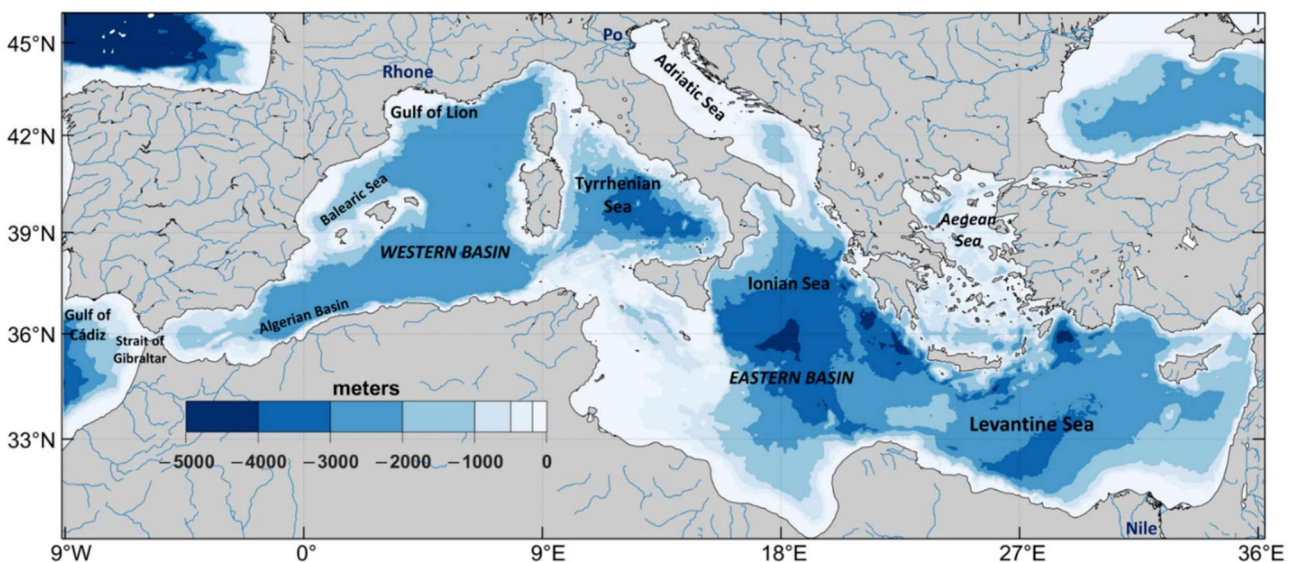


Fig. 1 Mappa della batimetria del Mediterraneo

Il Mediterraneo presenta un gradiente di temperatura con zone più fredde nella parte settentrionale del bacino, a livello del Golfo di Lione e del nord Adriatico, con temperature medie sotto i 17.1°C, mentre zone più calde, con valori medi di temperatura superiori ai 22.4°C, nella porzione più a sud-est, in corrispondenza del mar di Levante. (Fig.2)

I valori medi annuali della Temperatura Superficiale dell'Acqua (SST = Sea Surface Temperature) sono di $19.7 \pm 1.3^\circ\text{C}$ (Shaltout & Omstedt, 2014).

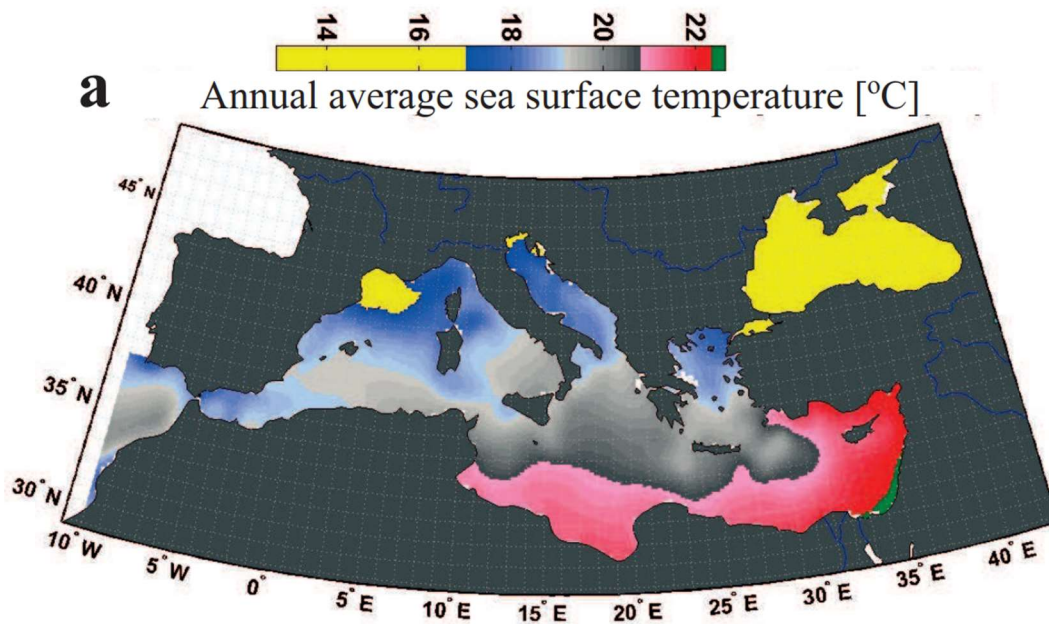


Fig.2 Distribuzione spaziale della SST (Sea Surface Temperature) media annuale nel periodo 1982-2012

Il parametro della salinità (SSS = Sea Surface Salinity) è importante in quanto influenza la densità delle masse d'acqua con un effetto sulle correnti, sul mescolamento delle acque e sulla disponibilità di nutrienti in colonna d'acqua. Nel complesso la salinità nel Mediterraneo è molto variabile (Fig.3), essa è influenzata dall'acqua dolce portata dai numerosi fiumi che vi sfociano, ma anche dalle precipitazioni e dall'evaporazione. Nonostante il grande apporto di acqua dolce, il mar Mediterraneo, è un bacino a bilancio idrico negativo perché, le precipitazioni e l'apporto fluviale, non riescono a compensare la forte evaporazione. (Sammartino, Michela, et al. 2022). Si osserva un generale gradiente est-ovest, con aree a minor salinità nella parte più occidentale vicino allo stretto di Gibilterra e aree ad altissima salinità nella parte orientale del mar di Levante

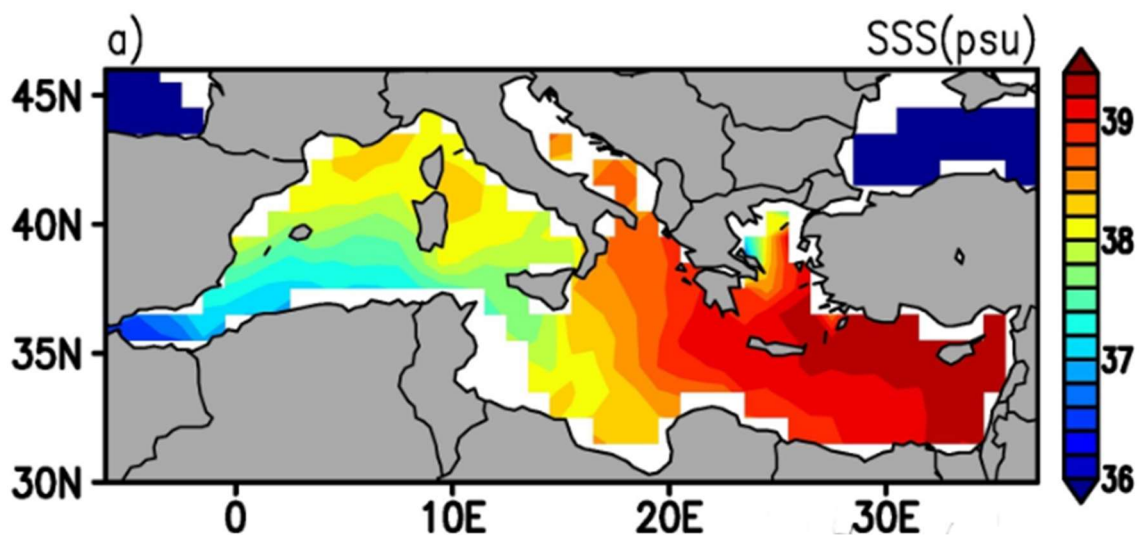


Fig.3 SSS (Sea Surface Salinity) del periodo 2002 – 2018.

La variazione della salinità nelle acque superficiali e intermedie del Mediterraneo ha impatto anche sulla circolazione termoalina globale. A causa della batimetria presente in corrispondenza dello stretto di Gibilterra, entra nel Mediterraneo l'acqua superficiale e meno salata dell'oceano Atlantico, questa arrivando fino al mar di Levante diventa più salata e scende a profondità maggiori, formando masse d'acqua intermedie che escono di nuovo dallo stretto di Gibilterra e portano acque calde e salate fino al nord Europa. (Fig.4) (Sammartino, Michela, et al. 2022).

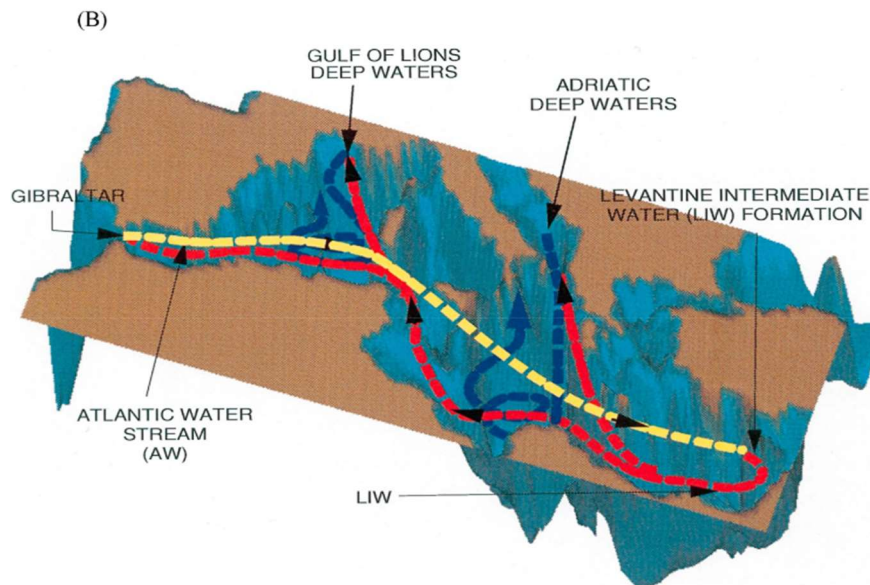


Fig.4 Schema della circolazione delle principali masse d'acqua nel mar Mediterraneo.

La massa d'acqua che si colloca a profondità intermedie, raggiunte zone più fredde, sprofonderà formando masse d'acqua più profonde che scorrono lungo il fondale. Per la batimetria del Mediterraneo, queste masse più profonde del bacino orientale non riescono ad attraversare il canale di Sicilia e rimangono isolate (Fig.5).

L'acqua profonda del sottobacino occidentale (WMDW) si forma nel golfo di Lione dove venti molto forti e freddi portano un raffreddamento delle acque intermedie (LIW) che scendono in profondità; l'acqua profonda del sottobacino orientale (EMDW) si forma nel nord Adriatico, qui venti molto freddi portano al raffreddamento delle acque superficiali che aumentano di densità e spostandosi verso sud, finiscono nella fossa di Pomo formando la massa d'acqua profonda dell'Adriatico (ADW) e da qui si muovono sul fondo dello ionio e del mar di Levante. Va sottolineato che questa situazione sta variando, si sta infatti notando nel mare Egeo, un nuovo sito di formazione delle acque profonde, con ripercussioni su tutta la circolazione del bacino orientale. (Lascaratos, Alex, et al. 1999)

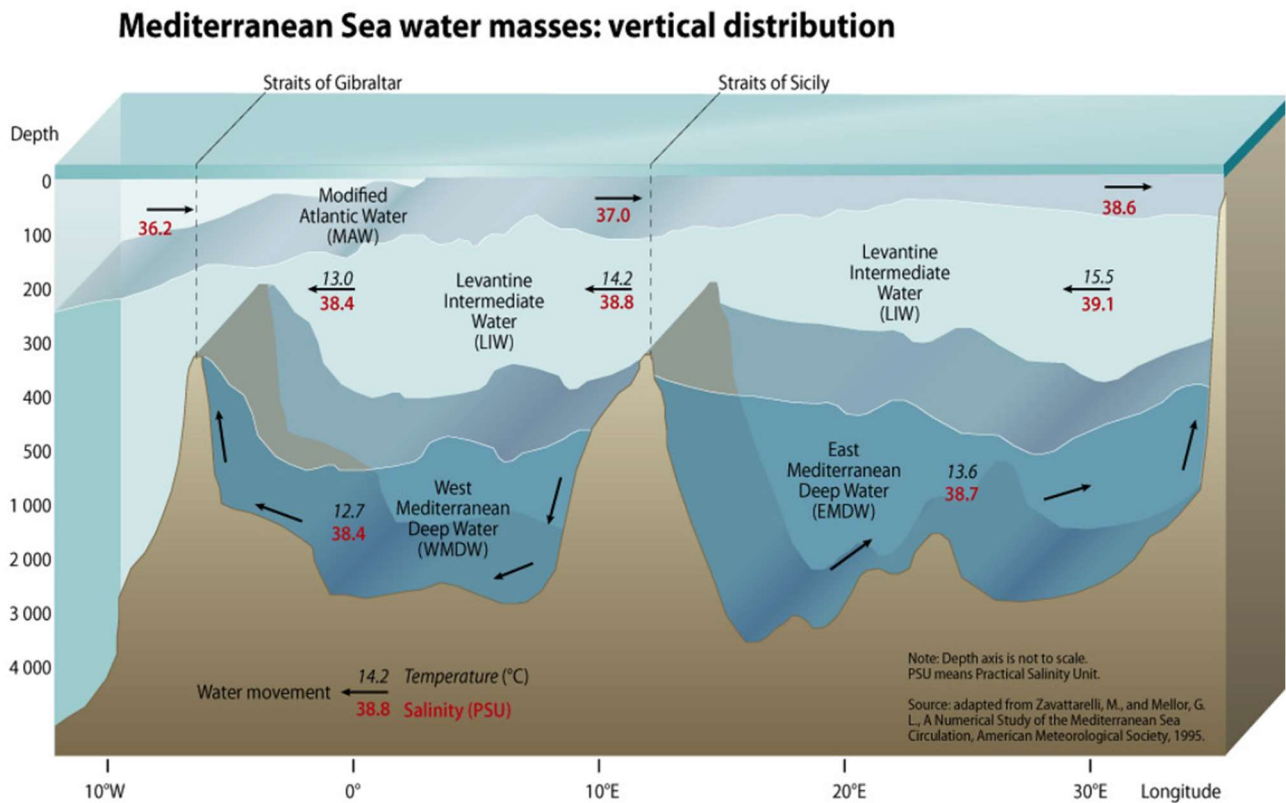


Fig.5 Sezione del fondale marino del mar Mediterraneo

1.2.2 La biodiversità

Il mar Mediterraneo è un hotspot di biodiversità che ospita circa 17.000 specie tra cui molte specie endemiche, ovvero specie esclusive di questa zona. L'ampia varietà delle caratteristiche climatiche, porta alla coesistenza di specie temperate e sub tropicali. A variare il numero di specie presenti contribuiscono fattori come: la sottostima del numero di virus e batteri, le specie di ambiente profondo sconosciute e le specie aliene provenienti dal canale di Suez, presenti soprattutto nel mediterraneo orientale, ma che con il progressivo riscaldamento delle acque si stanno spingendo sempre più a nord. La biodiversità cala da nord-ovest a sud-est, seguendo il gradiente di produttività primaria, è generalmente alta lungo le coste e la piattaforma continentale e cala con la profondità.

Il Mediterraneo è un bacino generalmente oligotrofico, con un gradiente che diminuisce da ovest verso est, ma ci sono eventi su scala regionale che arricchiscono le coste come ad esempio: il cambiamento dei venti, termoclini temporanei, correnti, immissione dei fiumi e scarico di liquami. La produzione cala da nord a sud e da ovest a est, in modo inversamente proporzionale all'aumento di temperatura e salinità. (Coll, Marta, et al. 2010). Valori elevati di produttività primaria si riscontrano lungo le coste, nella zona dello stretto di Gibilterra e del mare delle Baleari, mentre valori più bassi li troviamo nel mar di Levante (Fig.6).

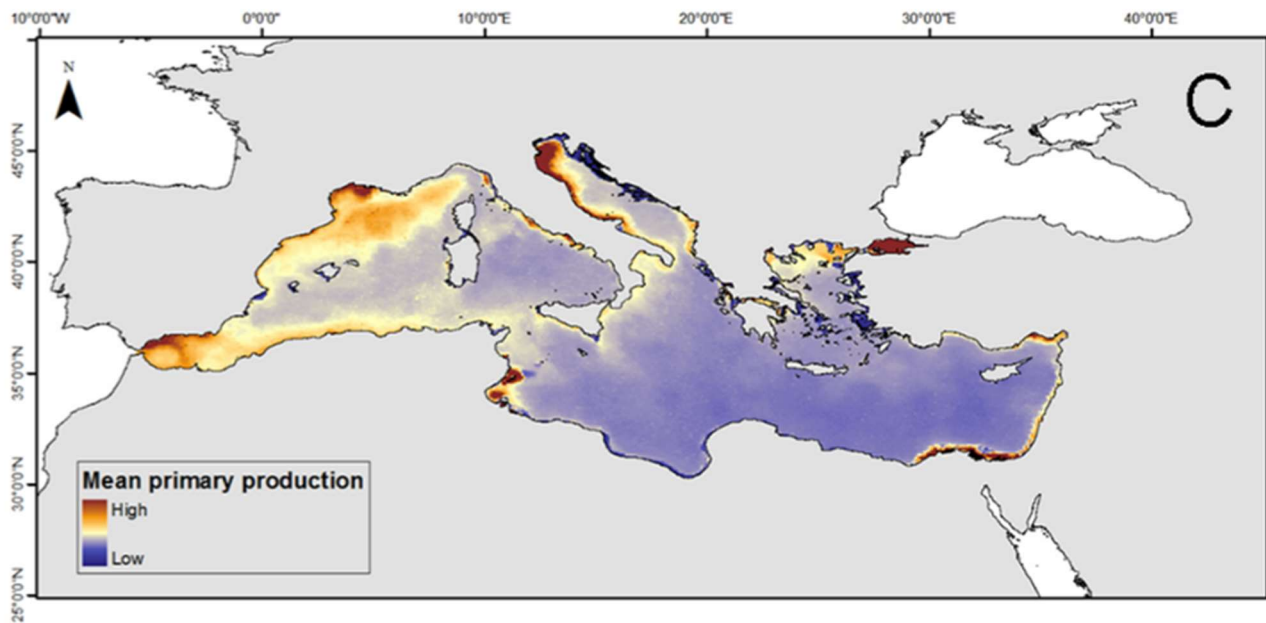


Fig.6 Media annuale relativa della produzione primaria registrata nel 2002.

1.2.3 Le minacce

I fattori antropogenici nel corso degli anni hanno influenzato la distribuzione della biodiversità del bacino. Principalmente il sovrasfruttamento delle risorse marine e la perdita di habitat hanno portato a cambiamenti storici nella biodiversità, a questi si è aggiunto anche l'inquinamento, il cambiamento climatico, l'eutrofizzazione e l'introduzione di specie aliene, le stime dicono che questi impatti tenderanno ad aumentare in futuro.

La costruzione di infrastrutture lungo la costa e dei porti ha inevitabilmente portato al progressivo degrado degli habitat o addirittura alla loro perdita. Con un impatto maggiore su quelle specie che dipendono profondamente da esso (briozoi, spugne, echinodermi, uccelli marini e tartarughe marine).

Il sovrasfruttamento delle risorse ittiche, si è intensificato a partire dall'era industriale a causa dell'aumento della domanda e dell'adozione di tecnologie e attrezzi sempre più nuovi. Questo però nel corso degli anni ha causato un forte impatto su specie, habitat ed ecosistema oltre ad un profondo cambiamento delle comunità. L'impatto non si ha solo sulla specie catturata, ma anche indirettamente sulle altre specie.

L'introduzione di specie aliene può essere volontaria o involontaria, l'ingresso può avvenire tramite il canale di Suez, lo stretto di Gibilterra o le acque di sentina delle navi. Bisogna infatti considerare che il Mediterraneo è uno dei mari più trafficati al mondo.

Uno degli effetti negativi delle specie aliene sta nel fatto che competono con le specie native, portando a una riduzione della loro popolazione (Coll, Marta, et al. 2010).

1.3 I rifiuti marini: l'inquinamento da plastica

Il programma delle nazioni unite per l'ambiente, definisce marine litter "un qualsiasi manufatto persistente smaltito o abbandonato in ambiente marino e costiero" (Deudero, Salud, and Carme Alomar, 2015).

L'inquinamento da rifiuti, principalmente quello delle plastiche è un problema globalmente diffuso, si stima che annualmente finiscano in oceano tra i 4 e i 12 milioni di tonnellate di plastica.

Il mar Mediterraneo in particolare è stato identificato come una tra le aree più inquinate, soprattutto per quanto riguarda la plastica; complessivamente le stime sui detriti plastici galleggianti in superficie si aggirano tra le 873 e le 2576 tonnellate (Compa, Montserrat, et al., 2019), risulta essere infatti l'82% dei materiali che troviamo tra i rifiuti galleggianti, ma è anche il rifiuto che viene trovato prevalentemente sul fondale marino, in ambiente profondo. I canyons possono agire da trasportatori di rifiuti in ambiente marino profondo e una volta qui, persistono per più tempo in quanto, in assenza di luce, la degradazione procede molto lentamente. (Galgani, François, 2014)

Un ulteriore problema riguardante le plastiche consiste nel fatto che esse sono un materiale altamente persistente e resistente alla biodegradazione e che può frammentarsi in parti molto più piccole, le micro e le nano plastiche, che possono rimanere in ambiente per molti anni (Deudero, Salud, and Carme Alomar, 2015) ed entrare nella catena trofica.

Le principali sorgenti di rifiuti marini sono le zone costiere, i fiumi, ma anche gli attrezzi da pesca che vengono abbandonati in mare, questi ultimi sono una percentuale molto alta sulla quantità totale di rifiuti. (Galgani, François, 2014)

La porzione di litter galleggiante varia la sua densità e galleggiamento a seconda del suo permanere in mare, dovuto soprattutto agli agenti atmosferici e al biofouling che ne modificano le caratteristiche chimico-fisiche. (Galgani, François, 2014)

Non esiste un'area senza rifiuti in mediterraneo, le aree di accumulo dei rifiuti naturali, sono le stesse dei rifiuti di origine antropologica, dove c'è alta densità di uno c'è anche alta densità dell'altro. Quindi la distribuzione in mediterraneo sembra essere controllata dal trasporto delle correnti superficiali. Abbiamo visto che la circolazione in entrata nel Mediterraneo dall'Atlantico, porta all'ingresso nel bacino di acque superficiali quindi di conseguenza anche il materiale galleggiante, tende ad accumularsi inevitabilmente qui. (Zambianchi, Enrico, et al., 2014)

I rifiuti galleggianti seguono i regimi climatici e di circolazione, nel Mediterraneo la variabilità stagionale di queste condizioni, non permette la loro convergenza in particolari aree di accumulo come può avvenire in altri sistemi, ma la distribuzione spaziale è eterogenea (Arcangeli, Antonella, et al. 2018). Il tasso di accumulazione dei rifiuti in mediterraneo varia ampiamente e dipende dalle attività urbane adiacenti alle coste, agli usi delle coste, parametri fisici quali il vento e le correnti, tendenza al galleggiamento, zone di accumulo. Varia localmente l'abbondanza di rifiuti plastici, con valori medi da 0 a 7,700 elementi per km². (Galgani, François, 2014)

Molto spesso zone ad alta densità di rifiuti sono state trovate in concomitanza di una elevata densità di popolazione lungo le coste, navigazione costiera, escursioni di marea limitate e bacino semichiuso (Galgani, François, 2014).

Zone ad alta concentrazione sono state identificate nel bacino sardo-baleare (Arcangeli, Antonella, et al. 2018), ma anche nel bacino algerino (Zambianchi, Enrico, et al., 2014) e nel mar Adriatico (Galgani, François, 2014) e hotspot significativi sono stati osservati in prossimità delle coste (Arcangeli, Antonella, et al. 2018), piuttosto che offshore. In zone costiere la densità di distribuzione del FML (Floating Marine Litter) è principalmente influenzata da piogge, input locali e correnti costiere mentre in offshore da correnti oceaniche e dall'azione del vento sulla superficie (Arcangeli, Antonella, et al,2024).

È stato osservato un andamento stagionale del FML, perché stagionali sono le variazioni dell'intensità delle correnti superficiali, sia offshore che costiere. Secondo la previsione dei modelli di accumulo, si può osservare che ad esempio nel mar Tirreno ci sia un alto flusso di corrente in inverno (da novembre ad aprile) e un basso flusso in estate (da maggio ad ottobre); nel mar Ionio invece la massima intensità si verifica in estate, così anche nel bacino di Levante dove le correnti forti non permettono l'accumulo di rifiuti offshore, ma verso le zone costiere e le spiagge; nel bacino Adriatico ci sono aree di accumulo temporanee, in inverno si accumulano rifiuti in corrispondenza dei vortici ciclonici centrale e meridionale, mentre in primavera/estate questi diminuiscono e aumentano più a nord (Mansui, J., et al., 2020). Questi modelli non tengono conto dell'attività turistica e ricreative che probabilmente porta ad avere valori medi di densità alti in estate, ma ancora più alti in primavera e autunno probabilmente a causa delle piogge intense (Arcangeli, Antonella, et al,2024).

La plastica è stata ritrovata nel tratto gastrointestinale di molti organismi marini da quelli di ambiente profondo ai grandi vertebrati (Compa, Montserrat, et al., 2019), ma l'ingestione non è l'unico modo in cui interagisce con gli animali marini, altre modalità sono: l'imbrigliamento, il pericolo fisico, le abrasioni interne, l'ostruzione. La plastica in mare può anche facilitare la diffusione di specie invasive. (Deudero, Salud, and Carme Alomar, 2015). Non tutte le specie sono sottoposte allo stesso rischio di ingestione, questo dipende dalle loro caratteristiche intrinseche e dal loro comportamento. Tra quelle ad alto rischio troviamo specie appartenenti alle classi di Actinopterygii, Chondrichthyes, Mammalia, e Reptilia di quest'ultimo gruppo è ormai noto l'impatto sulla tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) (Compa, Montserrat, et al., 2019). È soprattutto in Adriatico che la tartaruga è soggetta a catture accidentali by catch a causa dell'intensa attività di pesca. (Baldi, Giulia, et al., 2023)

Appare chiaro come sia prioritario identificare zone ad alto rischio così da ridurre l'impatto su tutto l'ecosistema marino.

1.4 La tartaruga marina comune: *Caretta caretta*

La tartaruga marina comune *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), si trova all'interno del grande gruppo parafiletico dei rettili, in particolare della famiglia Cheloniidae e dell'ordine Testudines. I rettili hanno

invaso la terra milioni di anni fa, prima del mesozoico, questi animali sono dotati di polmoni. infatti, il loro progenitore ha perso le branchie. Le specie che sono ritornate alla vita acquatica, non potendo respirare in acqua sono obbligate a raggiungere la superficie per respirare.

Sono animali ectotermi, quindi la loro temperatura corporea dipende dalla temperatura dell'ambiente esterno. Per questo sono: più tolleranti verso le basse temperature corporee, hanno bassi tassi di metabolismo, consumano meno ossigeno e tollerano bene le situazioni di anossia (Motani, Ryosuke, 2009).

Al mondo esistono sette specie di tartarughe marine, tre di queste possono essere avvistate nel mar Mediterraneo e sono: *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*.

Mentre *D. coriacea* ha un carapace flessibile, scuro con macchie bianche e senza scudi; *C. mydas* e *C. caretta* hanno un carapace osseo costituito da scudi. Mentre *C. mydas* ha quattro scudi laterali, una colorazione verde, una forma ovale e il ventre bianco; *C. caretta* ha cinque scudi laterali, una colorazione più aranciata, una forma più a cuore e il ventre giallo (Ratheesh Kumar, R., 2024).

D. coriacea in Mediterraneo è solo visitatrice, le altre due specie oltre ad essere visitatrici, nidificano (Coll, Marta, et al. 2010). *C. mydas* fa tra le quattro e le sei covate con 100-120 uova a stagione; mentre *C. caretta* tra le tre e le cinque covate ognuna con 100-120 uova, ritornando solitamente sempre sulla stessa spiaggia a nidificare. (Ratheesh Kumar, R., 2024).

Una particolarità della tartaruga marina comune è quella di ritornare a deporre le uova nel sito dove è nata, questa strategia evolutiva prende il nome di filopatria. Le specie con forte filopatria ci si aspetta che abbiano un forte differenziamento genetico tra colonie che si riproducono (Grandi, María Florencia, et al. 2018). Gli adulti migrano dalle zone di foraggiamento a quelle di riproduzione e da qui, le femmine raggiungono le spiagge per deporre le uova, mentre i maschi tornano nelle zone di foraggiamento con una tendenza anche per loro a rimanere nelle zone vicino alla loro zona di riproduzione; quindi, è presente anche nel sesso maschile una forte fedeltà al sito di riproduzione (Clusa, Marcel, et al. 2018).

I principali siti di nidificazione per la tartaruga marina comune, li troviamo sulle coste di Cipro, Grecia e Turchia, in altre zone è possibile trovare una presenza inferiore, mentre le zone in cui non è stata segnalata alcuna attività sono Algeria, Marocco, Monaco, Adriatico orientale (Albania, Bosnia Erzegovina, Croazia, Montenegro, Slovenia). Nel corso degli anni si può osservare come molti siti di deposizione si siano ridotti in molte aree del bacino e ci sia stato uno shift verso zone più a sud e ad est. (Fig.7) (Casale, Paolo, et al. 2018). Al contrario del mar Ionio, le aree di nidificazione in Adriatico sono poco documentate. Il bacino ionico è molto importante in quanto stimola la residenza di individui adulti dopo la nidificazione e piccoli dopo la schiusa, per la sua vicinanza a un fondale oceanico (sud Adriatico/ nord Ionio) neritico (nord/centro Adriatico) e riproduttivo (coste Ioniche) (Zampollo, Arianna, et al., 2022).

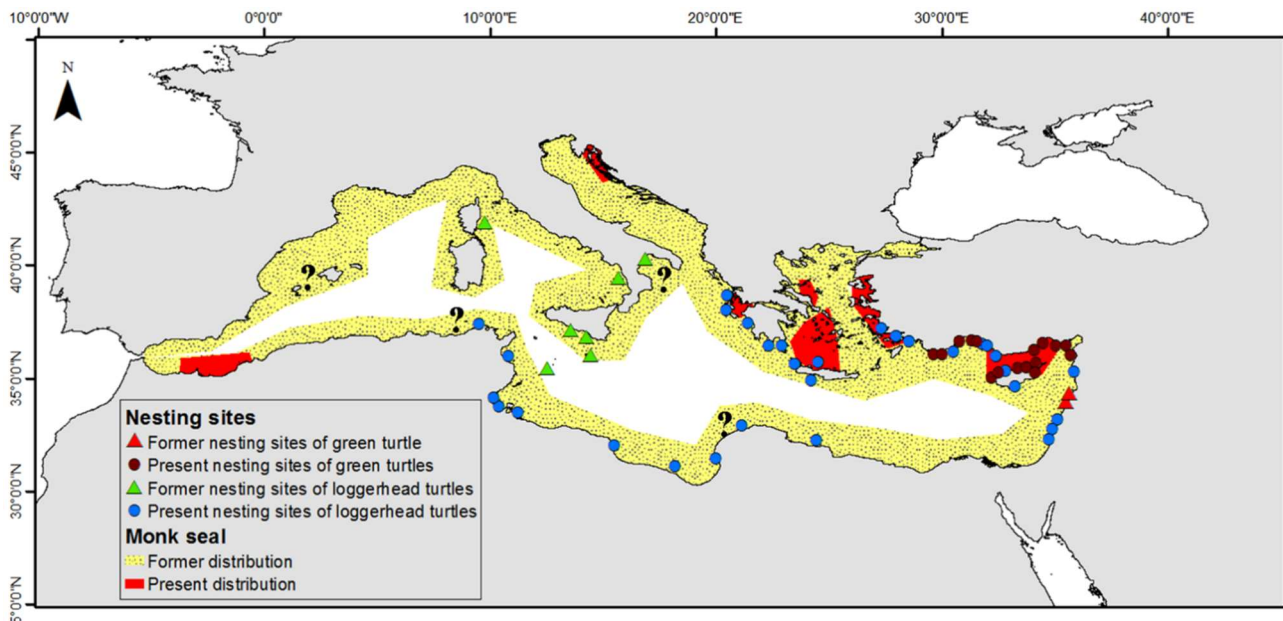


Fig.7 I triangoli verdi e rossi identificano i vecchi siti di nidificazione di tartaruga comune e verde, mentre i cerchi rappresentano i siti attuali.

Le zone di nursery per i piccoli e i giovanili, (<40 cm) sono ampiamente sconosciute, perché risulta difficile la loro osservazione in mare. Probabilmente il mar di Levante è una zona di nursery per i siti di nidificazione più orientali, mentre quelle nate in Grecia si disperdono nel mar Ionio e Adriatico. Sono infatti molte le tartarughe inferiori ai 30 cm che rimangono spiaggiate sulle coste di mar Adriatico e Ionio. (Casale, Paolo, et al. 2018) Le tartarughe che nidificano in Grecia vanno a frequentare soprattutto l'adriatico. (Baldi, Giulia, et al., 2023)

La zona di foraggiamento si estende a tutto il Mediterraneo (Casale, Paolo, et al. 2018), in particolare l'Adriatico è un importante sito di foraggiamento durante tutto l'anno e a qualsiasi stadio. La zona neritica al di sotto dei 200 m dell'Adriatico area di foraggiamento per adulti e giovanili che svernano vicino a risorse di cibo mentre nello Ionio l'area è frammentata e limitata ad habitat specifici vicino costa, Con studi di cattura marcatura e ricattura hanno visto che le femmine adulte che deponevano in Grecia, andavano poi a foraggiare nell'Adriatico orientale (Baldi, Giulia, et al., 2023).

I giovanili foraggiano sia in zone neritiche che oceaniche dell'Adriatico; quelli che foraggiano in zona neritica mostrano fedeltà al sito di foraggiamento, rispetto a quelli che si cibano nella zona oceanica. (Zampollo, Arianna, et al., 2022). Il tirreno è area di foraggiamento e nidificazione. (Mariani, Giulia, et al., 2023).

La parte più a nord ha un'alta biodiversità per il Po che porta nutrienti, sono infatti numerose le meduse, crostacei, molluschi. (Mariani, Giulia, et al., 2023).

I giovanili predano animali epipelagici (Zampollo, Arianna, et al., 2022). Dai contenuti stomacali di individui spiaggiati si può notare come i gruppi tassonomici più predati siano, in ordine di abbondanza: in Adriatico Arthropoda, Mollusca, Chordata; in Tirreno Mollusca, Arthropoda, Chordata. Le tartarughe marine del Tirreno e dell'Adriatico mostrano simile comportamento tra giovanili, (ccl < 59.9 cm) subadulti (60-69.9 cm) e adulti (>70 cm).

Le tartarughe marine comuni hanno un comportamento predatorio e opportunistico sia in Adriatico che nel Tirreno. Gli organismi dotati di esoscheletro sono quelli che troviamo più frequentemente rispetto ad animali come cefalopodi e meduse perché il loro guscio non viene digerito, inoltre l'elevata disponibilità di crostacei deriva anche da una intensa attività di pesca in quanto i crostacei sono scavengers e sono tra i primi animali che colonizzano i fondali dragati e scarti di pesca ed è molto frequente tra i gasteropodi ingeriti il genere *Nassarius*, un gasteropode necrofago. La differenza nella morfologia del fondale tra tirreno e adriatico porta a diversi phyla identificati nel tratto digestivo delle prede. Ma anche l'acquacoltura e i metodi di pesca utilizzati in entrambi i bacini influenzano l'abbondanza delle di specifiche tipi di prede. Purtroppo, la bassa discriminazione nel cibarsi le porta ad ingerire grandi quantità di rifiuti. In Adriatico la categoria di rifiuti più frequentemente incontrata è quella di filamenti e fogli di plastica, nel Tirreno fogli e frammenti di plastica. La frequenza di ingestione in vari stadi è più o meno la stessa. (Mariani, Giulia, et al., 2023).

È difficile valutare la distribuzione in mediterraneo per mancanza di dati in acque offshore, la distribuzione è principalmente guidata dalla circolazione del mediterraneo (Casale, Paolo, et al. 2018) ma anche da variazioni di temperatura, si è visto come valori di SST estremi tra ottobre e marzo influenzano la distribuzione di *C.caretta* diversamente in varie sotto regioni e come la SST in aprile determini un habitat perfetto per la riproduzione e la nidificazione sia in Adriatico che nello Ionio. È fondamentale fare investigazioni stagionali per stabilire misure di conservazione effettive (Zampollo, Arianna, et al., 2022). I movimenti migratori riguardano soprattutto gli adulti da aree di nidificazione nello Ionio a zone di foraggiamento in Adriatico alla fine della stagione di accoppiamento. Diversi studi mostrano che *C.caretta* migri da siti di nidificazione in Grecia a siti di foraggiamento e di sviluppo in Adriatico dove le condizioni dell'area pelagica e neritica sono favorevoli tutto l'anno (Zampollo, Arianna, et al., 2022). Anche in questo caso sembra esserci un andamento stagionale, sembra che dalle aree profonde offshore in cui permangono in inverno, si muovano in estate verso quelle meno profonde per cibarsi. (Mariani, Giulia, et al., 2023).

Lungo le coste italiane, secondo i dati ISPRA del periodo 2013-2018, i mari sono prevalentemente caratterizzati dalla tartaruga comune (*Caretta caretta*), a cui si aggiungono segnalazioni anche della tartaruga verde (*Chelonia mydas*) e della tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*), ma relative prevalentemente ad individui spiaggiati (Fig.8).

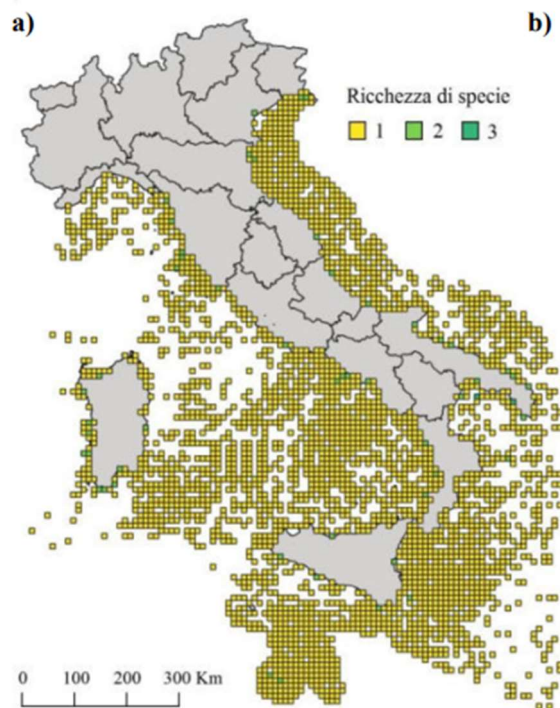


Fig.8 Mappa della distribuzione nei mari italiani della ricchezza delle tre specie di tartarughe(1) Caretta caretta, (2) Chelonia mydas (3) Dermochelys coriacea.

Lo studio della composizione delle comunità di epibionti associati al carapace di caretta ci fornisce informazioni sull' ecologia, sul comportamento e sullo stato di salute dell'ospite. Es può fornire informazioni sulla regione di foraggiamento usata da caretta. I cirripedi sfruttano il carapace di caretta per ottimizzare la loro modalità di sospensivori e filtratori, grazie al movimento del nuoto di caretta. Alcuni cirripedi sono più comuni in tartarughe che frequentano habitat epipelagici e sono catturate con palangari o reti da posta, altri cirripedi sono presenti su tartarughe che frequentano habitat bentonici e sono catturate da attrezzi da pesca profondi. Esiste inoltre una correlazione tra la sindrome debilitante e la quantità di cirripedi presenti sul carapace, probabilmente la malattia li porta a stazionare e galleggiare, condizione ottimale per l'attaccamento dei cirripedi (Baruffaldi, Matilde, et al., 2023)

Ciò che minaccia le popolazioni della tartaruga marina comune, sono soprattutto il progressivo degrado dell'habitat, ma anche l'inquinamento marino, la cattura involontaria o by-catch, a causa di attrezzi da pesca non selettivi (reti da posta sia in colonna d'acqua che sul fondo, palangari) e le collisioni con imbarcazioni. Le tartarughe marine, inoltre, trascorrono la maggior parte del tempo in mare, ma per quanto riguarda la nidificazione sono legate alla terra ferma, di conseguenza il progressivo sfruttamento delle coste, importante per le attività economiche, impatta questa specie indirettamente, causando il degrado del suo habitat di nidificazione (Coll, Marta, et al. 2010).

Uno strumento che può essere usato per identificare le specie a rischio è la Red List fornita dalla IUCN. L'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, International Union for

Conservation of Nature), fondata oltre 60 anni fa, con la missione di “influenzare, incoraggiare e assistere le società in tutto il mondo a conservare l’integrità e diversità della natura e di assicurare che ogni utilizzo delle risorse naturali sia equo e ecologicamente sostenibile”.

Le categorie di rischio sono undici (Fig.9):

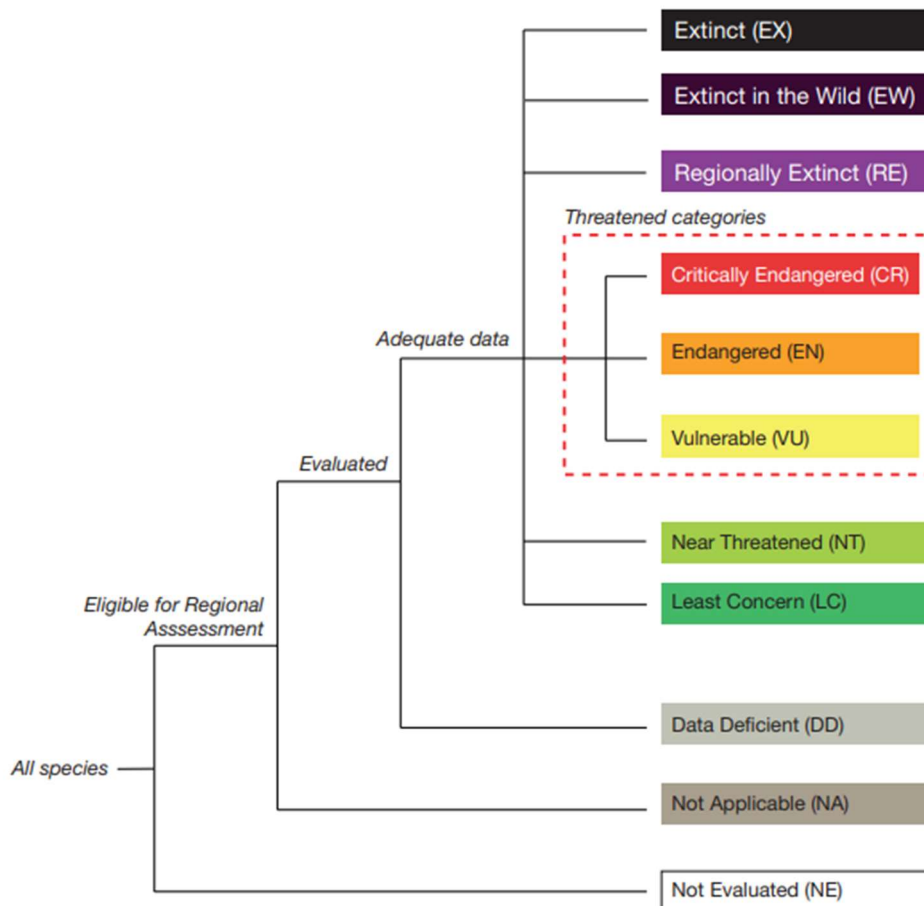


Fig.9 Categorie di rischio di estinzione IUCN a livello regionale

Sono cinque i criteri che vengono presi in considerazione per assegnare una specie ad una categoria della Red List. I criteri sono i seguenti:

- A. Popolazione in declino: si basa sulla velocità di declino della popolazione
- B. Distribuzione ristretta in declino: si basa sulle dimensioni dell’areale geografico di distribuzione della specie
- C. Piccola popolazione in declino: concettualmente simile al punto precedente ma applicato a popolazioni numericamente ristrette (< 10000 individui)
- D. Distribuzione molto ristretta o popolazione molto piccola: si applica a popolazioni numericamente esigue (< 1000 individui o area occupata < 20 km²)

- E. Analisi quantitativa del rischio di estinzione: si basa su probabilità di estinzione quantitative stimate per un intervallo temporale preciso

L'attribuzione ad un gruppo rimane però, per la maggior parte delle specie, solo parzialmente basata su informazioni e dati di tipo quantitativo, frutto di monitoraggi approfonditi condotti a lungo termine. Le valutazioni sono state, quindi, condotte utilizzando principalmente i criteri per i quali non è richiesta una conoscenza di dati quantitativi utilizzando quindi dati, indicatori e informazioni di tipo indiretto.

Secondo una valutazione del 2015 da parte della IUCN, la tartaruga *Caretta caretta* è classificata VULNERABILE, a livello globale, con un trend in calo. Secondo una valutazione dello stesso anno, ma che considera solo la sottopopolazione del Mediterraneo, la classificazione è LEAST CONCERN con un trend in aumento.

In realtà un dato molto più recente e specifico della regione italiana, presente nella “Lista rossa dei vertebrati italiani 2022”, aggiornata ogni dieci anni, classifica la tartaruga marina comune IN PERICOLO.

Secondo il report ISPRA 2013-2018, lo stato di conservazione della tartaruga comune (*C. caretta*), risulta sfavorevole.

È però auspicabile che, così come evidenziato nella precedente valutazione del gruppo, l'incremento del numero di studi e delle risorse finalizzate al monitoraggio ed alla conoscenza delle popolazioni italiane porti a valutazioni sempre più accurate ed autorevoli (Rondini et al. 2022).

1.5 Normative per la tutela dell'ambiente

1.5.1 La Direttiva Habitat

Ci sono diverse direttive a tutela dell'ambiente e degli habitat, tra le prime a livello europeo troviamo la Direttiva Habitat. Come viene sintetizzato sul sito della commissione europea, questa direttiva risale al 1992 ed è stata istituita con lo scopo di proteggere migliaia di specie tra mammiferi, rettili, anfibi, pesci, invertebrati, piante e 230 tipi di habitat.

Complessivamente, l'obiettivo è quello di mantenere queste specie e i relativi habitat, ad uno stato di conservazione favorevole, il GES (Good Environmental Status), oltre a mirare al recupero e ad una prosperità a lungo termine, in modo da arrestare il veloce declino o la scomparsa di queste specie e dei loro habitat, tenendo conto al tempo stesso delle esigenze economiche, sociali, culturali a livello nazionale e regionale (Direttiva 92/43/CEE, 21 maggio 1992).

La direttiva habitat insieme alla direttiva uccelli, specifica per la conservazione di uccelli selvatici, hanno lo scopo di stabilire i siti protetti che costituiscono la rete Natura 2000.

Infatti, secondo la Direttiva Habitat, per raggiungere gli obiettivi di tutela degli habitat e delle specie animali e vegetali, devono essere istituite delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC), aree nelle quali applicare appropriate misure di conservazione, necessarie al mantenimento e ripristino degli habitat e delle popolazioni delle specie presenti. Queste zone, insieme alle Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite dalla Direttiva Uccelli, formano la rete Natura 2000, che si sviluppa su un quinto della superficie terrestre e circa il 10% dei mari dell'UE per un totale di quasi 28.000 siti (Reporting Direttiva Habitat, ISPRA).

La direttiva mette al corrente tutti gli stati membri dell'unione europea sul crescente numero di specie minacciate e sul progressivo degrado degli habitat, definendoli "parte del patrimonio naturale della Comunità". Tutti gli stati membri sono chiamati ad intervenire a tutelarli in quanto i pericoli e le minacce a cui vanno incontro riguardano tutti e tutti devono mettere in atto procedure volte alla loro conservazione (Direttiva 92/43/CEE, 21 maggio 1992).

La Direttiva richiede ad ogni stato membro dell'unione europea, di condurre delle attività di monitoraggio necessarie a valutare, su scala nazionale, lo stato di conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario. Il monitoraggio deve consentire anche di verificare l'efficacia delle misure di gestione e conservazione applicate alla Rete Natura 2000.

Ogni sei anni, viene redatto un Rapporto Nazionale con i risultati delle attività di monitoraggio e questi vengono trasmesse alla Commissione Europea.

ISPRA ci fornisce una sintesi dei risultati del IV Rapporto Nazionale (2013-2018), relativi a 27 specie e 8 habitat marini della Direttiva Habitat, presenti nelle acque italiane, ed è focalizzato sui seguenti aspetti:

- distribuzione della ricchezza di specie ed habitat nei mari italiani;
- stato di conservazione di specie ed habitat marini e confronto con i dati relativi al III Rapporto (2007-2012);
- pressioni e minacce che insistono sulle specie e gli habitat marini.

Dal IV rapporto emerge un notevole progresso delle conoscenze rispetto al rapporto precedente 2007-2012, ma anche la necessità di definire un piano nazionale di monitoraggio delle specie e degli habitat, in cui vengano applicate metodologie standardizzate. A tale scopo, è stato recentemente realizzato da ISPRA un volume specificamente dedicato al monitoraggio delle specie e degli habitat marini tutelate dalle Direttive Habitat e Uccelli.

In generale per quanto riguarda le specie marine, dal rapporto emerge (Fig.10) che è ancora molto alto il numero di specie di cui non si conosce lo stato di conservazione perché mancano le informazioni sufficienti a colmare il gap, ma bisogna tenere conto che altrettante specie si trovano in uno stato favorevole, mentre per una specie lo stato è inadeguato e per tre è cattivo.

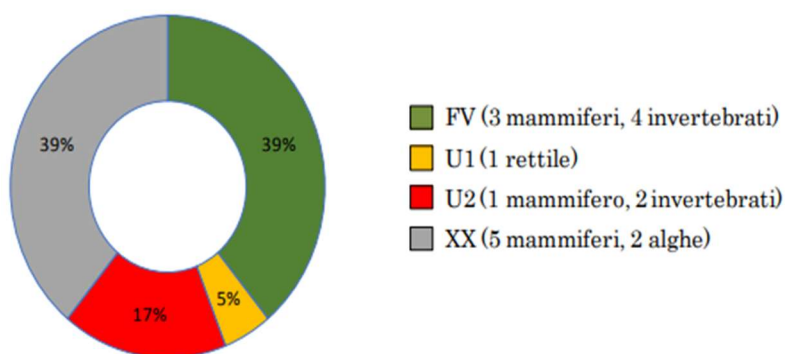


Fig.10 A sinistra lo stato di conservazione delle specie di interesse comunitario della direttiva habitat, presenti nelle acque italiane. In verde le specie in stato favorevole, in giallo inadeguato, in rosso cattivo e in grigio sconosciuto. A destra la lista delle specie di interesse comunitario distinte per la presenza nel Mediterraneo (PRE=presente, OCC=occasionale, MAR= marginale). Sono indicate con “nv” le specie che non sono state valutate.

Specie	Presenza	Overall assessment
<i>Megaptera novaeangliae</i>	OCC	nv
<i>Tursiops truncatus</i>	PRE	FV
<i>Delphinus delphis</i>	PRE	XX
<i>Monachus monachus</i>	PRE	U2
<i>Orcinus orca</i>	OCC	nv
<i>Pseudorca crassidens</i>	OCC	nv
<i>Globicephala melas</i>	PRE	XX
<i>Grampus griseus</i>	PRE	XX
<i>Steno bredanensis</i>	MAR	nv
<i>Stenella coeruleoalba</i>	PRE	FV
<i>Ziphius cavirostris</i>	PRE	XX
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	OCC	nv
<i>Balaenoptera physalus</i>	PRE	FV
<i>Physeter macrocephalus</i>	PRE	XX
<i>Caretta caretta</i>	PRE	U1
<i>Chelonia mydas</i>	MAR	nv
<i>Dermochelys coriacea</i>	MAR	nv
<i>Eretmochelys imbricata</i>	OCC	nv
<i>Lepidochelys kempii</i>	OCC	nv
<i>Corallium rubrum</i>	PRE	FV
<i>Centrostephanus longispinus</i>	PRE	FV
<i>Patella ferruginea</i>	PRE	FV
<i>Lithophaga lithophaga</i>	PRE	FV
<i>Pinna nobilis</i>	PRE	U2
<i>Scyllarides latus</i>	PRE	U2
<i>Lithothamnion corallioides</i>	PRE	XX
<i>Phymatholiton calcareum</i>	PRE	XX

1.5.2 La Direttiva Quadro sulla Strategia per l’Ambiente Marino

La Marine Strategy Framework Directive (MSFD) è una direttiva europea entrata in vigore nel 2008 con lo scopo di proteggere l’ecosistema marino e la sua biodiversità da cui dipende la nostra salute e le attività socioeconomiche associate. Per fare in modo che gli stati membri potessero conseguire o mantenere un buono stato ecologico dell’ambiente marino (GES), sono stati selezionati undici descrittori di qualità.

Di seguito sono elencati i descrittori con le rispettive definizioni riportate da ISPRA, questi descrivono sia lo stato dell’ambiente marino che la pressione antropica:

Descrittore 1: “La biodiversità è mantenuta. La qualità e la presenza di habitat, la distribuzione e l’abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche”

Descrittore 2: “Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi”

Descrittore 3:” Le popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali restano nei limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock”

Descrittore 4: “Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l’abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva”

Descrittore 5: “È ridotta al minimo l’eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell’ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo”

Descrittore 6: “L’integrità del fondo marino è ad un livello tale da garantire che la struttura e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici, in particolare, non abbiano subito effetti negativi”

Descrittore 7: “La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini”

Descrittore 8: “Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti”

Descrittore 9: “I contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca, destinati al consumo umano, non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti”

Descrittore 10: “Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all’ambiente costiero e marino”

Descrittore 11: “L’introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli tali da non avere effetti negativi sull’ambiente marino”

1.5.3 La Direttiva SUP (Single Use Plastic)

Gli obiettivi della presente direttiva sono quelli di prevenire e ridurre l’incidenza di determinati prodotti di plastica sull’ambiente, in particolare l’ambiente acquatico, e sulla salute umana, nonché promuovere la transizione verso un’economia circolare, contribuendo in tal modo al corretto funzionamento del mercato interno.

La plastica ha un costo molto basso ed è un materiale molto versatile, per questo è diventato il materiale più presente nella quotidianità. Da una parte svolge un ruolo molto importante in alcuni settori, dall’altra ci sono situazioni in cui l’uso è di breve durata senza che ci sia un riutilizzo o un riciclaggio efficiente. Perché il ciclo della plastica diventi circolare, occorre trovare delle soluzioni

alla crescente produzione di rifiuti di plastica e alla dispersione di rifiuti in ambiente, inoltre a tale fine, è fondamentale che ne venga promosso il riutilizzo, riparazione, oltre alla promozione di materiali più sostenibili (Direttiva UE 2019/904, 5 giugno 2019).

Viene specificato nella direttiva che questa, dovrebbe riguardare esclusivamente gli oggetti monouso più rinvenuti sulle spiagge, gli attrezzi da pesca in plastica e prodotti in plastica degradabile, cioè capace di frammentarsi in parti più piccole. Gli oggetti in plastica monouso sono: “prodotti di plastica generalmente destinati a essere utilizzati una volta sola oppure per un breve periodo di tempo prima di essere gettati, comprese le salviette umidificate per l’igiene personale e per uso domestico”.

Gli oggetti in plastica monouso maggiormente presenti sulle spiagge sono:

1. Tappi e coperchi in plastica di contenitori per bevande e bottiglie per bevande: Possono essere immessi sul mercato quelle bottiglie in cui il coperchio rimane attaccato al contenitore. È opportuno, pertanto, introdurre requisiti che prevedano un contenuto minimo obbligatorio di plastica riciclata nelle bottiglie per bevande. A partire dal 2025, le bottiglie per alcune bevande fabbricate con polietilene tereftalato come componente principale («bottiglie in PET») dovranno contenere almeno il 25 % di plastica riciclata, a partire dal 2030, almeno il 30 %. È necessario promuovere sistemi di raccolta differenziata più efficaci.
2. Filtri di prodotti del tabacco: nella direttiva viene spiegato che sono il secondo rifiuto più frequentemente trovato sulle spiagge, ma dice solo di ridurre l’impatto con sensibilizzazione e che i produttori hanno responsabilità e innovazioni che portino allo sviluppo di alternative sostenibili ai prodotti del tabacco con filtri contenenti plastica. Oltre a coprire almeno i costi di sensibilizzazione e rimozione.
3. Gli attrezzi da pesca sono il 27% degli oggetti in plastica rinvenuti sulle spiagge. Anche in questo caso l’obiettivo è quello di sensibilizzare al corretto smaltimento anche dando incentivi finanziari destinati ai pescatori per indurli a riportare a terra gli attrezzi da pesca dismessi onde evitare di pagare potenziali aumenti dei contributi indiretti sui rifiuti. Mentre i produttori hanno la responsabilità di coprire i costi della raccolta differenziata dei rifiuti dei suddetti attrezzi quando sono dismessi e conferiti a impianti portuali di raccolta adeguati, nonché i costi del successivo trasporto e trattamento.

Come da direttiva, viene vietata l’immissione sul mercato dei seguenti prodotti:

- Bastoncini cotonati
- Posate (forchette, coltelli, cucchiari, bacchette)
- Piatti
- cannuce
- agitatori per bevande
- aste da attaccare a sostegno dei palloncini, tranne i palloncini per uso industriale o altri usi e applicazioni professionali che non sono distribuiti ai consumatori, e relativi meccanismi
- contenitori per alimenti in polistirene espanso, ossia recipienti quali scatole con o senza coperchio, usati per alimenti pronti ad essere consumati nell’immediato
- contenitori per bevande in polistirene espanso e relativi tappi e coperchi

- tasse per bevande in polistirene espanso e relativi tappi e coperchi

Devono inoltre essere monitorati i livelli di rifiuti marini nell'Unione, questi dati devono essere comunicati alla Commissione che, entro il 3 luglio 2027, procede a una valutazione della presente direttiva, per rivedere l'elenco dei prodotti monouso e osservare le variazioni nei materiali usati per prodotti monouso.

1.5.4 Strategia dell'UE per la Biodiversità 2030

La commissione europea definisce la strategia dell'UE sulla biodiversità 2030 come un piano globale, a lungo termine per proteggere la natura e invertire il degrado degli ecosistemi, in particolare quelli con il maggior potenziale di stoccaggio del carbonio. La strategia mira alla ripresa della biodiversità entro il 2030 e contiene azioni e impegni specifici.

La strategia mira a rafforzare la resilienza delle nostre società a minacce future, quali:

- cambiamenti climatici
- incendi boschivi
- insicurezza alimentare
- malattie, anche proteggendo la fauna selvatica e combattendo il commercio illegale di specie selvatiche

Nella strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030, l'UE e i suoi Stati membri si sono impegnati ad attuare oltre 100 azioni entro il 2030. Si può osservare l'avanzamento dei progressi nel tracker della commissione europea, qui tra gli obiettivi che riguardano la protezione del mare troviamo:

Obiettivo 1 - Proteggere giuridicamente almeno il 30 % della superficie terrestre e almeno il 30 % della superficie marina dell'unione e integrare corridoi ecologici nell'ambito di una vera rete naturalistica transeuropea. L'indicatore di copertura delle aree protette misura la percentuale di acqua marina tutelata da aree protette e considera sia le aree marine protette che i siti Natura 2000. Attualmente la copertura europea è al 12.1 % e bisogna arrivare al 30% entro il 2030 (l'Italia è solo al 6,9%).

Obiettivo 2 - Proteggere rigorosamente almeno un terzo delle aree protette dell'UE, comprese tutte le rimanenti foreste primarie e antiche dell'UE.

Obiettivo 3 - Gestire efficacemente tutte le aree protette, definendo obiettivi e misure di conservazione chiari e monitorandoli in modo appropriato.

Obiettivo 15 - Gli impatti negativi sulle specie e sugli habitat sensibili, anche sui fondali marini attraverso le attività di pesca ed estrazione, sono ridotti per raggiungere un buono stato ecologico.

Sempre all'interno di questa strategia, la Commissione ha inoltre proposto la prima legge dell'UE sul ripristino della natura, che comprende un obiettivo generale per il recupero a lungo termine della natura nelle zone terrestri e marine dell'UE, con obiettivi di ripristino per habitat e specie specifici.

1.5.5 La Legge italiana “Salvamare”

La legge è entrata in vigore a giugno 2022, con l’obiettivo di contribuire al risanamento dell’ecosistema marino e alla promozione dell’economia circolare, nonché alla sensibilizzazione della collettività per la diffusione di modelli comportamentali virtuosi volti alla prevenzione dell’abbandono dei rifiuti in mare, nei laghi, nei fiumi e nelle lagune e alla corretta gestione dei rifiuti medesimi (D.L.n.60, 17 maggio 2022).

Oltre alle finalità la legge enuncia:

- le modalità di gestione dei rifiuti accidentalmente pescati (RAP)
- lo svolgimento di campagne di pulizia finalizzate alla raccolta dei rifiuti volontariamente raccolti (RVR). Tra i soggetti promotori delle campagne di pulizia troviamo: gli enti gestori delle aree protette, le associazioni ambientaliste, le associazioni dei pescatori, le cooperative e le imprese di pesca, le associazioni di pescatori sportive e ricreative, le associazioni sportive di subacquei e diportisti, le associazioni di categoria, i centri di immersione e di addestramento subacqueo, i gestori degli stabilimenti balneari, gli enti del Terzo settore, le organizzazioni non lucrative di utilità sociale, le associazioni di promozione sociale, le fondazioni e le associazioni con finalità di promozione, tutela e salvaguardia dei beni naturali e ambientali e gli altri soggetti individuati dall’autorità competente.
- gestione delle biomasse vegetali spiaggiate.
- misure sperimentali nei corsi d’acqua dirette alla cattura dei rifiuti galleggianti. Si affida al Ministero della transizione ecologica (MiTE) l’avvio di un programma sperimentale triennale di recupero delle plastiche nei fiumi
- monitoraggio e controllo dell’ambiente marino
- informazione e sensibilizzazione
- promozione, nelle scuole di ogni ordine e grado, di attività volte a rendere consapevoli dell’importanza della conservazione dell’ambiente e delle corrette modalità di conferimento dei rifiuti
- Istituzione della giornata del mare
- riconoscimento ambientale a imprenditori ittici, nonché a possessori di imbarcazioni non esercenti attività professionale, per il conferimento di RAP e RVR
- criteri relativi al contenimento dell’impatto sull’ambiente derivante dalle attività di acquacoltura e di piscicoltura
- al fine di coordinare l’azione di contrasto dell’inquinamento marino, anche dovuto alle plastiche, di ottimizzare l’azione dei pescatori per le finalità della presente legge e di monitorare l’andamento del recupero dei rifiuti conseguente all’attuazione della presente legge, garantendo la diffusione dei dati e dei contributi - prevede l’istituzione, presso il MiTE, di un tavolo interministeriale di consultazione permanente

1.6 Obiettivo dello studio

Come ribadisce la Commissione Europea ogni anno milioni di tonnellate di rifiuti finiscono in oceano, creando problemi ambientali, economici e di salute. Questo avviene per diversi motivi, come ad esempio una scarsa gestione dei rifiuti e delle acque reflue, mancanza di infrastrutture e di consapevolezza sulle conseguenze delle nostre azioni. Nelle strategie europee, pertanto, è fondamentale prendere in considerazione:

- Composizione dei rifiuti
- Quantità e distribuzione spaziale dei rifiuti anche di dimensioni minori (micro litter) lungo le coste, in colonna d'acqua e sul fondale
- Rifiuti ingeriti da organismi marini o specie che interagiscono con i rifiuti non direttamente ma indirettamente e ne rimangono colpiti a causa di imbrigliamento che può portare anch'esso a mortalità

Per perseguire gli obiettivi di tutela dell'ambiente, la commissione europea utilizza come strumento il programma di finanziamento "LIFE". Nell'ambito del progetto LIFE CONCEPTU MARIS, ho partecipato all'attività di monitoraggio di mega-fauna e "macro floating litter" coordinata dall'università di Torino, che si occupa dal 2014 di monitorare il mar Adriatico e Ionio.

In questo studio, il periodo considerato è il decennio 2014-2024. I dati quantitativi e qualitativi relativi ai vari rifiuti galleggianti e agli avvistamenti della tartaruga marina comune della regione ADRION (mar Adriatico e mar Ionio) sono stati analizzati per i due periodi della Direttiva Habitat e per ogni stagione dei due periodi.

Obiettivo dello studio è evidenziare possibili variazioni temporali e/o stagionali nella distribuzione e nella quantità di rifiuti trovati in mare, anche in relazione all'emanazione delle leggi Single-Use Plastic e "salvamare". Infine, la presenza di rifiuti è analizzata in relazione a quella di *C. caretta*.

1.6.1 Area di studio: la regione ADRION

Il mar Adriatico è un sottobacino semichiuso del mar Mediterraneo, ha una ampiezza di 200 km e una lunghezza di 800 km. È suddiviso in tre parti:

- nord adriatico, ha una profondità media molto bassa, di circa 30m;
- centro adriatico, caratterizzato da una depressione, la fossa di Pomo, dove si raggiungono profondità di 270m;
- sud adriatico, dove si trova un'altra fossa, qui si raggiungono profondità maggiori, fino ad arrivare a circa 1270 m.

La parte occidentale del bacino è caratterizzata da coste prevalentemente sabbiose, mentre quella orientale da coste rocciose.

Nella zona nord adriatica sfocia il fiume Po, la cui variabilità della portata influenza profondamente la salinità superficiale di questa zona dell'Adriatico. (Russo & Artegiani, 1996)

Il mar Adriatico è soggetto a fenomeni di eutrofizzazione, si è verificato un picco proprio intorno agli anni '80, questo, insieme alla pesca è stata probabilmente la causa dei bloom di meduse, maree rosse, anossia sul fondo con mortalità di massa di organismi bentonici ed episodi di mucillagine molto frequenti (Coll, Marta, et al. 2010).

Sono presenti zone di upwelling delle acque profonde, che portano in superficie acqua fredda e ricca di nutrienti, questo fenomeno caratterizza la costa orientale del bacino, che risulta essere anche la parte più produttiva con effetti positivi sulle attività di pesca. Questo fenomeno è causato dalla Bora un vento che soffia da nord-est (Russo & Artegiani, 1996).

Temperature più basse nel nord Adriatico sono spiegate dalla Bora e dalla distanza dall'equatore. La Bora è un vento molto potente, freddo e secco proveniente da nord est che durante il periodo invernale, porta ad evaporazione e perdita di calore contribuendo alla formazione di acque dense profonde adriatiche. In estate la SST dell'adriatico meridionale aumenta da east a ovest, con acque fredde e upwelling lungo la costa orientale e acque più calde lungo quella occidentale (Shaltout & Omstedt, 2014).

Il mar Adriatico e il mar Ionio comunicano tramite il canale d'Otranto. La principale corrente superficiale è ciclonica, (Fig. 11) con una corrente in entrata che percorre la parte orientale del bacino verso nord (EAC) e una corrente in uscita verso sud, che scende lungo la parte occidentale (WAC) (Kalimeris & Kassis, 2020).

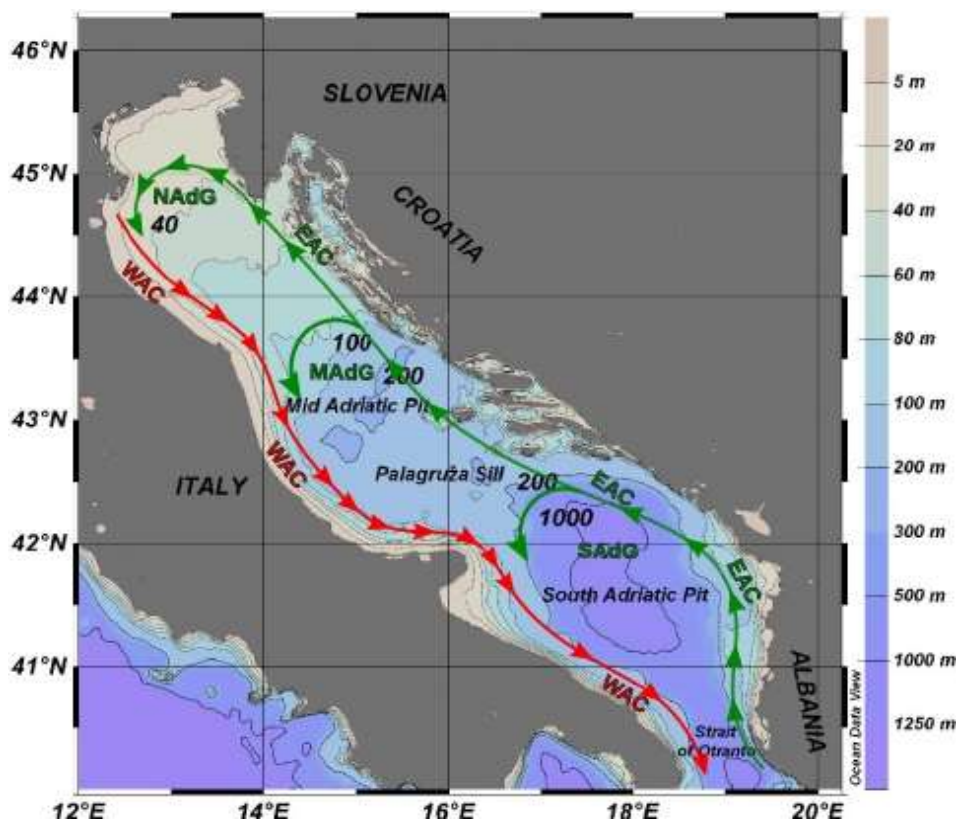


Fig. 11 La Eastern Adriatic Current in verde e la Western Adriatic Current in rosso

Il mar Ionio è il mare più profondo del Mediterraneo, con zone che vanno oltre i 4500 m di profondità. Si trova al centro tra i mari: Tirreno, Adriatico, Egeo e Levante. Qui troviamo sia LSW (Levantine Surface Water) una massa d'acqua proveniente dal bacino di levante, più calda e salata; che la AW (Atlantic Water) proveniente dall'Atlantico meno salata e fredda. A queste si aggiunge anche la AdSW (Adriatic Surface Water) proveniente dall'adriatico, che mescolandosi con la AW, origina la ISW (Ionian Surface Water). (Fig.12) Nel mar Ionio si alternano periodi di circolazione ciclonica con periodi a prevalenza anticiclonica (Kalimeris & Kassis, 2020).

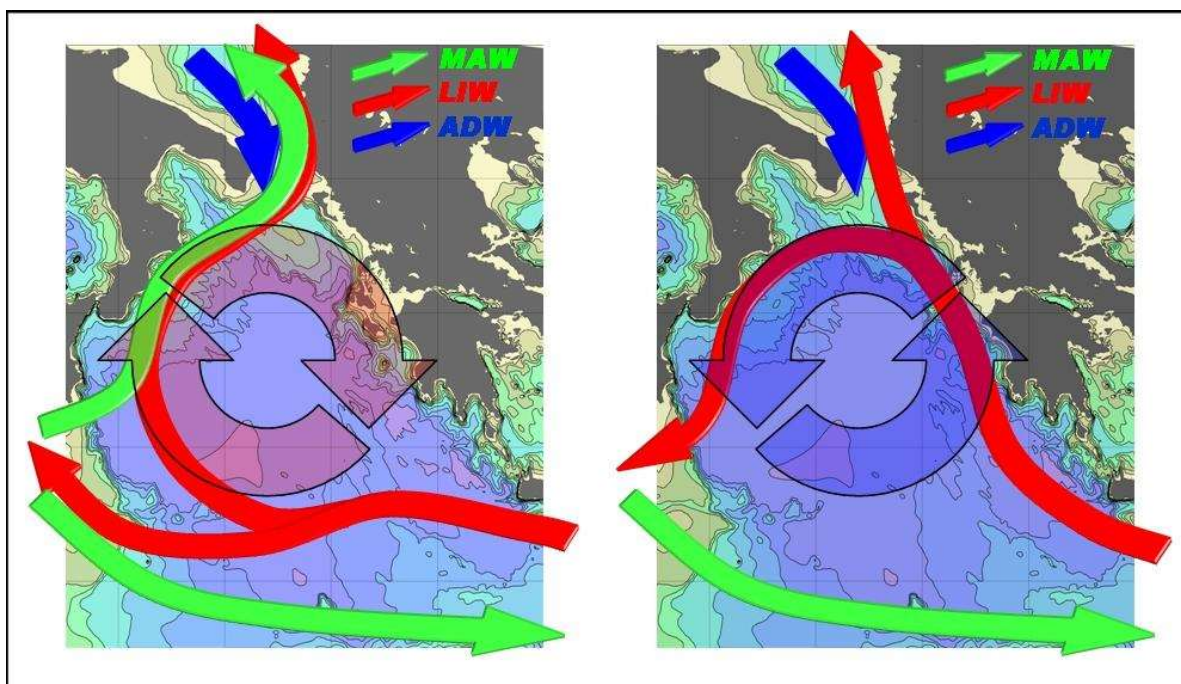


Fig.12 A sinistra il vortice anticiclonico in cui la corrente atlantica (verde) raggiunge la parte più a nord dello Ionio e sud dell'Adriatico, portando ad un calo della salinità e della densità delle acque profonde adriatiche, questo causa un indebolimento della circolazione anticiclonica che si inverte in ciclonica. A destra invece il vortice ciclonico in cui la corrente atlantica circola direttamente nel bacino di Levante, mentre in Adriatico entra l'acqua dal bacino di Levante (rosso) che aumenta la salinità e la densità della corrente più profonda dell'Adriatico portando ad una inversione della circolazione da ciclonica ad anticiclonica.

2. MATERIALI E METODI

Per l'attività di ricerca sono stati utilizzati i traghetti di linea come piattaforme di osservazione di:

- Mega e macro-fauna marina
- Traffico marittimo
- Macro-rifiuti marini galleggianti
- eDNA
- Dati ambientali

Nell'ambito del Progetto CONCEPTU MARIS, i monitoraggi vengono condotti lungo 16 transetti transfrontalieri facenti parte del FLT-MED (FIXED LINE TRANSECT MEDITERRANEAN) coordinato da ISPRA e distribuiti all'interno del cosiddetto core centrale (Tirreno centrale, canale di Sardegna e stretto di Sicilia), del santuario Pelagos, la regione ADRION e lungo il corridoio spagnolo di migrazione dei cetacei.

Ogni transetto è gestito da una organizzazione diversa (Fig.13):

- EcoOcéan Institute: Toulon-Bastia; Toulon-Ajaccio; Toulon-Alcúdia
- CIMA Research Foundation: Savona-Bastia; Nice-Île Rouse/Bastia; Livorno-Bastia; Livorno-Golfo Aranci
- ISPRA: Civitavecchia-Barcellona
- Università di Valencia: Valencia – Ibiza; Valencia – Palma de Mallorca
- AMP Capo Carbonara: Cagliari – Palermo
- Università di Palermo: Palermo - Tunis
- Stazione Zoologica Anton Dohrn: Napoli – Palermo; Palermo – Salerno; Salerno – Salerno (loop)
- Università di Torino: Ancona – Patras

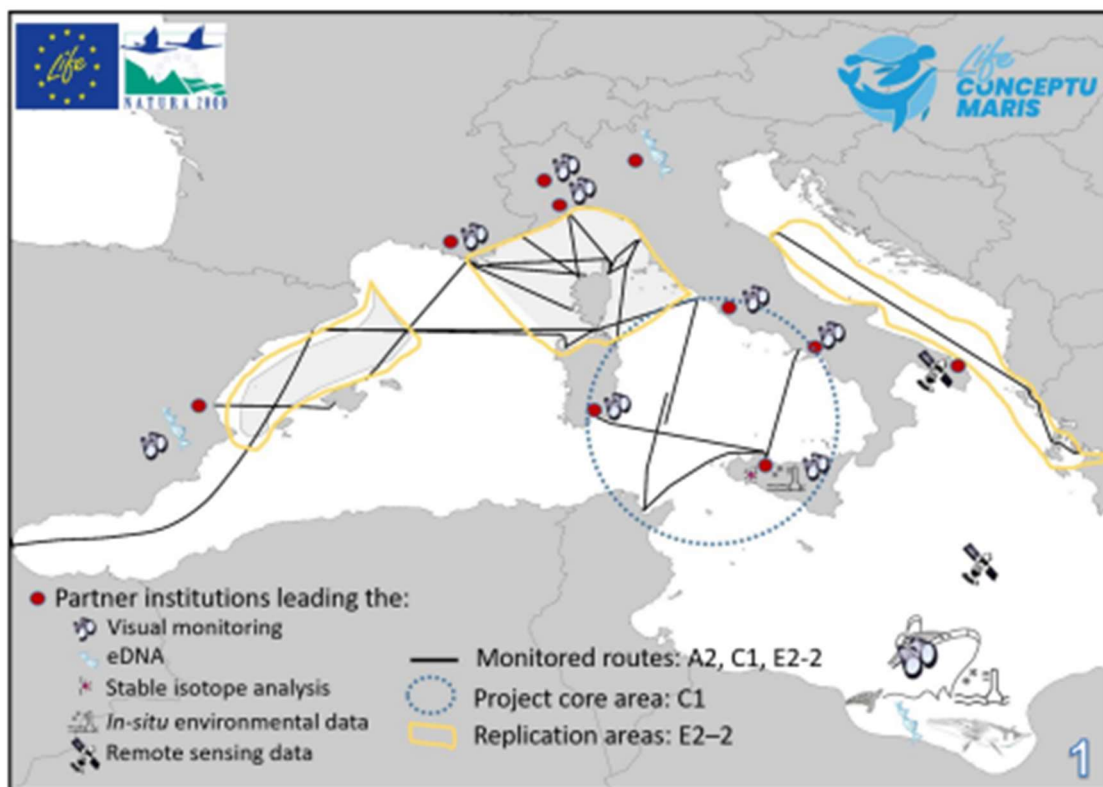


Fig.13 Le tratte del progetto gestite da vari enti.

I dati utilizzati per questo progetto di tesi sono stati raccolti lungo il transetto Ancona-Igoumenitsa-Patrasso.

2.1 Raccolta dei dati

Da dicembre 2014 a dicembre 2023, il monitoraggio è avvenuto tramite l'utilizzo di traghetti di linea, nel corso di tutto l'anno solare, almeno 5 volte per ogni stagione.

Il materiale utilizzato per la raccolta dati consiste in:

- Due GPS (uno adibito al monitoraggio del biota e l'altro per i rifiuti) con pile ricaricabili di riserva
- Binocolo (uno per osservatore)
- Righello per misurare la distanza osservatore – animale (oppure binocolo graduato)
- Clinometro per fissare l'ampiezza della striscia di monitoraggio dei rifiuti
- Metro a nastro
- Due goniometri

- Nastro adesivo
- Macchina fotografica
- Schede di raccolta dati
- Catalogo fotografico dei rifiuti e di cetacei e tartarughe
- Elenco con le categorie dei rifiuti
- Foglio Excel per il calcolo dell'ampiezza della striscia di monitoraggio dei rifiuti
- Tablet con applicazione dedicata per la raccolta digitale di dati

Gli osservatori a bordo devono essere quattro, di cui tre adibiti al monitoraggio del biota, in particolare macro e mega fauna e del traffico marittimo e uno al monitoraggio dei rifiuti. Questi si posizionano sulle alette laterali del ponte di comando, a destra e a sinistra. Per mantenere alta la soglia di concentrazione gli osservatori ruotano in modo da cambiare posizione, ogni 1-2 ore. Gli osservatori perlustrano l'intera area di studio ad occhio nudo e solo quando c'è necessità di confermare l'identificazione di una specie utilizzano il binocolo o la fotocamera.

I GPS permettono di registrare l'intera traccia del tragitto percorso e la posizione esatta di particolari punti salvati e identificati con codici specifici inseriti anche sulle schede di raccolta dati, corrispondenti a variazioni del meteo, informazioni sul traffico navale e sull'avvistamento di fauna e rifiuti. Le schede di raccolta dati utilizzate a bordo sono fornite dal seguente protocollo ISPRA.

Prima di iniziare ogni monitoraggio si accende il GPS e si attende che rilevi il segnale, nel frattempo si dispone il materiale che occorre per il monitoraggio come binocoli, penne, schede di raccolta dati e si inizia la compilazione di queste ultime con le informazioni generali. All'inizio di ogni monitoraggio si marca il punto GPS inserendo "BEG" nelle note del GPS e si annota il codice GPS e altre informazioni sulla scheda meteo (Fig.14); dopodiché si marca un altro punto GPS inserendo "NAV" nelle note del GPS e si annota il codice e altre informazioni nella scheda sul traffico marittimo (Fig. 16); infine si imposta un allarme ogni 60 minuti per ricordarsi di compilare la scheda sul traffico navale con le informazioni sull'assenza di cetacei.

NOTA: I dati vengono raccolti in tutte le condizioni meteorologiche, ma in fase di analisi vengono considerati solo quelli corrispondenti a buone condizioni (scala Beaufort ≤ 3).

Sono presenti diverse schede per ogni tipo di informazione che si deve raccogliere, quindi dati su: meteo, traffico navale, avvistamento cetacei, avvistamento tartarughe e altre specie, avvistamento rifiuti e avvistamento tartarughe e altre specie nella fascia litter.

Condizioni meteorologiche

Prima di iniziare ogni monitoraggio si compila questa scheda con le informazioni generali che riguardano: il codice del transetto, la data, il nome del traghetto e gli osservatori. Una volta svolti i passaggi di preparazione alla attività, si inizia il monitoraggio; quindi, premendo "mark" si marca il punto sul GPS, con questa azione il GPS ci fornisce un codice alfanumerico che andrà annotato nella prima colonna della scheda, per salvare il codice sul GPS basterà premere "enter". Sempre sul GPS inoltre è fondamentale aggiungere nelle note le informazioni sul punto di inizio, fine, stop e start. In questa scheda verranno usate le seguenti abbreviazioni da inserire nelle note del GPS e nella prima

colonna effort della scheda sulle condizioni meteo: BEG= punto di inizio del monitoraggio, END = punto di fine del monitoraggio, STOP= punto in cui si interrompe il monitoraggio, START= punto in cui si riprende il monitoraggio interrotto e MET= punto in cui cambiano le condizioni meteo. Successivamente si aggiunge:

- l'ora locale
- lo stato del mare indicato dalla scala Beaufort basandosi sulla velocità del vento reale e sullo stato del mare (Fig.15)
- la direzione da cui proviene il vento
- la presenza o meno della pioggia e il tipo: mist, fine, drizzle (in caso di pioggia molto forte, valutare l'eventuale l'interruzione del monitoraggio)
- il livello di visibilità: ottimale, buono, medio e scarso
- la percentuale di copertura delle nuvole.
- la rotta, solitamente indicata con HDG sugli schermi annotando il numero senza cifre dopo la virgola
- la velocità espressa in nodi (Kn) indicata sugli schermi come SPD

Le colonne della latitudine e longitudine sono da compilare solo nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del GPS, queste si possono leggere direttamente dagli schermi di comando e riportarle qui in gradi e minuti decimali, fino a tre cifre dopo la virgola.

Qualsiasi altro tipo di informazione può essere annotata nelle note.

Weather conditions Meteo data collection sheet													
Transect CODE			Date		Ship name					Observers			
GPS CODE	Time (local)	Effort	Sea state	Wind direction	Rain	Visibility	Cloud cover	Route	Speed	Latitude (only if GPS is not working)	Longitude (only if GPS is not working)	Note	
		BEG = beginning effort STOP = stop effort START = start effort END = end effort			Mist Fine Drizzle	OPT mus Good Mean Scarce	%				Y	X	

Fig. 14 Scheda meteo.

Wind Force	Description	Wind Speed		Specifications	Probable Wave Height		Sea State
		km/h	knots		metres	Max	
0	Calm	<1	<1	Smoke rises vertically. Sea like a mirror	--	--	0
1	Light Air	1-5	1-3	Direction shown by smoke drift but not by wind vanes. Sea rippled	0.1	0.1	1
2	Light Breeze	6-11	4-6	Wind felt on face; leaves rustle; wind vane moved by wind. Small wavelets on sea	0.2	0.3	2
3	Gentle Breeze	12-19	7-10	Leaves and small twigs in constant motion; light flags extended. Large wavelets on sea	0.6	1.0	3
4	Moderate Breeze	20-28	11-16	Raises dust and loose paper; small branches moved. Small waves, fairly frequent white horses	1.0	1.5	3-4
5	Fresh Breeze	29-38	17-21	Small trees in leaf begin to sway; crested wavelets form on inland waters. Moderate waves, many white horses	2.0	2.5	4
6	Strong Breeze	38-49	22-27	Large branches in motion; whistling heard in telegraph wires; umbrellas used with difficulty. Large waves, extensive foam crests	3.0	4	5
7	Near Gale	50-61	28-33	Whole trees in motion; inconvenience felt when walking against the wind. Foam blown in streaks across the sea	4.0	5.5	5-6
8	Gale	62-74	34-40	Twigs break off trees; generally impedes progress. Wave crests begin to break into spindrift	5.5	7.5	6-7
9	Strong Gale	75-88	41-47	Slight structural damage (chimney pots and slates removed). Wave crests topple over, spray affects visibility	7.0	10.0	7
10	Storm	89-102	48-55	Seldom experienced inland; trees uprooted; considerable structural damage. Sea surface largely white	9.0	12.5	8
11	Violent Storm	103-117	56-63	Very rarely experienced; accompanied by widespread damage. Medium-sized ships lost to view behind waves. Sea covered in white foam, visibility seriously affected	11.5	16.0	8
12	Hurricane	118+	64+	Devastation. Air filled with foam and spray, very poor visibility	14+	---	9

Fig. 15 La scala Beaufort per dedurre lo stato del mare.

Traffico marittimo

Prima di iniziare ogni monitoraggio si compila questa scheda con le informazioni generali che riguardano: il codice del transetto, la data, il nome del traghetto e gli osservatori. Una volta svolti i passaggi di preparazione alla attività, si inizia il monitoraggio; quindi, premendo “mark” si marca il punto sul GPS, con questa azione il GPS ci fornisce un codice alfanumerico che andrà annotato nella prima colonna della scheda (Fig. 16), nelle note si aggiunge l’abbreviazione NAV = punto di monitoraggio del traffico navale in assenza di cetacei e per salvare il codice sul GPS basterà premere “enter”. In caso di presenza di cetacei, si marca il punto GPS, si annota il codice GPS nella prima

colonna e lo stesso codice si annoterà anche nella prima colonna della scheda di avvistamento cetacei, (Fig. 17) in questo caso si annota sul GPS l'abbreviazione AVV, infine si preme "enter" per salvare. In caso di assenza di cetacei si monitora il traffico navale ogni 60 minuti. Tra un punto di assenza e uno di presenza bisogna tenere almeno 15 min; trascorsi 60 min da un punto di presenza, se non si avvistano cetacei si marca il punto e si segna l'assenza di cetacei. I dati sul traffico navale vengono raccolti anche al termine del monitoraggio. Altre informazioni da inserire nella scheda oltre al codice GPS sono:

- il dato sulla presenza o assenza di cetacei (P oppure A)
- l'ora locale
- informazioni sulle imbarcazioni; quindi, quante imbarcazioni per ogni tipo (piccola, media, grande) si osservano all'interno delle due miglia nautiche da entrambi i lati della nave e quante per ogni tipo si osservano al di fuori delle due miglia nautiche sempre da entrambi i lati. Il tipo di imbarcazione viene discriminato per la sua dimensione: imbarcazioni piccole (< 5 m); medie (5 m < x < 20 m) specificando se sono a motore, barche a vela o pescherecci; grandi (> 20 m).

Le colonne della latitudine e longitudine sono da compilare solo nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del GPS, queste si possono leggere direttamente dagli schermi di comando e riportarle qui in gradi e minuti decimali, fino a tre cifre dopo la virgola.

Se non sono presenti imbarcazioni si prende comunque il punto GPS, si annota la presenza o assenza di cetacei e l'ora, ma si barra la riga corrispondente alle informazioni sulle imbarcazioni.

Qualsiasi altro tipo di informazione può essere annotata nelle note.

Maritime traffic Naval data collection sheet																
Transect CODE		Date		Ship name					Observers							
GPS CODE	Cetacean Presence Absence	Time (local)	< 2 NM					> 2 NM					Ship position (only if GPS is not working)		Note	
			Small		Medium		Big	Small		Medium		Big	Lat (Y)	Long (X)		
			< 5m	5m < X < 20m	> 20m	< 5m	5m < X < 20m	> 20m	Motor	Sailing	Fishing					

Fig. 16 Scheda di monitoraggio del traffico navale. Tale scheda raccoglie informazioni sul tipo di imbarcazioni e sulla loro distanza dal tragheto.

Avvistamento cetacei

Prima di iniziare ogni monitoraggio si compila questa scheda con le informazioni generali che riguardano: il codice del transetto, la data, il nome del tragheto e gli osservatori. Una volta svolti i passaggi di preparazione alla attività, si inizia il monitoraggio. Si scruta l'area di studio ad occhio nudo e se si nota qualcosa si approfondisce col binocolo. Ci si volta ad osservare dietro solo occasionalmente per evitare errori sul conteggio di un avvistamento. Quando viene avvistato un cetaceo, si marca subito il punto GPS premendo il pulsante "mark" sul GPS, si annota il codice GPS nella prima colonna della relativa scheda (Fig.17) e lo stesso codice si annoterà anche nella prima

colonna della scheda sul traffico navale, in questo caso si annota sul GPS l'abbreviazione AVV, infine si preme "enter" per salvare. Nel frattempo, chi per primo ha avvistato l'animale continua a guardarlo e con l'aiuto degli altri osservatori raccoglierà le informazioni da inserire successivamente nella scheda (Fig. 17).

Altre informazioni da inserire nella scheda oltre al codice GPS sono:

- l'orario;
- il lato in cui viene avvisato l'animale L (sinistra), R (destra), O (di fronte);
- il nome dell'osservatore che per primo ha avvistato l'animale;
- l'acronimo della specie avvistata (per esempio: Sc per *Stenella coeruleoalba*). Se non si riesce ad identificare l'animale si annota U.S., "unidentified species" seguito dalla lettera S= specie di delfini di piccole dimensioni; M = cetacei di medie dimensioni; L= cetacei di grandi dimensioni;
- il numero di individui avvistati. Se si è sicuri del numero individuato lo si inserisce nella colonna BEST, se invece non si è in grado di definire il numero esatto, come nel caso di grandi gruppi, si inserisce nella colonna MIN il numero di individui contati e in MAX una stima del massimo numero di individui presenti;
- la presenza di giovanili, in tal caso si inserisce il numero altrimenti si lascia vuoto;
- la distanza in metri tra il traghetto e l'animale utilizzando il range stick o in alternativa il clinometro;
- l'angolo tra la direzione del traghetto e la posizione dell'animale avvistato utilizzando il goniometro;
- l'angolo della direzione di nuoto utilizzando i punti cardinali;
- la risposta alla piattaforma di osservazione. Inserendo una x nella colonna APP se l'animale cerca di avvicinarsi al traghetto; ESC se l'animale cerca di fuggire o si reimmerge rapidamente e IND se mostra indifferenza e non cambia comportamento;
- il comportamento, utilizzando la lista in fondo alla scheda (Fig. 18);
- le foto, se sono state fatte, per confermare la specie avvistata;
- informazioni su eventi di collisione. Si inserisce una x in questa colonna se l'animale è stato avvistato davanti al traghetto ad una distanza inferiore ai 50 m o lateralmente ad una distanza inferiore ai 25 m, senza che abbia mostrato comportamenti di approccio o evidenza dell'accorgersi della presenza della nave;
- eDNA. Si inserisce una x in questa colonna se sono stati presi campioni di acqua al momento dell'avvistamento.

Le colonne della latitudine e longitudine sono da compilare solo nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del GPS.

Cetaceans Sightings Data collection sheet																				
Transect CODE		Date		Ship name					Observers											
GPS CODE	Time (local)	Ship position (only if GPS is not working)		Side	Obs	Species	N° Tot			N° Juv	Distance	Angle	Swimming direction	Response to the obs plat			Behaviour	Ph	Collision or Near collision	e-DNA
		Lat (Y)	Long (X)				Min	Max	Best			(0-180°)	(0-360°)	App	Esc	Ind				

Fig. 17 Scheda di avvistamento cetacei. Tale scheda raccoglie informazioni sul tipo di cetaceo avvistato, il numero, la direzione, la distanza, il comportamento.

Behaviour	Superficial	Speed	Progress	Direction	Type	Group association
T: Traveling	HL: Half Leap	Slow	Straight	Same	Males	(i.e. 2+2; 2+2+1)
R: Resting	FL: Full Leap	Normal	Irregular	Different	Fem/juv	
P: Playing	DF: Dorsal Fin	Fast	None	Circle	Mother/calves	
FW: Feeding Wild	SU: Surfing	Porpoising	Zig-zag		Unknown	
FN: Feeding Net	BL: Blow	Floating				
M: Mating	BR: Breach					
UN: Unknown	SH: Spyhopp					

Fig. 18 Lista informazioni aggiuntive: comportamento, velocità, progressione, se l'animale mantiene la stessa direzione oppure no, il sesso, lo stadio dello sviluppo, se sono presenti associazioni.

Avvistamento tartarughe marine e altre specie

Prima di iniziare ogni monitoraggio si compila questa scheda con le informazioni generali che riguardano: il codice del transetto, la data, il nome del traghetto e gli osservatori. Una volta svolti i passaggi di preparazione alla attività, si inizia il monitoraggio. Si scruta l'area di studio ad occhio nudo e se si nota qualcosa si approfondisce col binocolo. Ci si volta ad osservare dietro solo occasionalmente per evitare errori sul conteggio di individui di un avvistamento. Quando viene avvistata una tartaruga o un'altra specie, si marca subito il punto GPS premendo il pulsante "mark", si annota il codice GPS nella prima colonna e sul GPS si inserisce nelle note l'abbreviazione OS (Other Species), infine si preme "enter" per salvare. Nel frattempo, chi per primo ha avvistato l'animale continua a guardarlo e con l'aiuto degli altri osservatori raccoglie le informazioni da inserire successivamente nella scheda (Fig. 19).

Altre informazioni da inserire nella scheda oltre al codice GPS sono:

- l'orario;
- il lato in cui viene avvisato l'animale L (sinistra), R (destra), O (di fronte);
- il nome dell'osservatore che per primo ha avvistato l'animale;
- il nome della specie avvistata o almeno l'ordine, se non si riesce a identificare l'animale si annota ND;
- il numero di individui avvistati;

- la presenza di giovanili, in tal caso si inserisce il numero altrimenti si lascia vuoto;
- lo stadio vitale solo per *C.caretta* sulla base delle sue caratteristiche morfologiche: EJ (early juvenile), LJ (late juvenile), AD (adulto) (Fig. 20);
- il sesso, solo per *C.caretta*. si inserisce M (male) oppure Un (unknow) (Fig. 20);
- la distanza in metri tra il traghetto e l'animale utilizzando il range stick o in alternativa il clinometro;
- l'angolo tra la direzione del traghetto e la posizione dell'animale avvistato utilizzando il goniometro;
- l'angolo della direzione di nuoto/ volo utilizzando i punti cardinali;
- la risposta alla piattaforma di osservazione: inserendo una x nella colonna ESC se l'animale cerca di fuggire o si reimmerge rapidamente e IND se mostra indifferenza e non cambia comportamento;
- informazioni su eventi di collisione: si inserisce NC se l'animale avvistato in prossimità della nave viene intrappolato dal vortice generato dalla nave ma rimane su un fianco a galla; LC se l'animale scompare sotto la prua e non riemerge;
- il comportamento: annotare il maggior numero di comportamenti possibile presenti nella lista in fondo alla scheda (Fig. 20);
- informazioni sull'imbrigliamento o intrappolamento dell'animale in rifiuti marini;
- le foto, se sono state fatte, per confermare la specie avvistata;

Le colonne della latitudine e longitudine sono da compilare solo nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del GPS.

Sea turtles and other species sightings
Data collection sheet

Transect CODE		Date		Ship name							Observers									
GPS CODE	Time (local)	Ship position (only if GPS is not working)		Side	Obs	Species	N° Tot	N° Juv	Life stage	Sex	Distance	Angle	Swimming direction / orientation	Response to the obs pbt		Near collision Likely collision	Behaviour	Entangled	Note	Ph
		Lat (Y)	Long (X)									(0-180°)	(0-360°)	Esc	Ind					

Fig. 19 Scheda di avvistamento tartarughe e altre specie. Tale scheda raccoglie informazioni sul tipo di animale avvistato, il numero, la direzione, la distanza, il comportamento, sesso e stadio vitale

Behaviour S: Swimming R: Resting B: Breathing M: Mating F: Feeding U: Unknown	Sea turtle species Cc: <i>Caretta caretta</i> Cm: <i>Chelonia mydas</i> Dc: <i>Dermochelys coriacea</i> Life stages SeaTurtle (morphological features, for <i>Caretta caretta</i> only) EJ - Early Juvenile : carapace with irregular, jagged margins, dark brown/reddish brown, dorsal plates with spines, reduced head size, carapace size approximately < 40 cm LJ - Late Juvenile : jagged crest reduced or absent, carapace size between approximately 40 and 70 cm AD - Adult : large head size and well-developed musculature, carapace size approximately > 70 cm	Unidentified species Hs: Hard-Shellled Ss: Soft-Shellled Sex (for adult of <i>Caretta caretta</i> only) M - Male, prominent long tail extending well beyond the carapace Un - Unknown, no tail detected	LC - Likely Coll : the animal disappears under the bow and doesn't reemerge behind NC - Near Coll : the animal is taken by the boat vortex but remains floating on the side	Note : Insert here any additional information regarding the observation, i.g. type of debris in which the animal is entangled, body part entangled, sex, etc..
--	---	--	--	---

Fig. 20 Lista informazioni aggiuntive come il comportamento, il sesso e lo stadio dello sviluppo e altre informazioni.

Avvistamento rifiuti

Per il monitoraggio dei rifiuti galleggianti, l'area sorvegliata deve essere di almeno 25 km²/ stagione (8 km²/ monitoraggio).

Prima di iniziare ogni monitoraggio:

- si sceglie il punto a visibilità maggiore, in cui si riesce ad osservare il mare senza che ci sia troppo riflesso;
- si accende il GPS dedicato al monitoraggio rifiuti e si attende che rilevi il segnale, nel frattempo si dispone il materiale che ci occorrerà per il monitoraggio come binocoli, penne, e si inizia la compilazione della scheda di raccolta dati con le informazioni generali;
- si misura sulla finestra l'ampiezza della striscia (50 m) entro cui fare gli avvistamenti, delimitando con il nastro adesivo il limite superiore e quello inferiore.

Prima di iniziare ogni monitoraggio si compila la scheda specifica (Fig. 21) con le informazioni generali che riguardano: il codice del transetto, la data, il nome del traghetto e degli osservatori, la velocità della nave in nodi, la percentuale di copertura nuvolosa, lo stato del mare secondo la scala di Beaufort, la posizione dell'osservatore, il valore della dimensione minima degli oggetti da rilevare, l'ampiezza della striscia di monitoraggio, l'altezza dell'osservatore rispetto alla superficie del mare (altezza ponte + altezza osservatore) . Una volta svolti i passaggi di preparazione all'attività, si inizia il monitoraggio. All'inizio di ogni monitoraggio si marca il punto GPS inserendo "BEG" nelle note del GPS e si annota il codice GPS e altre informazioni sulla scheda monitoraggio rifiuti (Fig. 21) quindi, premendo "mark" si marca il punto sul GPS, con questa azione il GPS ci fornisce un codice alfanumerico che andrà annotato nella apposita cella della scheda e per salvare il codice sul GPS basterà premere "enter". Sempre sul GPS inoltre è fondamentale aggiungere nelle note le informazioni di inizio, fine, stop e start. In questa scheda verranno usate le seguenti abbreviazioni da inserire nelle note del GPS e nella scheda sui rifiuti: BEG= punto di inizio del monitoraggio, END = punto di fine del monitoraggio, STOP= punto in cui si interrompe il monitoraggio, START= punto in cui si riprende il monitoraggio interrotto e MET= punto in cui cambiano le condizioni meteo. Mentre il codice di inizio e fine con il rispettivo orario vanno annotati in alto nelle caselle adibite della scheda, i codici corrispondenti a START, STOP E MET vengono annotati nelle note della scheda come in figura (Fig. 21).

Durante il monitoraggio, l'operatore osserva e annota tutti gli oggetti di dimensione maggiore di 20cm, che rileva all'interno di una striscia con una larghezza fissa di 50m, come nei metodi che utilizzano transetto a larghezza fissa. Il monitoraggio viene interrotto se lo stato del mare è superiore a 3. Può essere interrotto anche al variare della posizione del sole (STOP).

Ogni volta che vengono avvistati rifiuti viene marcato il punto GPS e segnato il rispettivo codice sulla scheda insieme ad altre informazioni riguardanti l'oggetto ovvero:

- la sua galleggiabilità: positiva (+) se il materiale emerge completamente o in gran parte, negativa (-) se si trova completamente sommerso, neutra (0) se è allineato alla superficie del mare;
- il materiale di cui è composto, inserendo una x nella colonna corrispondente;
- la probabile fonte, quindi lo scopo a cui è riservato il suo utilizzo inserendo l'abbreviazione della categoria indicata sulla scheda;

- se appartiene a una delle categorie più diffuse, anche in questo caso, questa viene indicata;
- se è materiale organico, si indica nella colonna se è materiale terrestre come, ad esempio, tronchi oppure se è marino, come ad esempio alghe, carcasse di animali morti;
- la categoria dimensionale: E=20-30 cm; F= 30-50 cm; G= 50-100 cm; H> 100 cm. Se gli oggetti di dimensione <20 cm sono chiaramente identificabili, possono essere inseriti;
- il colore, specificando se è opaco, trasparente o colorato, in quest'ultimo caso specificare il colore;
- lo stato dell'oggetto, quindi se appare intero o frammentato;
- note, in questa colonna si specifica il codice J (Joint List of marine litter categories, MSFD,2021) a cui corrisponde in modo ancora più specifico il tipo di oggetto trovato (Fig. 22); FAD (Fishing Aggregating Devices); WINDROWS per aggregazioni di schiuma, alghe, plancton che appaiono in superficie; SEA SNOT per la mucillagine; PATCH ovvero chiazze di rifiuti in cui bisogna registrare inizio e fine e dare una stima degli elementi presenti e una media delle loro dimensioni; MET se cambiano le condizioni meteo aggiungendo cosa è cambiato; STOP se si interrompe il monitoraggio; START quando si riavvia.

Le colonne della latitudine e longitudine sono da compilare solo nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del GPS.

Qualsiasi altro tipo di informazione può essere annotata nelle note.

MARINE MACRO FLOATING LITTER DATA COLLECTION SHEET – for FERRY and other LARGE VESSEL

Date		Observer		Type of platform						
Speed		Sea State	% CLOUD COVER	Vessel name						
COD Effort		BEG (lat-long)	Time:							
Minimum Item size class considered		END (lat-long)	Time:							
Strip width		Position of observation: left / right; side / front								
Height of observer eye (deck + observer height)										
Sector(s) of measurements of marine litter's size: limits of the sector(s) in degree ____ A ____° ____ B ____° ____ C ____°										
For observation on the side		Angle(s) in degree for set strip width								
For observation on the front		Width of strip at the window		Distance eye-window (m)						
Cod GPS	Buoyancy	Material Level 1		Use Level 2	Most common items Level 3	Specific item & Note	Nat.	Size ¹	Color	State
		ARTIF. POLYMER	GLASS / CERAMIC	PROC. WOOD	PAPER / CARDBOARD					
For pause specify: P-cod/time; R-cod/time	I O +			AGriculture Aquaculture Clothing COstruction Food Consume Fisheries HY pers hygiene Hunting Medical Recreational SMoking VK vehicle NN Undefined	Plastic sheets, industrial packaging Plastic shop./carrier/grocery bags Fish boxes - foamed polystyrene Plastic drink bottle (>0.5 or < 0.5 l) Plastic food containers polystyrene Foamed plastic packaging Plastic jerry cans Wooden pallets Can sp if Food, Drink, NN Rubber balloons Terrapak Sp. if Milk-Nomilk	<ul style="list-style-type: none"> Specify item (then refer to the MSFD Joint-list for J code) Changing on weather condition, speed, sea state, cloud cover, observer Pause STOP – START P-cod/time; R-cod/time PATCH – still insert as many items as possible and indicate a raw number of items observed FAD, Windrows, SN Sea snot 	Seaweed/m. plant Logs/plants, parts	Cm: B 2,5-5 C 5-10 D 10-20 E 20-30 F 30-50 G 50-100 H >100	Opaque Transp. Color: White Red Black Blue Green GRey Yellow Orange BRown Other	Entire - Fragment

Fig. 21 Scheda sui rifiuti marini. In questa scheda vengono raccolte le informazioni riguardanti i rifiuti, sia di tipo qualitativo che quantitativo.

La “Joint List of litter categories for marine macro litter monitoring” (Fig. 22) è un catalogo fornito dalla commissione europea nell’ambito della MSFD, che guida l’osservatore nell’identificazione dei rifiuti avvistati in sede di monitoraggio. La lista suddivide gli oggetti per tipologia di materiale e da a ciascuno un codice identificativo, il nome e la definizione.

Type-Code	J-Code	G-Code	Name	Definition
CHEMICALS				
ch_nn_drk_	J216		unidentified generally dark-coloured oil-like chemicals	Unidentified generally dark-coloured oil-like chemicals, i.e. no chemical analysis carried out.
ch_nn_lig_	J217		unidentified generally light-coloured paraffin-like chemicals	Unidentified generally light-coloured paraffin-like chemicals, i.e. no chemical analysis carried out.
ch_nn_uch_	J218		unidentified chemicals	Any unidentified chemicals, i.e. no chemical analysis carried out.
Cloth/Textiles				
ct_cl_clg_	J137	G137	clothing	Any type of clothes, garments and headwear made of natural or artificial polymer materials.
ct_cl_ftw_	J138	G138	shoes & sandals made of leather and/or textile	Various types of footwear, such as shoes and sandals made of leather and/or textile.
ct_nn_cpt_	J141	G141	cloth textile carpet & furnishing	Thick woven fabric used for covering the floor or other fabric used for furniture, fittings, and other decorative house accessories such as curtains.
ct_nn_sac_	J140	G140	hessian sacks/packaging	Sacks and other packaging items made of a strong, coarse fabric from hemp or jute (Hessian).
ct_nn_sal_	J143	G143	sails, canvas	A heavy durable cloth made of cotton, hemp, or jute, used for sails, tents, etc.
ct_nn_tex_	J145	G145	other textiles	Other textile items, including pieces of cloth, rags, etc. that are unidentifiable, as well as other identifiable cloth textile items, which do not fit in any other category of this list.
ct_re_bps_	J139	G139	cloth textile backpacks & textile bags	Textile receptacles with an opening at the top, shoulder straps or a handle, used for carrying things.
FOOD WASTE				
fw_	J215	G215	food waste	All types of anthropogenic non-packaged food and food remains.
GLASS/CERAMICS				
gc_co_btc_	J204	G204	glass ceramic construction materials (bricks, tiles, cement)	Any glass and ceramic material which is used for construction purposes such as brick, roof tiles, floor tiles, bricks, cement, etc.
gc_fc_tab_	J203	G203	glass and ceramic tableware (plates/cups/glasses)	Glass or ceramic dishes or dishware used for serving food and dining, plates, cups, glassware, serving dishes and other useful items for practical as well as decorative purposes.
gc_fi_trp_octo_	J207	G207	ceramic or glass octopus pots	Pots made of pottery, weighted with concrete, and typically having a volume of 4 litres. Octopus seeking refuge in the pots can be trapped.
gc_nn_b&c_bott_	J200	G200	glass bottles	Glass or ceramic containers with a narrow neck, used for storing drinks or other liquids. Includes pieces of glass that can be identified as coming from a bottle.

Fig. 22 Una parte della lunga lista di oggetti che si possono trovare in mare estratta dalla Joint list

Avvistamento fauna nell'area di monitoraggio dei rifiuti

Prima di iniziare ogni monitoraggio si compila questa scheda con le informazioni generali che riguardano: il codice del transetto, la data, il nome del traghetto e gli osservatori. Una volta svolti i passaggi di preparazione alla attività, si inizia il monitoraggio. Quando viene avvistata una tartaruga o un'altra specie, si marca subito il punto GPS premendo il pulsante "mark", si annota il codice GPS nella prima colonna della scheda e sul GPS si inserisce nelle note l'abbreviazione OS (Other Species), infine si preme "enter" per salvare. Nel frattempo, chi per primo ha avvistato l'animale continua a guardarlo e con l'aiuto degli altri osservatori raccoglierà le informazioni da inserire successivamente nella scheda (Fig. 23).

Altre informazioni da inserire nella scheda oltre al codice GPS sono:

- l'orario;
- il lato in cui viene avvisato l'animale L (sinistra), R (destra), O (di fronte);
- il nome dell'osservatore che per primo ha avvistato l'animale;
- il nome della specie avvistata o almeno l'ordine, se non si riesce a identificare l'animale si annota ND;
- il numero di individui avvistati;
- la presenza di giovanili, in tal caso si inserisce il numero altrimenti si lascia vuoto;
- lo stadio vitale solo per *C.caretta* sulla base delle sue caratteristiche morfologiche: EJ (early juvenile), LJ (late juvenile), AD (adulto);
- il sesso, solo per *C.caretta*. si inserisce M (male) oppure Un (unknow);
- la distanza in metri tra il traghetto e l'animale utilizzando il range stick o in alternativa il clinometro;

- l'angolo tra la direzione del traghetto e la posizione dell'animale avvistato utilizzando il goniometro;
- l'angolo della direzione di nuoto/ volo utilizzando i punti cardinali;
- la risposta alla piattaforma di osservazione: inserendo una x nella colonna ESC se l'animale cerca di fuggire o si reimmerge rapidamente e IND se mostra indifferenza e non cambia comportamento;
- informazioni su eventi di collisione: si inserisce NC se l'animale avvistato in prossimità della nave viene intrappolato dal vortice generato dalla nave ma rimane su un fianco a galla; LC se l'animale scompare sotto la prua e non riemerge;
- il comportamento, utilizzando le definizioni riportate in fondo alla scheda (Fig.23);
- informazioni sull'imbrigliamento o intrappolamento dell'animale in rifiuti marini;
- la presenza di foto.

Le colonne della latitudine e longitudine sono da compilare solo nel caso in cui si verifichi un malfunzionamento del GPS.

Sea turtles and other species sightings on effort litter
Data collection sheet

Transect CODE		Date		Ship name						Observers										
GPS CODE	Time (local)	Ship position (only if GPS is not working)		Side	Obs	Species	N° Tot	N° Juv	Life stage	Sex	Distance	Angle (0-180°)	Swimming direction / orientation (0-360°)	Response to the obs plat		Near collision Likely collision	Behaviour	Entangled	Note	Ph
		Lat (Y)	Long (X)											Esc	Ind					

Behaviour S: Swimming R: Resting B: Breathing M: Mating F: Feeding U: Unknown	Sea turtle species Cc: <i>Caretta caretta</i> Cm: <i>Chelonia mydas</i> Dc: <i>Dermochelys coriacea</i> Life stages SeaTurtle (morphological features, for <i>Caretta caretta</i> only) EJ - Early Juvenile : carapace with irregular, jagged margins, dark brown/reddish brown, dorsal plates with spines, reduced head size, carapace size approximately < 40 cm LJ - Late Juvenile : jagged crest reduced or absent, carapace size between approximately 40 and 70 cm AD - Adult : large head size and well-developed musculature, carapace size approximately > 70 cm	Unidentified species Hs: Hard-Shelled Ss: Soft-Shelled Sex (for adult of <i>Caretta caretta</i> only) M - Male, prominent long tale extending well beyond the carapace Un - Unknown, no tail detected	LC - Likely Coll : the animal disappears under the bow and doesn't riemerge behind NC - Near Coll , the animal is taken by the boat vortex but remains floating on the side	Note : Insert here any additional information regarding the observation, i.g. type of debris in which the animal is entangled, body part entangled, sex, etc..
--	---	--	--	---

Fig. 23 Scheda di avvistamento tartarughe e altre specie nella fascia monitoraggio dei rifiuti.

Al termine della giornata di monitoraggio o prima se le condizioni meteo non lo permettono, il monitoraggio del biota e dei rifiuti devono essere conclusi marcando su entrambi i GPS (biota e rifiuti) l'acronimo END, annotando il codice GPS sulla scheda delle condizioni meteo e su quella del monitoraggio rifiuti, aggiungendo anche l'orario e le condizioni meteo in quell'istante, una volta salvata la traccia, il monitoraggio si considera concluso.

I dati raccolti su schede cartacee sono stati trasferiti su excel per poi essere analizzati con il software QGIS.

2.2 Analisi dei dati

L'analisi dei dati è stata svolta utilizzando i dati inseriti durante il mio periodo di tirocinio, unitamente a quelli dei monitoraggi di anni passati, in modo da poter svolgere un'analisi del periodo 2014-2024. I file excel sono stati divisi per stagione, quindi: il periodo invernale (gennaio, febbraio, marzo), il periodo primaverile (aprile, maggio, giugno), il periodo estivo (luglio, agosto, settembre) e il periodo autunnale (ottobre, novembre, dicembre). Successivamente, per ogni periodo si è voluto osservare la distribuzione degli avvistamenti dei rifiuti, in particolare del materiale costituito da plastica e degli attrezzi da pesca, e gli avvistamenti della tartaruga marina comune *C. caretta*. Successivamente si è voluta analizzare anche la distribuzione di rifiuti in plastica, attrezzi da pesca e della tartaruga marina *C. caretta* nei periodi 2013-2018 e 2019-2024, ovvero i periodi previsti dalla Direttiva Habitat, secondo cui ogni sei anni deve essere emesso un rapporto da trasmettere alla commissione europea. Quello del periodo 2013-2018 è stato pubblicato nel 2019, mentre l'anno prossimo uscirà quello sul periodo attuale.

Per poter analizzare i dati spaziali su QGIS (versione 3.36.2), i file excel sono stati convertiti in file .csv.

Su QGIS è stato inserito lo shapefile della mappa dell'Europa e successivamente nella sezione "Layer" del software, selezionando nel menù a tendina "Aggiungi Layer Testo Delimitato", sono stati caricati i file .csv degli avvistamenti per stagione di: tartaruga comune, rifiuti in plastica, attrezzi da pesca; del periodo complessivo 2014-2024 e dei due periodi 2013-2018 e 2019-2024.

Successivamente i file sono stati convertiti da file temporanei a shapefile, cliccando su di essi col tasto destro del mouse, selezionando la voce "Esporta", "Salva elementi come" ESRI shapefile.

Per analizzare la distribuzione di rifiuti e tartarughe marine è stato inserito uno shapefile della griglia standard europea 5 x 5 km².

Per calcolare l'area totale del litter e tartarughe si è selezionato "Processing" > "strumenti" > "selezione del vettore" > "seleziona per posizione" si sono inseriti la griglia e i dati da osservare, si è spuntato il riquadro "interseca" e si è eseguito. Rendendo visibili gli elementi si è ottenuta l'area di intersezione tra gli elementi selezionati e a griglia.

È stato poi rapportato il numero di avvistamenti di *C. caretta*, ai km percorsi per ogni tratta, calcolando quindi l'indice di abbondanza SPUE = Sighting per Unit of Effort (N / Km), con N numero di avvistamenti della *C. caretta* e km sono i chilometri di distanza percorsi monitorando la presenza della specie. Questo è stato fatto per ogni tratta, da cui poi è stata fatta la media totale e per stagione.

Infine per effettuare una stima della densità, è stata utilizzata la "Kernel Density" (KDE), per analizzare le aree di maggiore probabilità di presenza delle tartarughe comuni, rifiuti di plastica e attrezzi da pesca nelle varie stagioni e per i vari periodi, come segue: "processing"> "strumenti"> poi nel riquadro "cerca" è stata inserita la dicitura "mappa di concentrazione (stima densità kernel)" e selezionando, il comando si è aperta una finestra dove inserire il vettore e il valore del raggio, nel nostro caso è stato scelto un raggio di 5000 m e dimensioni celle 100m, segnando sulla mappa l'area a maggior densità di avvistamenti. Come ultimo passaggio, sono stati uniti i dati delle KDE della

tartaruga comune con i rifiuti di plastica e della tartaruga comune con gli attrezzi da pesca per stagione nel periodo 2013-2024. Questo tramite il comando “raster”> “calcolatore raster” e nella finestra è stata fatta la somma delle due KDE, restituendo così una mappa di sovrapposizione tra i due oggetti inseriti.

2.3 Analisi statistica

Il software utilizzato per l’analisi statistica è JASP (Jeffreys’s Amazing Statistics Program). Per verificare gli andamenti della SPUE nelle varie stagioni sono stati utilizzati il test non parametrico di normalità Kolmogorov-Smirnov e il test Kruskal-Wallis.

3. RISULTATI

3.1 Distribuzione di *C.caretta* nel periodo 2013-2024

Il monitoraggio delle tartarughe comprensivo del periodo 2013-2024, ha portato ad un totale di 782 avvistamenti durante i 58200,21 km percorsi.

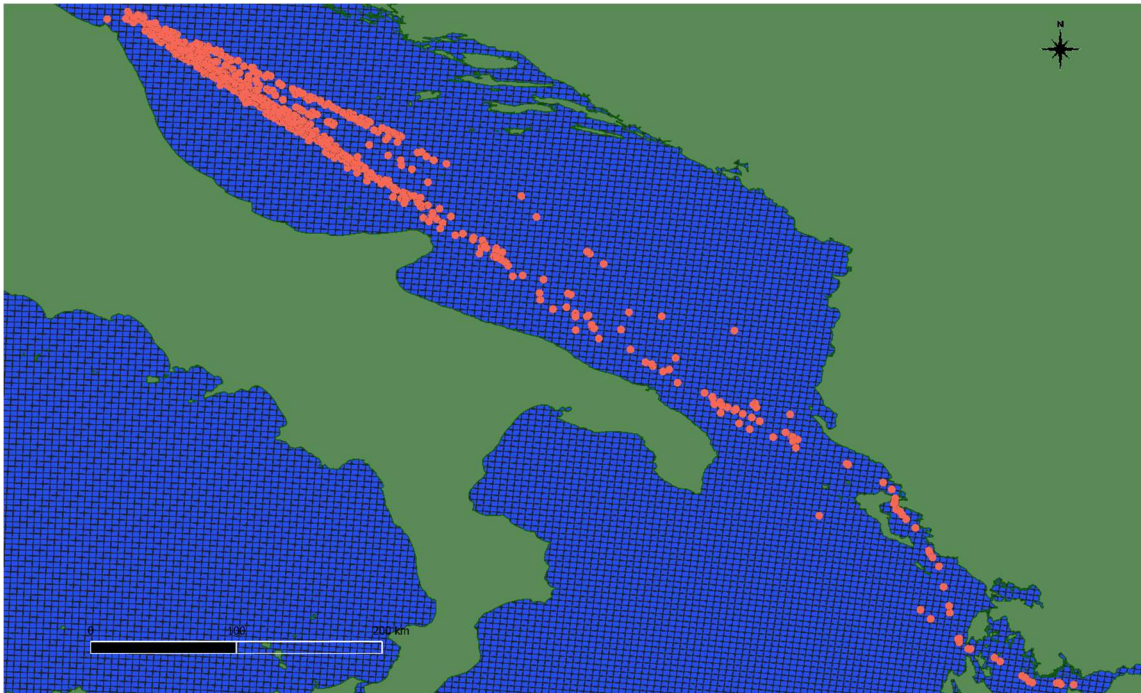


Fig. 24 Distribuzione totale degli avvistamenti di *C.caretta* nel periodo 2013-2024

Gli avvistamenti sono così suddivisi nelle varie stagioni: 104 in inverno, 383 in primavera, 182 in estate, 113 in autunno.

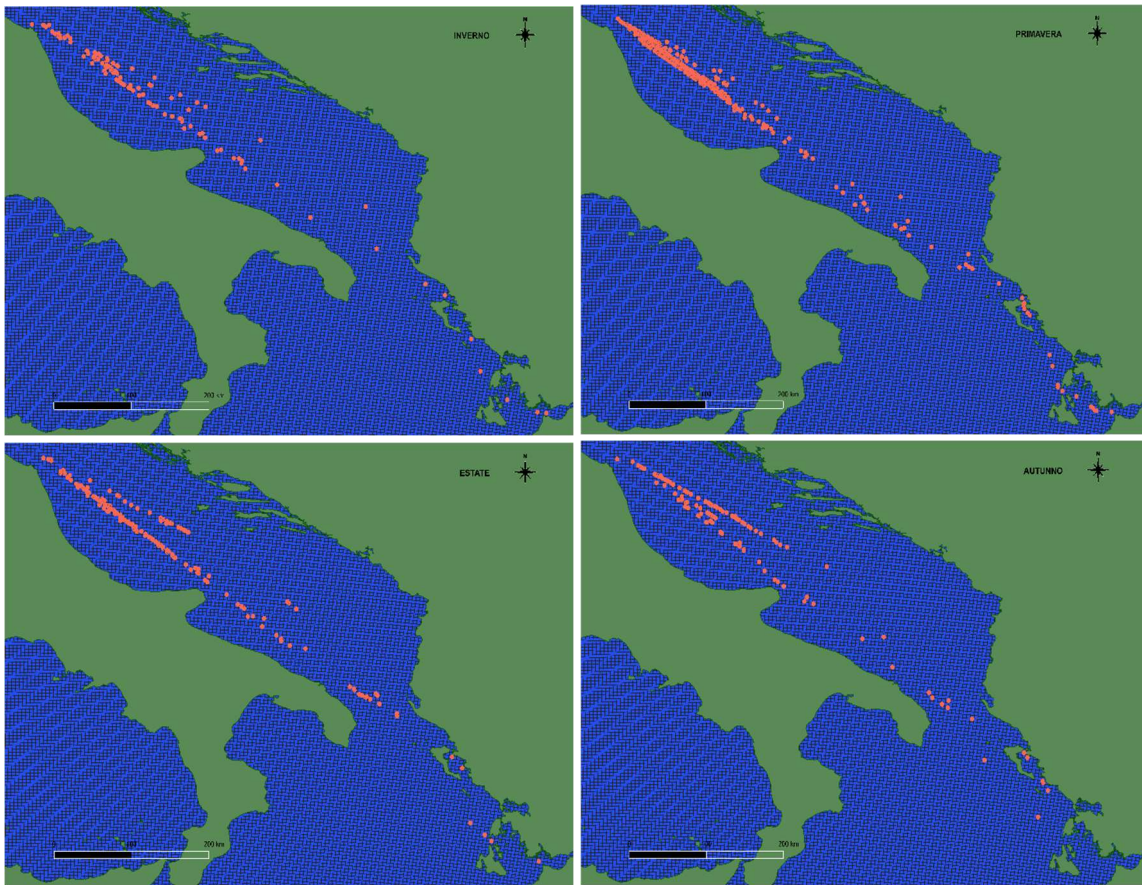


Fig.25 Distribuzione *C.caretta* per stagione nel periodo 2013-2024

Gli avvistamenti di tartarughe comuni sono anche stati confrontati in termini di avvistamenti per unità di sforzo. Secondo l'analisi, su uno sforzo di monitoraggio di circa 58200,21 km, la SPUE (avvistamenti/km) media totale è di 0,018, mentre la stagione con più avvistamenti risulta essere l'estate con una SPUE di 0,040, seguita dalla primavera con 0,022, dall'autunno 0,009 e infine dall'inverno con 0,007. Osservando i risultati, quindi, per le quattro stagioni, si vede che vi è un aumento dei tassi di avvistamento durante la primavera e l'estate.

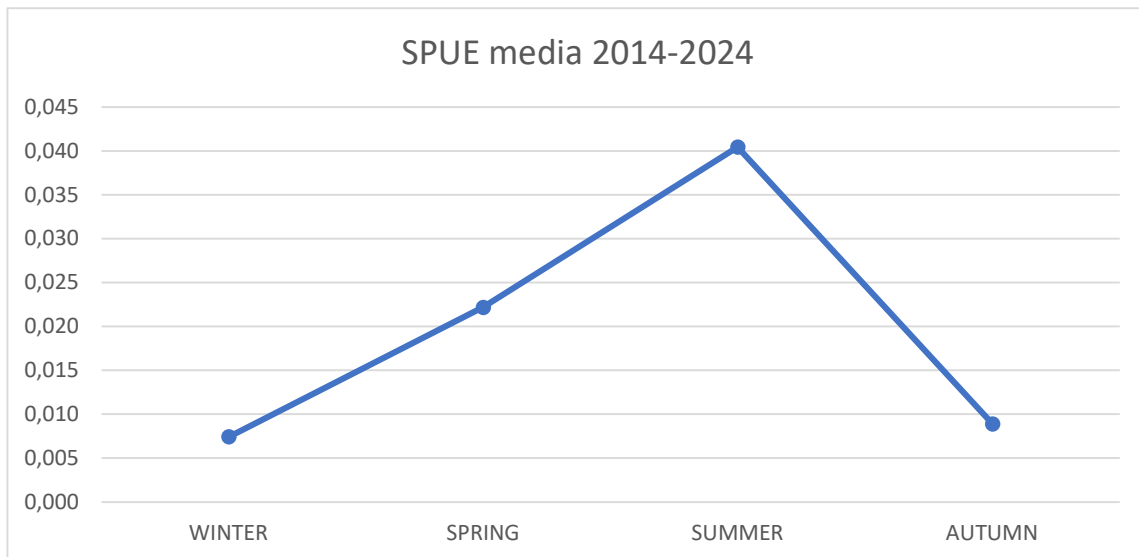


Grafico della SPUE delle varie stagioni nel periodo 2013-2024. In ordinata la SPUE (n. avvistamenti/km) media per stagione e in ascissa le stagioni

In inverno osserviamo poche zone ad alta densità, presenti nella parte centrale dell'Adriatico, che tendono ad aumentare nella stagione primaverile e anche in quella estiva in tutta la parte centrale fino a trovare in autunno una condizione simile all'inverno.



Fig.26 Distribuzione della KDE di C. caretta nel periodo 2013-2024

3.2 Distribuzione di oggetti in plastica nel periodo 2013-2024

Il monitoraggio del MFL ha portato ad un conteggio di rifiuti costituiti da materiale plastico durante il periodo 2013-2024 equivalente a 9428 oggetti.

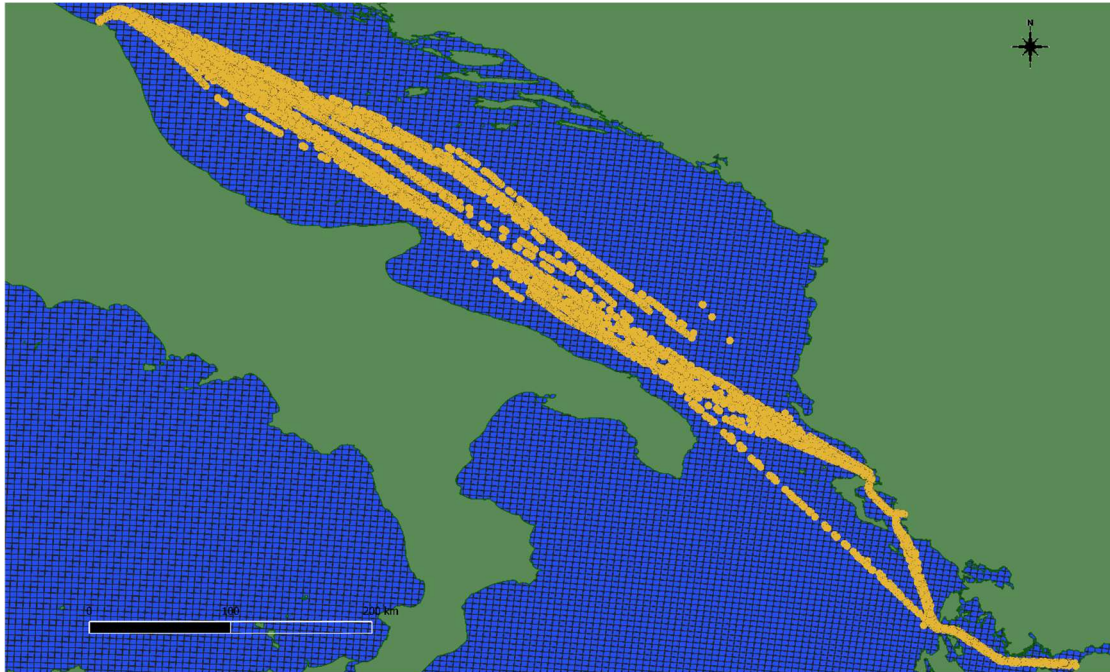


Fig.27 Distribuzione totale degli avvistamenti dei rifiuti in plastica nel periodo 2013-2024

Gli avvistamenti sono così suddivisi nelle varie stagioni: 2388 in inverno, 3335 in primavera, 1684 in estate, 2021 in autunno.

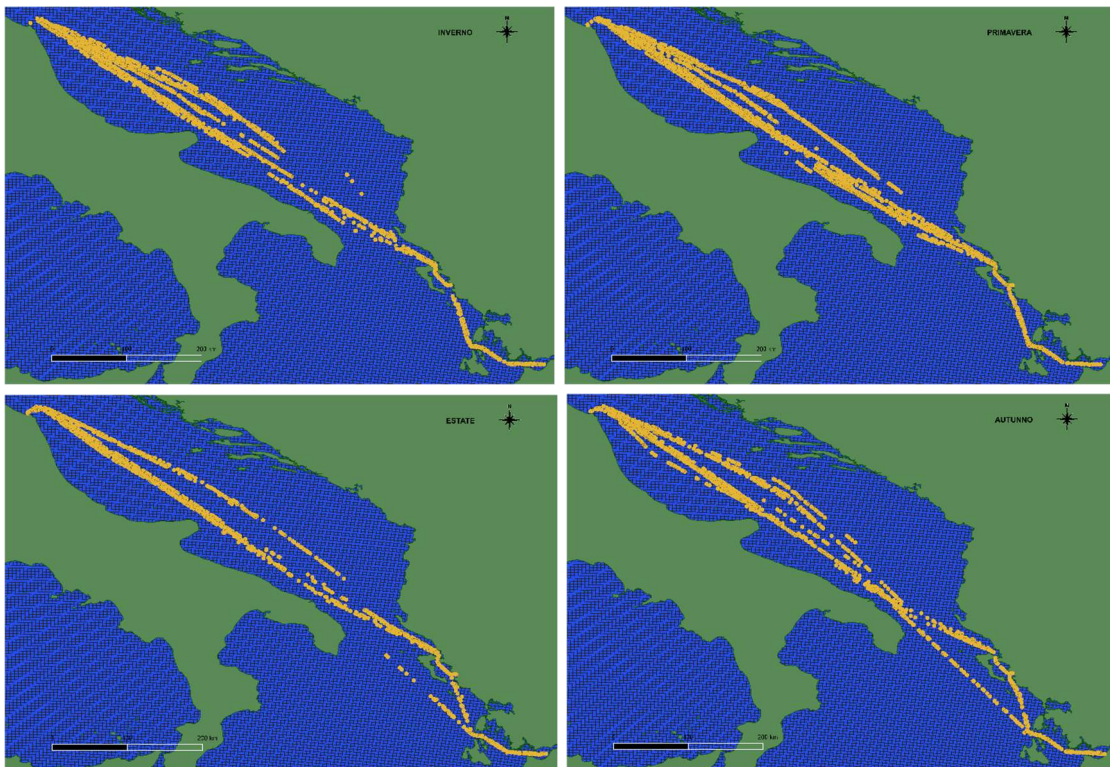


Fig.28 Distribuzione di rifiuti in plastica per stagione nel periodo 2013-2024

In inverno osserviamo poche zone distanti tra loro ad alta densità, presenti nella parte centrale e meridionale dell'Adriatico, che tendono ad unirsi nella stagione primaverile, poi a ridursi nella stagione estiva nella parte centrale fino a trovare in autunno una condizione simile all'inverno ma ancora più ridotta.



Fig.29 Distribuzione della KDE dei rifiuti in plastica nel periodo 2013-2024

3.3 Distribuzione attrezzi da pesca 2013-2024

Il monitoraggio del MFL ha portato ad un conteggio di rifiuti, in particolare di attrezzi da pesca, del periodo 2013-2024 equivalente a 1495 oggetti.

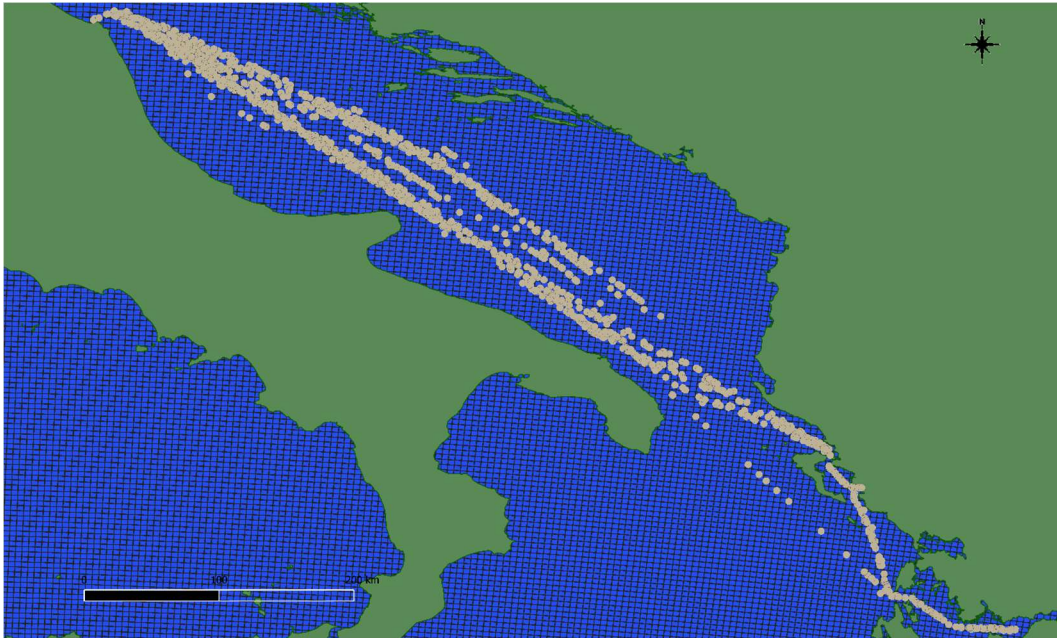


Fig.30 Distribuzione attrezzi da pesca nel periodo 2013-2024

Gli avvistamenti sono così suddivisi nelle varie stagioni: 336 in inverno, 551 in primavera, 255 in estate, 353 in autunno.

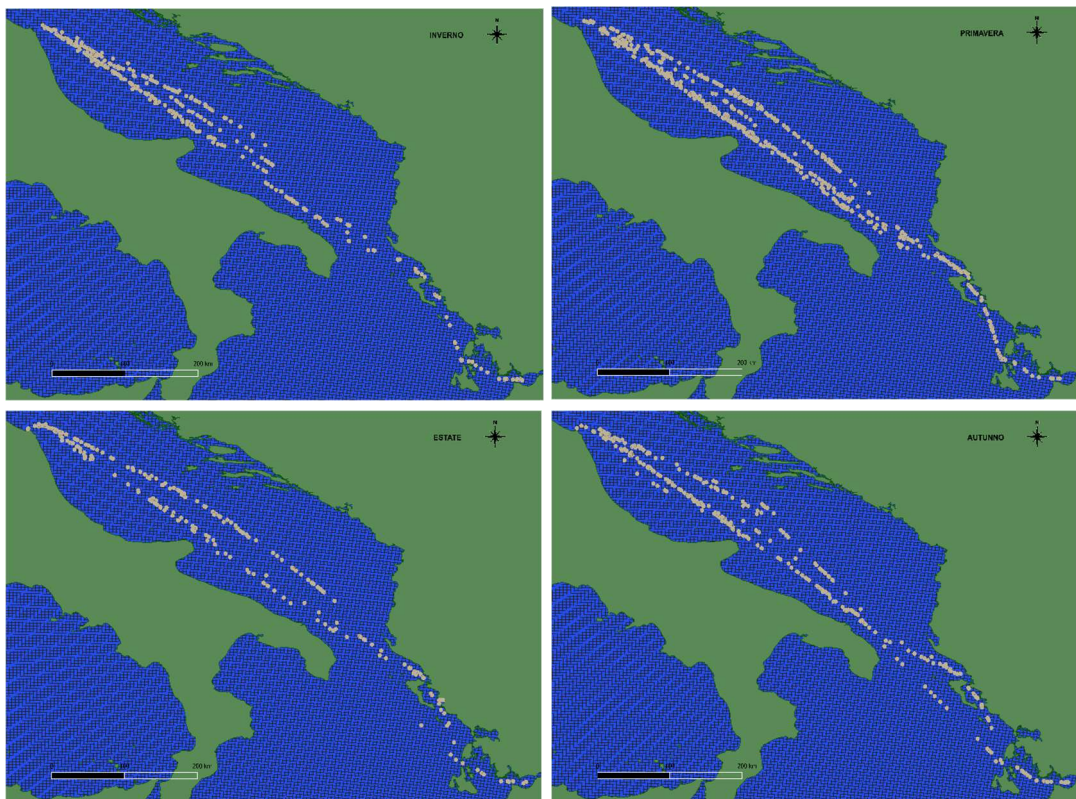


Fig.31 Distribuzione attrezzi da pesca per stagione nel periodo 2013-2024

In inverno osserviamo zone ad alta densità nella parte più a nord dell'Adriatico centrale; in primavera si spostano più a sud, fino quasi a scomparire in estate, per poi ricomparire in autunno.



Fig.32 Distribuzione della KDE degli attrezzi da pesca nel periodo 2013-2024

3.4 Valutazione dell'esposizione al rischio nel periodo 2013-2024

Sovrapponendo le mappe della KDE di *C.caretta* e i rifiuti in plastica, è stata valutata l'esposizione al rischio. Osserviamo che questo è molto più esteso in primavera ed estate, minore in inverno e molto basso in autunno.



Fig.33 Distribuzione della sovrapposizione degli avvistamenti di *C.caretta* e dei rifiuti galleggianti in plastica nel periodo 2013-2024

Sovrapponendo le mappe della KDE di *C.caretta* e gli attrezzi da pesca, è stata valutata l'esposizione al rischio. Osserviamo che questo è molto più esteso in inverno e primavera soprattutto nella parte più a nord dell'Adriatico centrale, molto basso in estate che tende ad aumentare in autunno.



Fig.34 Distribuzione della sovrapposizione degli avvistamenti di *C.caretta* e degli attrezzi da pesca nel periodo 2013-2024

3.5 Distribuzione *C.caretta* nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

Relativamente al periodo 2013-2018, gli avvistamenti della tartaruga marina comune, per stagione, sono stati: 17 in inverno, 24 in primavera, 35 in estate, 20 in autunno.

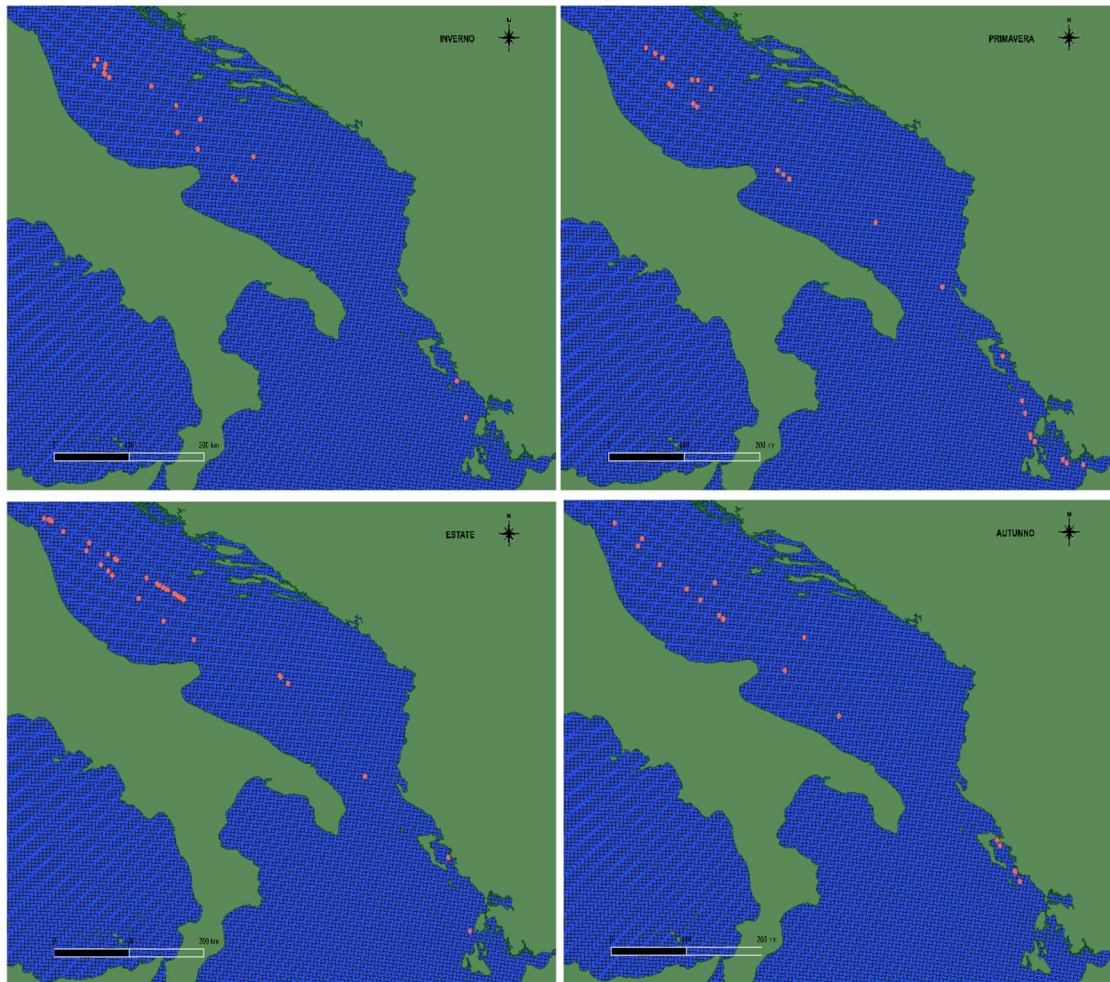


Fig.35 Distribuzione *C.caretta* per stagione nel periodo 2013-2018

Intersecando gli avvistamenti di *C.caretta* con la griglia, abbiamo ottenuto: per la stagione invernale 16 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un' area di 400 km²; per la stagione primaverile 22 punti per un'area di 550 km²; per quella estiva 29 punti per un'area di 725 km²; per quella autunnale, 16 punti corrispondenti ad un'area di 400 km².

Le stagioni con maggior area di distribuzione risultano essere quindi primavera ed estate, mentre quelle con valori più bassi sono autunno e inverno.

3.6 Distribuzione di oggetti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

Relativamente al periodo 2013-2018, gli avvistamenti di oggetti in plastica, per stagione, sono stati: 1190 in inverno, 1192 in primavera, 784 in estate, 638 in autunno.

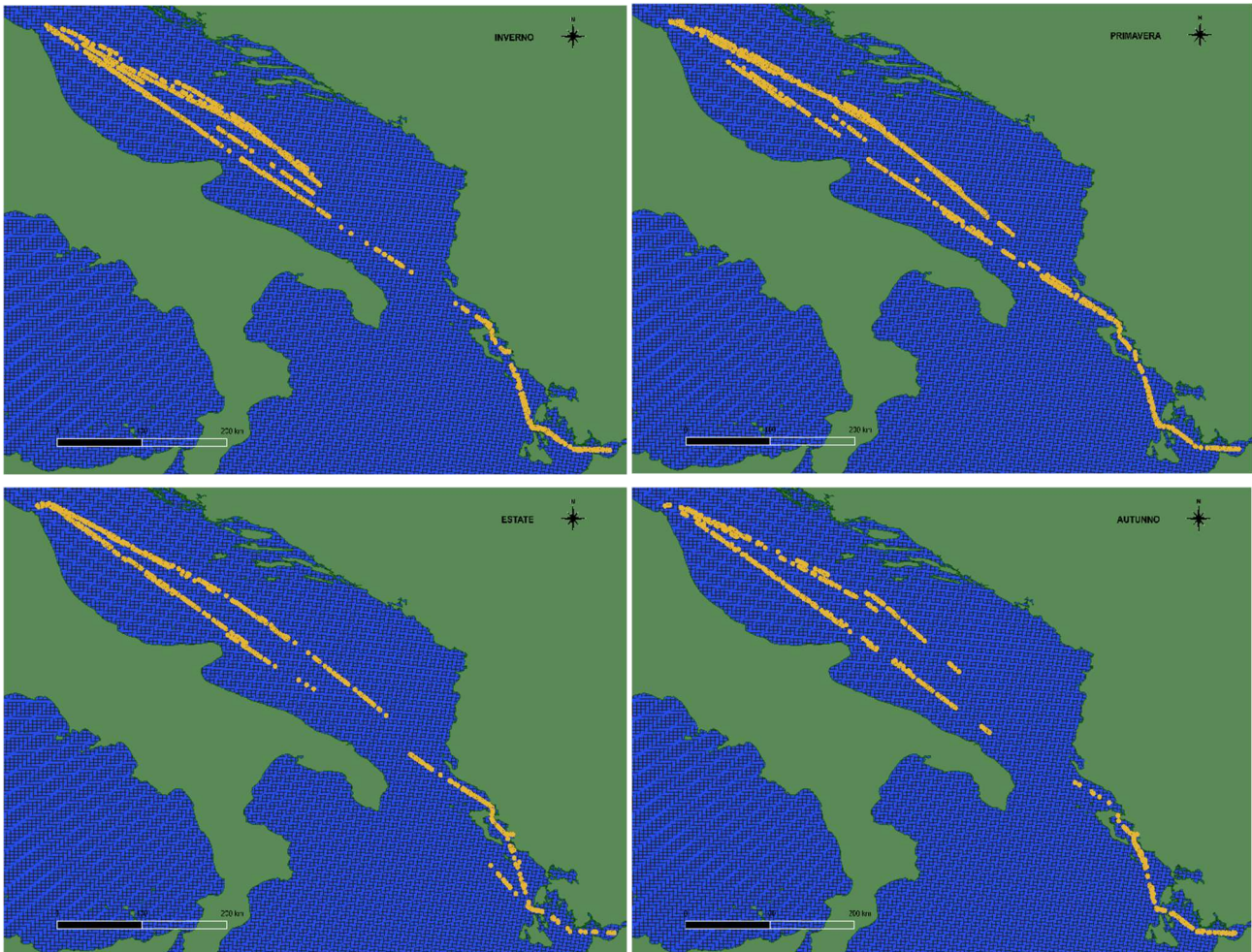


Fig.36 Distribuzione di rifiuti in plastica per stagione nel periodo 2013-2018

Intersecando gli avvistamenti di oggetti in plastica con la griglia, abbiamo ottenuto: per la stagione invernale 357 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un'area di 8925 km²; per la stagione primaverile 363 punti per un'area di 9075 km²; per quella estiva 274 punti per un'area di 6850 km²; per quella autunnale 241 punti corrispondenti ad un'area di 6025 km².

Le stagioni con maggior area di distribuzione risultano essere primavera e inverno, mentre quelle con valori più bassi sono autunno ed estate.

3.7 Distribuzione attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

Relativamente al periodo 2013-2018, gli avvistamenti per stagione degli attrezzi da pesca, sono stati: 188 in inverno, 306 in primavera, 178 in estate e 178 in autunno.

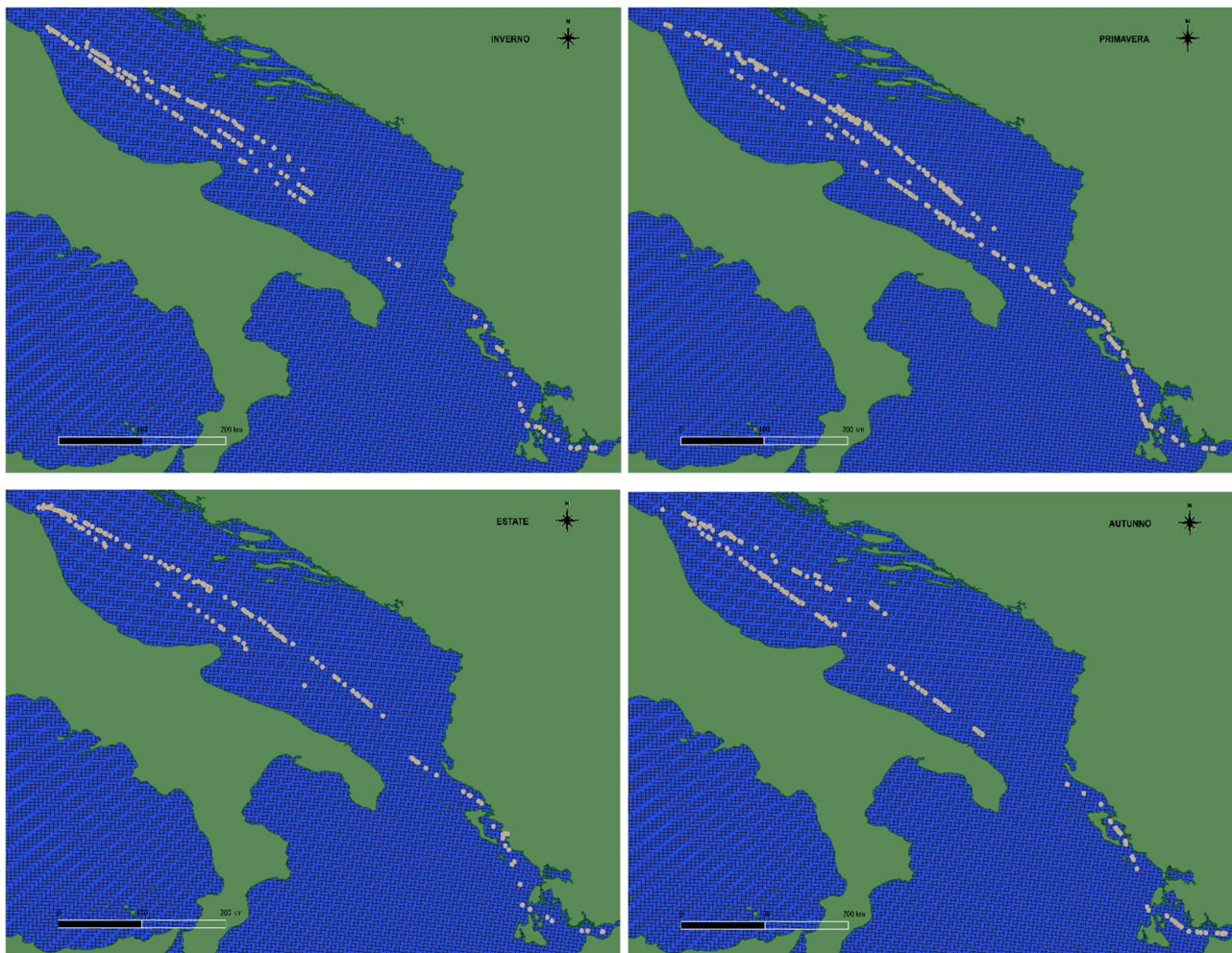


Fig.37 Distribuzione attrezzi da pesca per stagione nel periodo 2013-2018

Intersecando gli avvistamenti di attrezzi da pesca rispetto al periodo 2013-2018, con la griglia abbiamo ottenuto: per la stagione invernale 130 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un'area di 3250 km²; per la stagione primaverile 198 punti per un'area di 4950 km²; per quella estiva 115 punti per un'area di 2875 km²; per quella autunnale, 117 punti corrispondenti ad un'area di 2925 km².

Le stagioni con maggior area di distribuzione risultano essere primavera e inverno, mentre quelle con valori più bassi sono autunno ed estate.

3.8 Intersezione *C. caretta* e rifiuti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

Intersecando gli avvistamenti di *C.caretta* con quelli dei rifiuti in plastica rispettivi al periodo 2013-2018, sono stati ottenuti: per la stagione invernale 14 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un'area di 350 km²; per la stagione primaverile 19 punti per un'area di 475 km²; per quella estiva 22 punti per un'area di 550 km²; per quella autunnale, 12 punti corrispondenti ad un'area di 300 km².

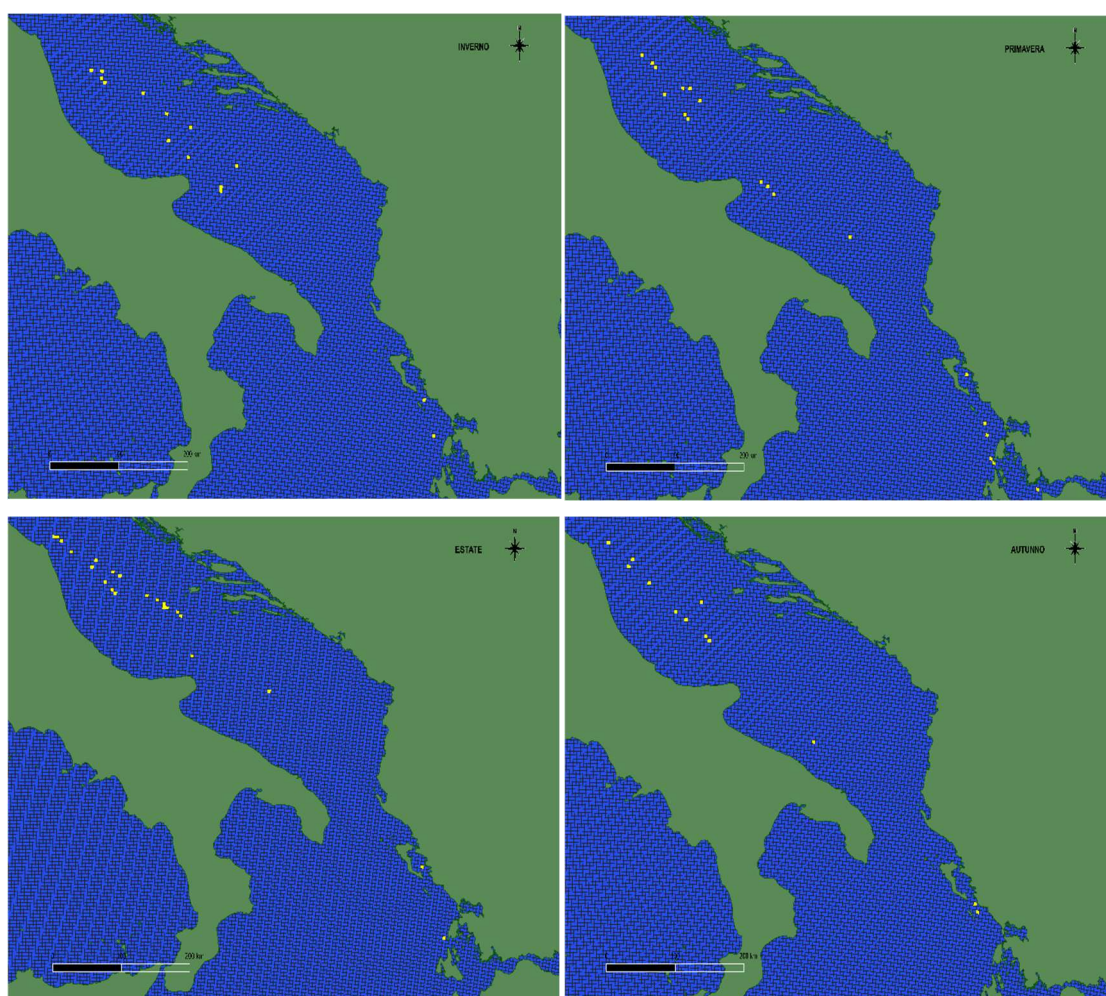


Fig.38 Intersezione *C. caretta* e rifiuti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

3.9 Intersezione *C. caretta* e attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

Intersecando gli avvistamenti di *C.caretta* con quelli di attrezzi da pesca relativi al periodo 2013-2018, sono stati ottenuti: per la stagione invernale 7 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un' area di 175 km²; per la stagione primaverile 9 punti per un'area di 225 km²; per quella estiva 12 punti per un'area di 300 km²; per quella autunnale, 9 punti corrispondenti ad un'area di 225 km².

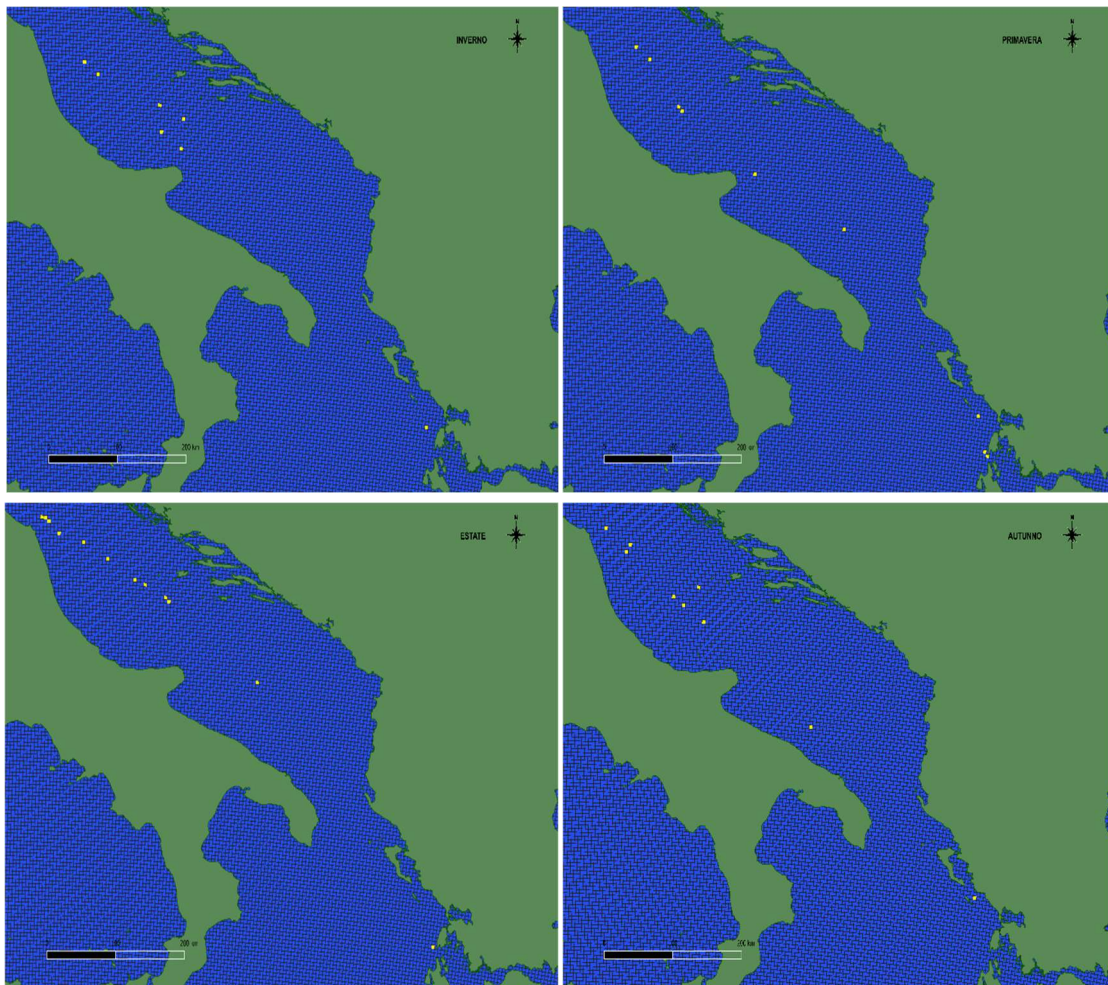


Fig.39 Intersezione *C. caretta* e attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2013-2018

3.10 Distribuzione *C.caretta* nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

Relativamente al periodo 2019-2024, gli avvistamenti della tartaruga marina comune per stagione sono stati: 87 in inverno, 359 in primavera, 147 in estate, 93 in autunno.

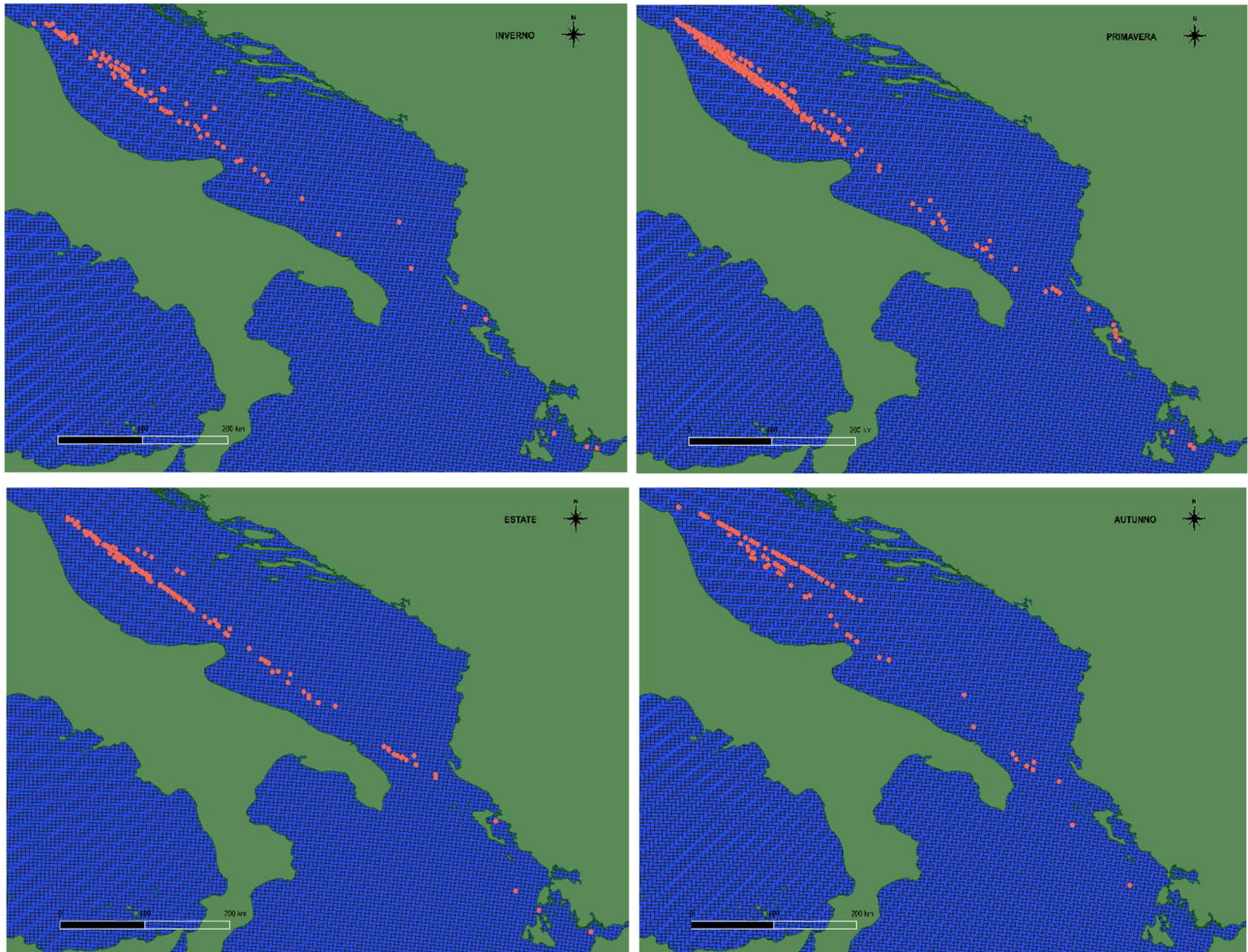


Fig.40 Distribuzione *C.caretta* per stagione nel periodo 2019-2024

Intersecando gli avvistamenti di *C.caretta* con la griglia, abbiamo ottenuto: per la stagione invernale 74 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un' area di 1850 km²; per la stagione primaverile 148 punti per un'area di 3700 km²; per quella estiva 92 punti per un'area di 2300 km²; per quella autunnale 74 punti corrispondenti ad un'area di 1850 km².

Le stagioni con maggior area di distribuzione risultano essere quindi primavera ed estate, mentre quelle con valori più bassi sono autunno e inverno.

3.11 Distribuzione di oggetti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

Relativamente al periodo 2019-2024, gli avvistamenti di oggetti in plastica per stagione sono stati: 1198 in inverno, 2143 in primavera, 900 in estate, 1383 in autunno.

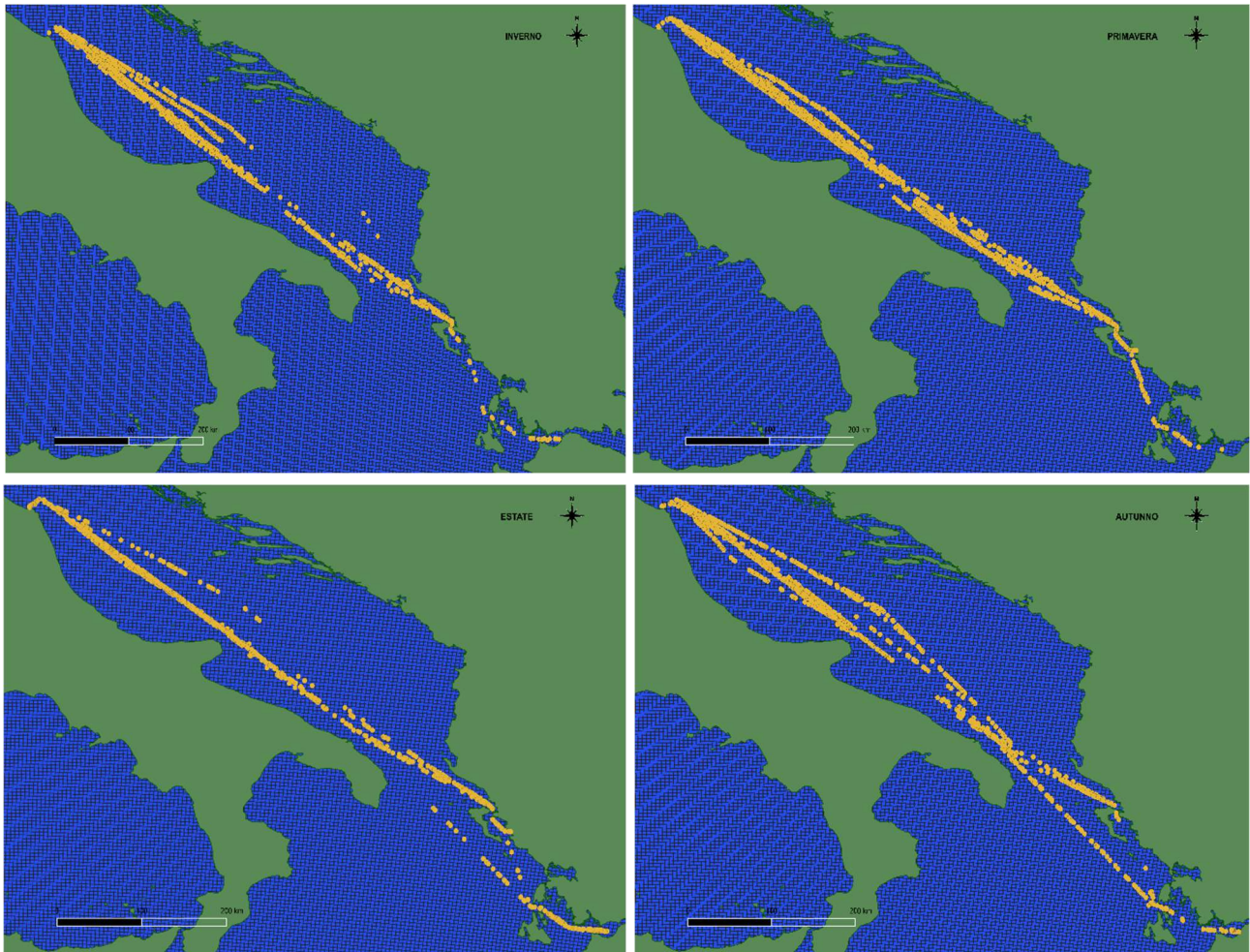


Fig.41 Distribuzione di rifiuti in plastica per stagione nel periodo 2019-2024

Intersecando gli avvistamenti di oggetti in plastica con la griglia, abbiamo ottenuto: per la stagione invernale 401 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un'area di 10025 km²; per la stagione primaverile 458 punti per un'area di 11450 km²; per quella estiva 321 punti per un'area di 8025 km²; per quella autunnale, 432 punti corrispondenti ad un'area di 10800 km².

Le stagioni con maggior area di distribuzione risultano essere quindi primavera e autunno, mentre quelle con valori più bassi sono inverno ed estate.

3.12 Distribuzione attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

Relativamente al periodo 2019-2024, gli avvistamenti di attrezzi da pesca per stagione sono stati: 148 in inverno, 245 in primavera, 77 in estate, 175 in autunno.

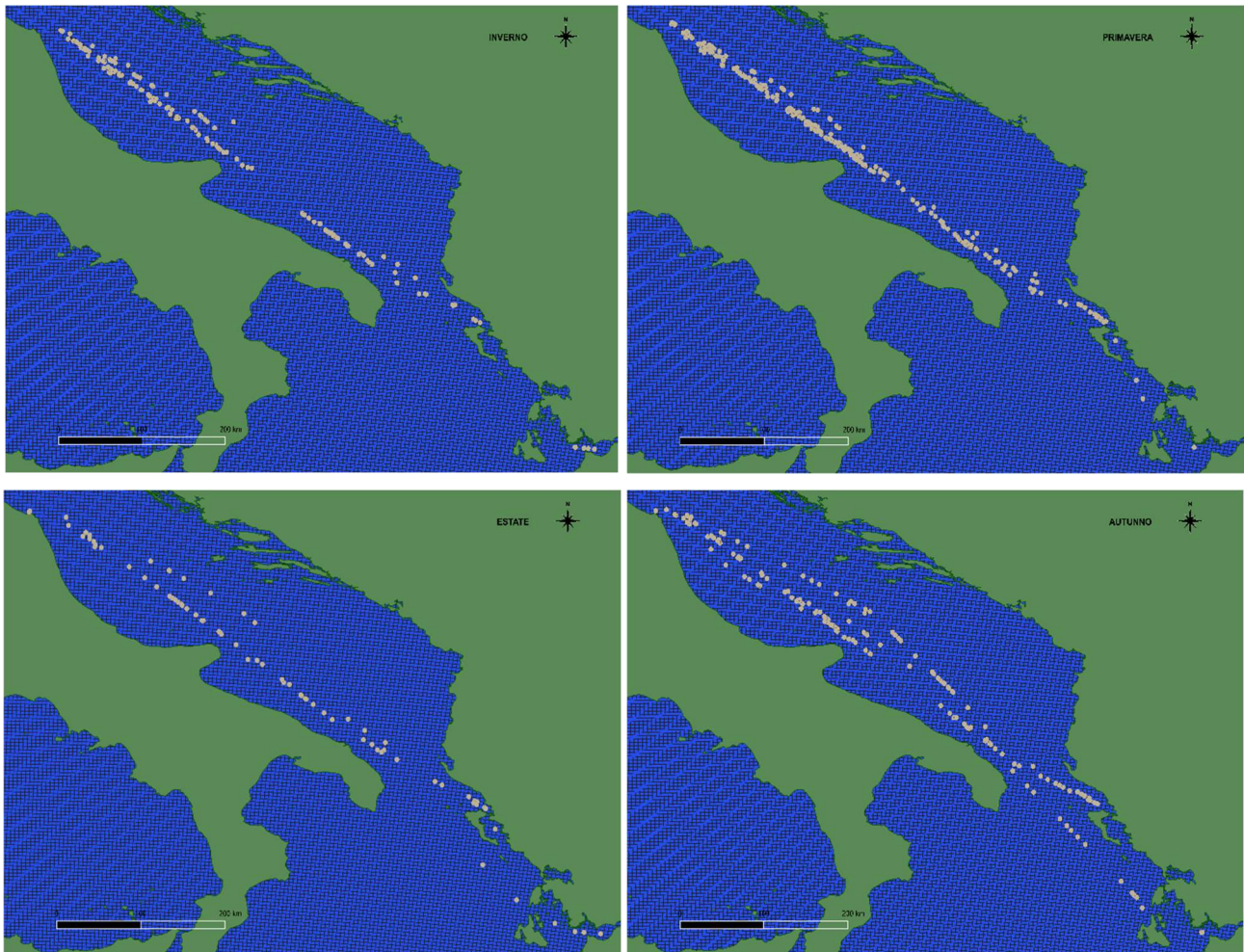


Fig.42 Distribuzione attrezzi da pesca per stagione nel periodo 2019-2024

Intersecando gli avvistamenti di attrezzi da pesca con la griglia, abbiamo ottenuto: per la stagione invernale 108 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un'area di 2700 km²; per la stagione primaverile 155 punti per un'area di 3875 km²; per quella estiva 64 punti per un'area di 1600 km²; per quella autunnale, 134 punti corrispondenti ad un'area di 3350 km².

Le stagioni con maggior area di distribuzione risultano essere quindi primavera e autunno, mentre quelle con valori più bassi sono inverno ed estate.

3.13 Intersezione *C. caretta* e rifiuti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

Intersecando gli avvistamenti di *C. caretta* con quelli di oggetti in materiale plastico rispetto al periodo 2019-2024, sono stati ottenuti: per la stagione invernale 60 punti di intersezione che su una griglia 5x5 km² occupano un 'area di 1500 km²; per la stagione primaverile 135 punti per un'area di 3375 km²; per quella estiva 77 punti per un'area di 1925 km²; per quella autunnale, 47 punti corrispondenti ad un'area di 1175 km².

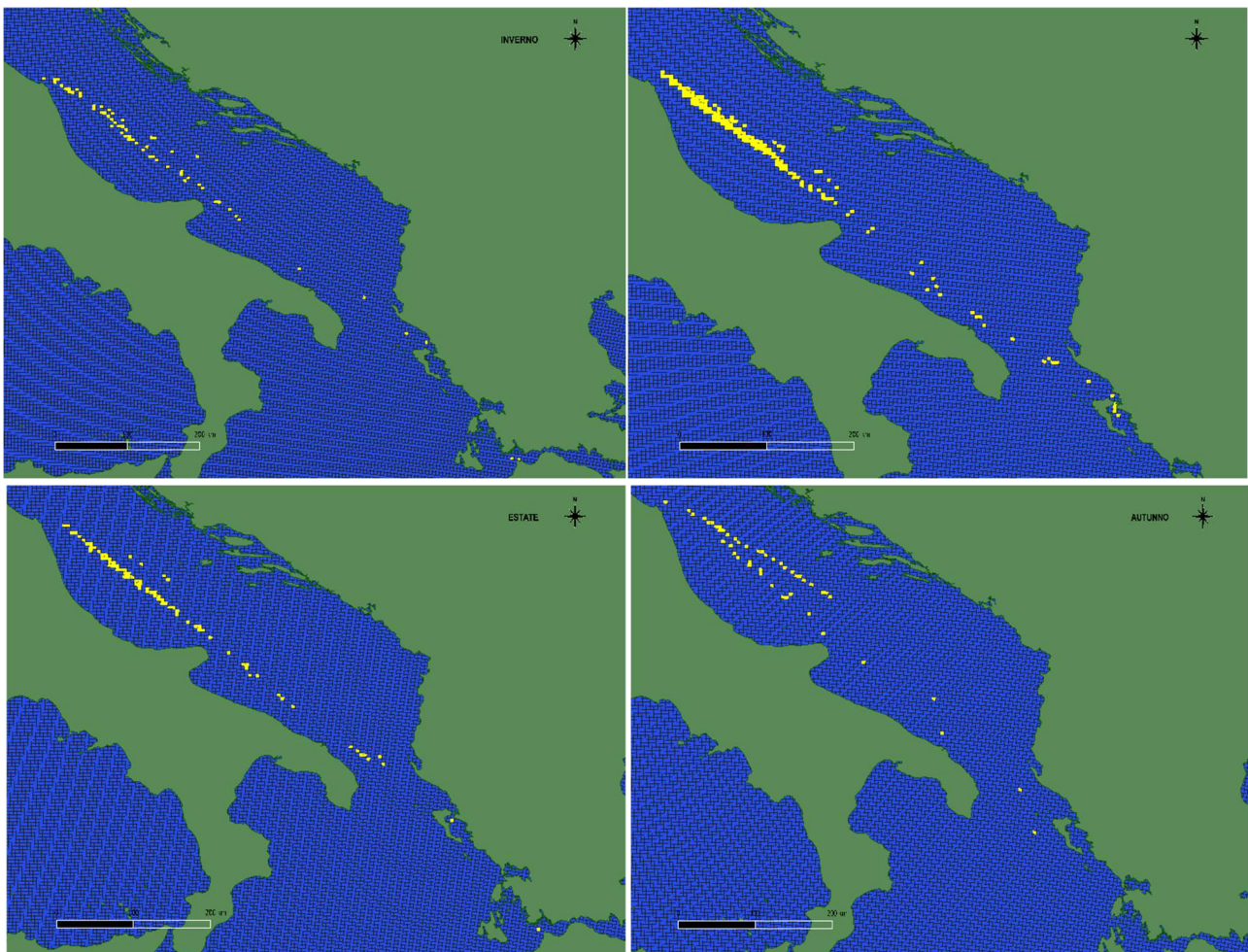


Fig.43 Intersezione *C. caretta* e rifiuti in plastica nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

3.14 Intersezione *C. caretta* e attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

Intersecando gli avvistamenti di *C. caretta* con quelli degli attrezzi da pesca rispetto al periodo 2019-2024, sono stati ottenuti: per la stagione invernale 12 punti di intersezione, che su una griglia 5x5 km² occupano un'area di 300 km²; per la stagione primaverile 67 punti per un'area di 1675 km²; per quella estiva 20 punti per un'area di 500 km²; per quella autunnale, 13 punti corrispondenti ad un'area di 325 km².

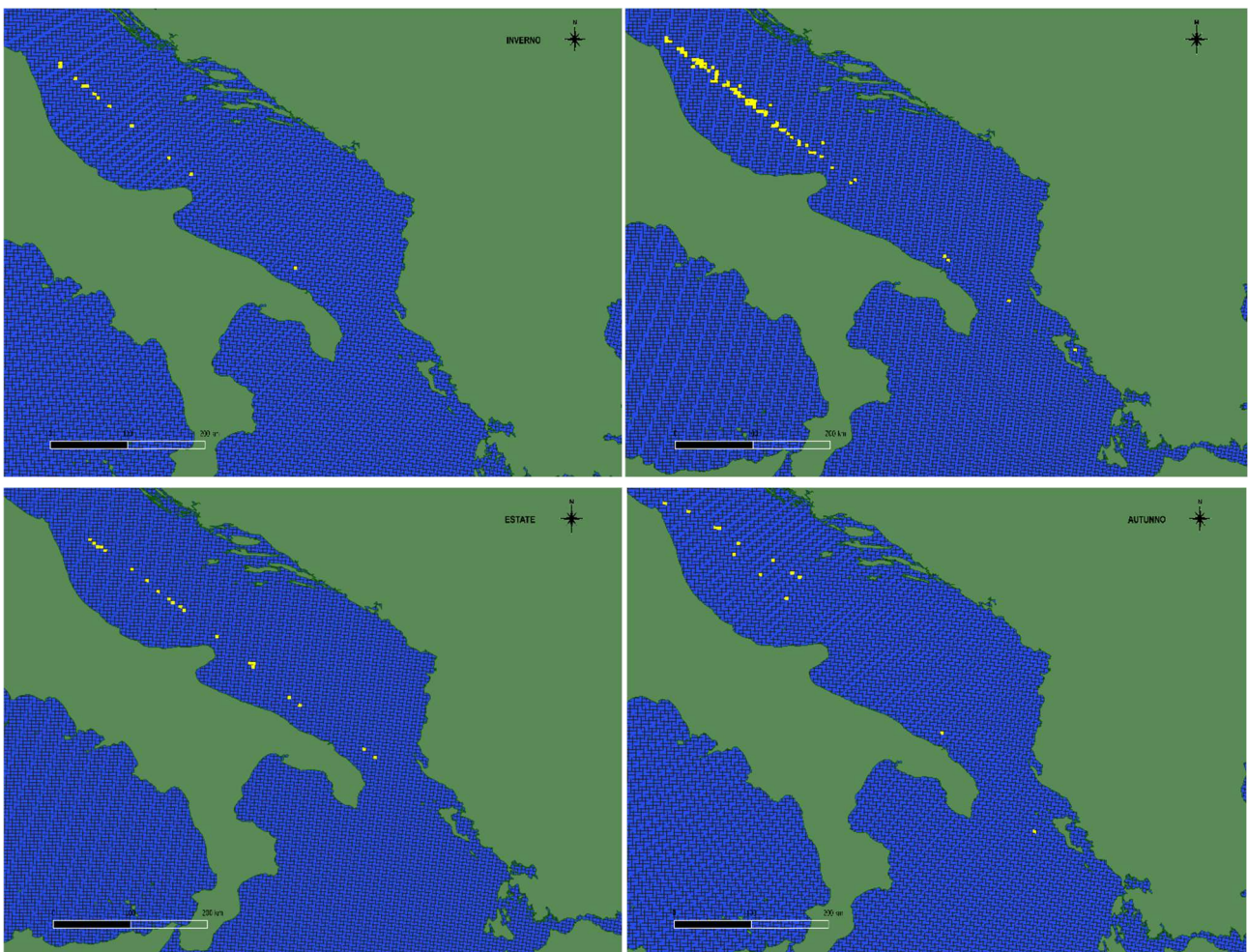


Fig.44 Intersezione *C. caretta* e attrezzi da pesca nel periodo della Direttiva Habitat 2019-2024

3.15 Analisi statistica

La normalità dei dati è stata valutata con test di Kolmogorov-Smirnov, secondo cui i dati non risultano distribuiti normalmente. Quindi è stato eseguito Kruskal-Wallis per vedere se ci sono differenze significative per i valori di SPUE tra le varie stagioni. In questo caso vi sono differenze statisticamente significative ($p=0,012$) quindi ci sono variazioni sensibili di SPUE tra una stagione e l'altra.

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p	Rank ϵ^2	95% CI for Rank ϵ^2		Rank η^2	95% CI for Rank η^2	
					Lower	Upper		Lower	Upper
Season	10.936	3	0.012	0.049	0.011	0.152	0.036	8.371×10^{-5}	0.139

Fig.45 Test di Kruskal-Wallis

4. DISCUSSIONE

Dall'analisi della distribuzione della tartaruga marina comune, emerge come la distribuzione degli avvistamenti sia concentrata soprattutto nella parte centrale del mar Adriatico. Confrontando la distribuzione per stagioni, si può osservare una prevalenza degli avvistamenti nella stagione primaverile (aprile, maggio, giugno) e a seguire, in quella estiva (luglio, agosto, settembre), che rapportati al numero di km percorsi (SPUE), porta alla prevalenza degli avvistamenti nella stagione estiva rispetto a quella primaverile per il minor numero di km percorsi.

Osservando la distribuzione spaziale della tartaruga marina possiamo notare come la loro presenza nello Ionio settentrionale sia ridotta in inverno e primavera e aumenti in estate e autunno; inoltre è molto più ampia nelle stagioni estive e primaverili e localizzata nella parte centrale dell'Adriatico, mentre in quelle autunnali e invernali è ridotta e la densità cala.

L'elevato numero di avvistamenti nella stagione estiva può essere spiegato dal fatto che la SST è più alta e rende l'habitat più favorevole alla riproduzione e nidificazione (Zampollo, Arianna, et al., 2022), mentre il calo della densità in autunno e inverno, può essere dovuto al comportamento della tartaruga che tende a frequentare zone offshore e profonde per poi spostarsi in scarpata continentale durante la primavera e l'estate per cibarsi (Mariani, Giulia, et al., 2023).

Abbiamo preso in considerazione i rifiuti in plastica e gli attrezzi da pesca nella nostra indagine perché entrambi sono molto impattanti per la specie *C.caretta*, sia per il rischio di ingestione che per quello di imbrigliamento, oltre al fatto che la plastica è la componente più abbondante tra i rifiuti.

La distribuzione dei rifiuti marini in plastica è ben distribuita nell'Adriatico centrale, meridionale e nello Ionio settentrionale, con una prevalenza degli avvistamenti nella stagione invernale (gennaio, febbraio, marzo) e primaverile (aprile, maggio, giugno).

Possiamo osservare come in primavera ed estate le zone ad alta densità di rifiuti siano molto più estese nell'Adriatico centrale e meridionale e più ridotte in inverno e autunno.

Il numero elevato di avvistamenti nella stagione invernale può essere dovuto alla circolazione dell'Adriatico che tende ad aumentare la quantità di rifiuti nella zona centrale (Mansui, J., et al., 2020); l'elevato numero in primavera e la sua ampia concentrazione in Adriatico centrale e meridionale potrebbe essere dovuta all'intensità delle piogge in questo periodo e all'attività turistica (Arcangeli, Antonella, et al., 2024); in estate la distribuzione cala in poche zone probabilmente perché tendono a spostarsi in zone più a nord (Mansui, J., et al., 2020).

La distribuzione degli attrezzi da pesca mostra un maggior numero di avvistamenti nella stagione primaverile (aprile, maggio, giugno) e autunnale (ottobre, novembre, dicembre).

In inverno osserviamo zone ad alta densità nella parte più a nord dell'Adriatico centrale; in primavera si spostano più a sud, fino quasi a scomparire in estate, per poi ricomparire in autunno. Ma non ci sono differenze notevoli tra le stagioni, ad eccezione della stagione estiva in cui si può osservare un calo degli avvistamenti e una bassa densità nelle zone dell'Adriatico probabilmente a causa del fermo pesca.

Dalla valutazione dell'esposizione al rischio è emerso che il rischio di ingestione di materiale plastico galleggiante è molto alto in inverno, primavera ed estate, in tutto l'Adriatico centrale

mentre è inferiore in autunno. Per quanto riguarda il rischio di imbrigliamento, osserviamo una maggiore rischio in inverno e primavera, soprattutto nella parte più a nord dell'Adriatico centrale.

Considerando il periodo 2013-2018 del report sulla Direttiva Habitat, la prevalenza degli avvistamenti della tartaruga marina comune si osserva nel periodo estivo e a seguire quello primaverile; il numero di avvistamenti della plastica è maggiore in inverno e primavera e quello degli attrezzi da pesca segue l'andamento della plastica.

Indagando le aree della griglia in cui gli avvistamenti di *C.caretta* coincidono con quelli di oggetti in plastica, è stato trovato il maggior numero di zone di intersezione in primavera ed estate; mentre il maggior numero di zone in comune tra *C.caretta* e attrezzi da pesca si sono osservate nel periodo estivo e a seguire a parimerito nelle due stagioni primavera e autunno.

Considerando invece il periodo 2019-2024 del report sulla Direttiva Habitat, la prevalenza degli avvistamenti della tartaruga marina comune si osserva nel periodo primaverile e a seguire quello estivo; il numero di avvistamenti della plastica è maggiore in primavera e autunno e quello degli attrezzi da pesca segue l'andamento della plastica.

Indagando le aree della griglia in cui gli avvistamenti di *C.caretta* coincidono con quelli di oggetti in plastica, è stato trovato il maggior numero di zone di intersezione in primavera ed estate; mentre il maggior numero di zone in comune tra *C.caretta* e attrezzi da pesca è stato osservato nel periodo primaverile e a seguire quello estivo.

Confrontando i due periodi della Direttiva Habitat si può osservare come il numero degli avvistamenti di *C.caretta* segua lo stesso andamento nelle stagioni, così come la primavera risulta essere la stagione a maggior numero di avvistamenti di plastica e attrezzi da pesca. Anche le zone di intersezione di *C.caretta* con la plastica e di *C.caretta* con gli attrezzi da pesca sulla griglia standard europea, sono maggiori nella stagione primaverile-estiva in entrambi i periodi. Possiamo quindi dedurre che il prossimo report sulla Direttiva Habitat (2019-2024) in uscita nel 2025, dovrebbe fornirci una valutazione non molto discordante da quello emerso dal rapporto precedente (2013-2018).

Sicuramente prendere in considerazione un periodo molto ampio, ci permette di avere informazioni più attendibili. Bisogna tenere in considerazione che questo tipo di analisi sono rappresentative di ciò che osserviamo in superficie. I rifiuti galleggianti in plastica e gli attrezzi da pesca, mentre vanno incontro al loro lungo processo di degradazione, tenderanno a spostarsi seguendo le correnti per poi arrivare a spiaggiarsi oppure a spostarsi in profondità andando ad alterare gli ecosistemi profondi, non essendo più osservabili nei monitoraggi da piattaforma mobile così come le tartarughe marine che stanziano a profondità maggiori.

Per avere una visione completa della distribuzione di *C. caretta* e dei rifiuti in tutto l'Adriatico, sarebbe utile analizzare anche la parte settentrionale di questo sottobacino, che in questo studio non è considerata in quanto non inclusa nella tratta stabilita dal progetto.

5. CONCLUSIONI

La tartaruga marina comune *C.caretta* è una specie molto vulnerabile e di interesse prioritario secondo la Direttiva Habitat (DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO, 21 maggio 1992); la “Lista rossa dei vertebrati italiani 2022”, aggiornata ogni dieci anni, la classifica come specie IN PERICOLO; il IV Rapporto Nazionale (2013-2018) di ISPRA classifica il suo stato come inadeguato e che richiede protezione a causa delle numerose minacce a cui è esposta.

La pesca intensiva, il degrado dell’habitat, il disturbo antropico e i rifiuti sono i principali pericoli per questa specie, come abbiamo visto infatti, sono presenti importanti aree di rischio in cui le zone dove la tartaruga marina comune è maggiormente presente, si sovrappongono a zone in cui i rifiuti in plastica e agli attrezzi da pesca sono abbondanti.

L’interesse e la sensibilizzazione verso la protezione dell’ambiente sono aumentati notevolmente negli ultimi anni grazie alla continua ricerca e al monitoraggio che ha permesso di aumentare le conoscenze in questo ambito. Numerose sono le direttive emanate dalla Comunità Europea a tutela e salvaguardia dell’ambiente e della biodiversità ma poche di queste vengono recepite dai vari stati e altre vengono recepite solo parzialmente.

Il programma LIFE, di cui fa parte il progetto che mi ha permesso di svolgere questo elaborato di tesi, è uno strumento fondamentale finanziato dall’UE a partire dal 1992 con lo scopo di garantire la protezione e la conservazione della natura e della biodiversità. È fondamentale investire in progetti di questo tipo e procedere così nel monitoraggio di questa specie in modo da acquisire dati che permettano di stabilire stime sempre più accurate della distribuzione, non solo nei bacini Adriatico e Ionio, ma di tutto il mar Mediterraneo; ugualmente importante è continuare a svolgere valutazioni quantitative e qualitative sul macro floating litter per cercare di ridurre questa minaccia che impatta altamente l’Adriatico e che ricordiamo rientra tra gli 11 descrittori della Marine Strategy Framework Directive (MSFD).

Senza queste importanti attività è difficile mettere in atto misure di conservazione che siano realmente efficaci.

6. BIBLIOGRAFIA

- Lionello, Piero, et al. "The Mediterranean climate: an overview of the main characteristics and issues." *Developments in earth and environmental sciences* 4 (2006): 1-26.
- Coll, Marta, et al. "The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats." *PloS one* 5.8 (2010): e11842.
- Sammartino, Michela, et al. "Retrieving Mediterranean Sea surface salinity distribution and interannual trends from multi-sensor satellite and in situ data." *Remote Sensing* 14.10 (2022): 2502.
- Lascaratos, Alex, et al. "Recent changes in deep water formation and spreading in the eastern Mediterranean Sea: a review." *Progress in oceanography* 44.1-3 (1999): 5-36.
- Grodsky, Semyon A., et al. "Eastern Mediterranean salinification observed in satellite salinity from SMAP mission." *Journal of Marine Systems* 198 (2019): 103190.
- Nagy, Hazem, Emanuele Di Lorenzo, and Ahmed El-Gindy. "The impact of climate change on circulation patterns in the Eastern Mediterranean Sea upper layer using Med-ROMS model." *Progress in Oceanography* 175 (2019): 226-244.
- Deudero, Salud, and Carme Alomar. "Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species." *Marine pollution bulletin* 98.1-2 (2015): 58-68.
- Compa, Montserrat, et al. "Risk assessment of plastic pollution on marine diversity in the Mediterranean Sea." *Science of the Total Environment* 678 (2019): 188-196.
- Ratheesh Kumar, R. "Sea turtle diversity and taxonomy." (2024): 114-121.
- Motani, Ryosuke. "The evolution of marine reptiles." *Evolution: Education and Outreach* 2 (2009): 224-235.
- Casale, Paolo, et al. "Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research." *Endangered species research* 36 (2018): 229-267.
- Rondini et al., "Lista rossa dei vertebrati italiani 2022", (2022)
- Grandi, María Florencia, et al. "Is recolonization pattern related to female philopatry? An insight into a colonially breeding mammal." *Mammalian Biology* 89 (2018): 21-29.
- Clusa, Marcel, et al. "Philopatry in loggerhead turtles *Caretta caretta*: beyond the gender paradigm." *Marine Ecology Progress Series* 588 (2018): 201-213.
- Arcangeli, Antonella, et al. "Amount, composition, and spatial distribution of floating macro litter along fixed trans-border transects in the Mediterranean basin." *Marine pollution bulletin* 129.2 (2018): 545-554.

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

Rapporti Direttive Natura (2013-2018) Sintesi dello stato di conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario e delle azioni di contrasto alle specie esotiche di rilevanza unionale in Italia ISPRA 2021

DIRETTIVA (UE) 2019/904 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 giugno 2019 sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente

Disposizioni per il recupero dei rifiuti in mare e nelle acque interne e per la promozione dell'economia circolare (legge «SalvaMare») DECRETO LEGGE 17 maggio 2022, n. 60

Russo, Aniello, and A. N. T. O. N. I. O. Artegiani. "Adriatic sea hydrography." *Scientia Marina* 60 (1996): 33-43.

Coll, Marta, et al. "The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats." *PloS one* 5.8 (2010): e11842.

Mohamed Shaltout, Anders Omstedt, Recent Sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea, *Oceanologia*, Volume 56, Issue 3, 2014.

Kalimeris, Anastasios, and Dimitris Kassis. "Sea surface circulation variability in the Ionian-Adriatic Seas." *Progress in Oceanography* 189 (2020): 102454.

LIFE20 NAT/IT/001371, CONCEPTU MARIS, MILESTONE A2.1 CM_ First draft protocol - data collection Protocols & Guidelines

Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE e Direttiva 09/147/CE) in Italia: ambiente marino, ISPRA 190/2019

MSFD Technical Group on Marine Litter, A Joint List of Litter Categories for Marine Macro litter Monitoring, Manual for the application of the classification system, 2021

Galgani, François. "Distribution, composition and abundance of marine litter in the Mediterranean and Black Seas." *CIESM Workshop Monograph*. Vol. 46. 2014.

Zambianchi, Enrico, et al. "Marine litter in the Mediterranean Sea: an oceanographic perspective." *Marine litter in the mediterranean and black seas ciesm workshop monograph*. CIESM Publisher, 2014.

Mansui, J., et al. "Predicting marine litter accumulation patterns in the Mediterranean basin: Spatio-temporal variability and comparison with empirical data." *Progress in Oceanography* 182 (2020): 102268.

Arcangeli, Antonella, et al. "A Stratified Systematic Monitoring to Detect Trends of Floating Marine Macro Litter in EU Italian Waters." *Available at SSRN 4888922*, 2024.

Zampollo, Arianna, et al. "Seasonal niche and spatial distribution modelling of the loggerhead (Caretta caretta) in the Adriatic and Ionian seas." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 32.7 (2022): 1141-1155.

Baldi, Giulia, et al. "Behavioural plasticity in the use of a neritic foraging area by loggerhead sea turtles: insights from 37 years of capture–mark–recapture in the Adriatic Sea (Mediterranean Sea)." *ICES Journal of Marine Science* 80.1 (2023): 210-217.

Mariani, Giulia, et al. "Dietary preferences of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) in two Mediterranean Feeding grounds: does Prey Selection Change with Habitat Use throughout their life cycle?." *Animals* 13.4 (2023): 654.

Baruffaldi, Matilde, et al. "Learning from *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) epibionts: a study from the Adriatic Sea." *Frontiers in Marine Science* 10 (2023): 1243153.

7. SITOGRAFIA

<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE20-NAT-IT-001371/conservation-of-cetaceans-and-pelagic-sea-turtles-in-med-managing-actions-for-their-recovery-in-sustainability>

https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en

<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/reporting-direttiva-habitat>

https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and-seas/eu-marine-strategy-framework-directive_en

https://environment.ec.europa.eu/topics/marine-environment/descriptors-under-marine-strategy-framework-directive_en#descriptor-10-marine-litter

<https://strategiamarina.isprambiente.it/descrittori-ges-e-traguardi-ambientali/>

https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en?prefLang=it&etrans=it

<https://dopa.jrc.ec.europa.eu/kcbd/actions-tracker/?etrans=it>

<https://temi.camera.it/leg19DIL/post/la-legge-salvamare.html>

<https://www.iucnredlist.org/species/3897/119333622>