Caratterizzazione ambientale dell'area marina interessata dall'esecuzione delle opere costiere localizzate presso il Comune di Ospedaletti.



Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato
00	29/07/2020	Emissione interna	M. Previati	U. Pantaleo M. Palma	-
01	11/08/2020	Emissione per commenti	M. Previati	U. Pantaleo M. Palma	M. Previati

---

Committente: Comune di Ospedaletti
Relazione n°: 04-2020
Area di lavoro: Ospedaletti (IM)
Riferimento:DETERMINAZIONE AREA TECNICA-N. 96 DEL 05/06/2020 - CIG Z982D365BF

U.BI.CA. S.r.l.
Via San Siro 6/1, 16124
Genova – Italy
Tel. +39 338 474 9026
Email: info@ubicasrl.com

1. Premessa 2
2. Aree d'indagine 3
3. Procedure di acquisizione dei dati 6
3.1 Personale coinvolto 6
3.2 Attività di campo 6
4. Analisi e Risultati 9
4.1 Il posidonieto costiero 9
Rilievo aereo con drone 9
Rilievi puntiformi per la caratterizzazione del posidonieto costiero 10
4.2 Il prato di Cymodocea nodosa 11
4.3 I posidonieti del largo 14
Limiti superiore ed inferiore del posidonieto 14
Conta dei fasci fogliari e stime di densità della prateria 14
4.3.1 Area di levante (Area 1) 15
Il limite superiore 15
La zona centrale 16
Il limite inferiore 19
4.3.2 Area Ponente (Area 2) 21
Il limite superiore 25
La zona centrale 25
Il limite inferiore 25
4.4 Flora e fauna associate 27
5. Conclusioni 29
Bibliografia 31

1. Premessa

A seguito della Determinazione N. 96 del 05 giugno 2020 avente ad oggetto "Lavori di difesa della costa e dell'abitato seguito eventi meteorologici avversi del 29 e 30 ottobre 2018 - I lotto : realizzazione di tre pennelli ortogonali a contenimento del materiale versato ad iniziale delimitazione delle celle - intervento inserito nel piano di cui al DCD n. 8/2020 - Affidamento incarichi tecnici vari per esecuzione di attività complementari alla progettazione esecutiva ed integrazione incarico ditta Geocoste S.n.c.", la U.BI.CA. S.r.l. è risultata affidataria dell'incarico relativo alle attività di caratterizzazione ambientale dell'area marina interessata dall'esecuzione delle opere costiere localizzate presso il Comune di Ospedaletti.

La ditta ha quindi pianificato e condotto un'indagine mediante l'esecuzione di rilievi subacquei e aerei finalizzata alla caratterizzazione delle biocenosi presenti nei fondali marini antistanti il tratto costiero del Comune di Ospedaletti (IM), ponendo particolare attenzione alla presenza di formazioni sommerse di interesse naturalistico e/o paesaggistico quali le praterie a *Posidonia oceanica* (Allegato I della Direttiva Habitat 92/43 CEE) e i prati di *Cymodocea nodosa* (inclusa tra le specie minacciate dell'Annesso II del Protocollo per la Biodiversità SPA/BIO della Convenzione di Barcellona).

Le metodologie applicate hanno preso in considerazione il piano di monitoraggio delle praterie di *P. oceanica* previsto dalla Regione Liguria (comunemente utilizzato per la gestione dei SIC liguri e come strumento per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale), le "Metodologie analitiche di riferimento" del Ministero dell'Ambiente e della Difesa del Territorio (Cicero e Di Girolamo, 2001) e i metodi indicati nel volume "Sistema a Fanerogame marine" (Buia et al., 2003). Tali documenti individuano l'elenco dei parametri da determinare, gli strumenti di indagine, le procedure di analisi e i parametri per la definizione della condizione delle praterie a fanerogame.

2. Aree d'indagine

L'area di indagine si estende lungo il tratto costiero compreso nel Comune di Ospedaletti per una lunghezza lineare di circa 2.400 m (figura 1 e 2).
L'intera zona è caratterizzata al centro e a levante da diversi tratti di arenili, ognuno delimitato da opere di difesa trasversali (pennelli), e, a ponente, da un porticciolo in disuso posto sotto sequestro dall'Autorità Giudiziaria.



Figura 1 - Tratto costiero di levante oggetto dell'indagine.



Figura 2 - Tratto costiero di ponente oggetto dell'indagine.

L'area in oggetto presenta un fondale sabbioso in prossimità della linea di riva, con affioramenti rocciosi localizzati nella zona di levante sui quali si sviluppa una piccola prateria costiera di *P. oceanica.*
Di fronte all'area di indagine, dalla batimetrica di circa -8 m, si estende il SIC marino IT1316274 denominato "Fondali di San Remo - Arziglia" (figura 3) che occupa una superficie marina di 564 ettari e prevalentemente caratterizzato da un posidonieto (circa 471 ettari). Secondo quanto riportato dalla Regione Liguria nello "Standard data form - Natura 2000", la prateria di *P. oceanica* davanti al Comune di Ospedaletti ha subìto in tempi passati una notevole riduzione della propria estensione ed è caratterizzata da un andamento fortemente irregolare con ampie zone a "matte" morta. Tra la linea di riva e il SIC,il fondale prevalentemente sabbioso è spesso colonizzato dalla fanerogama *C. nodosa* che forma estesi prati seppur talvolta radi.

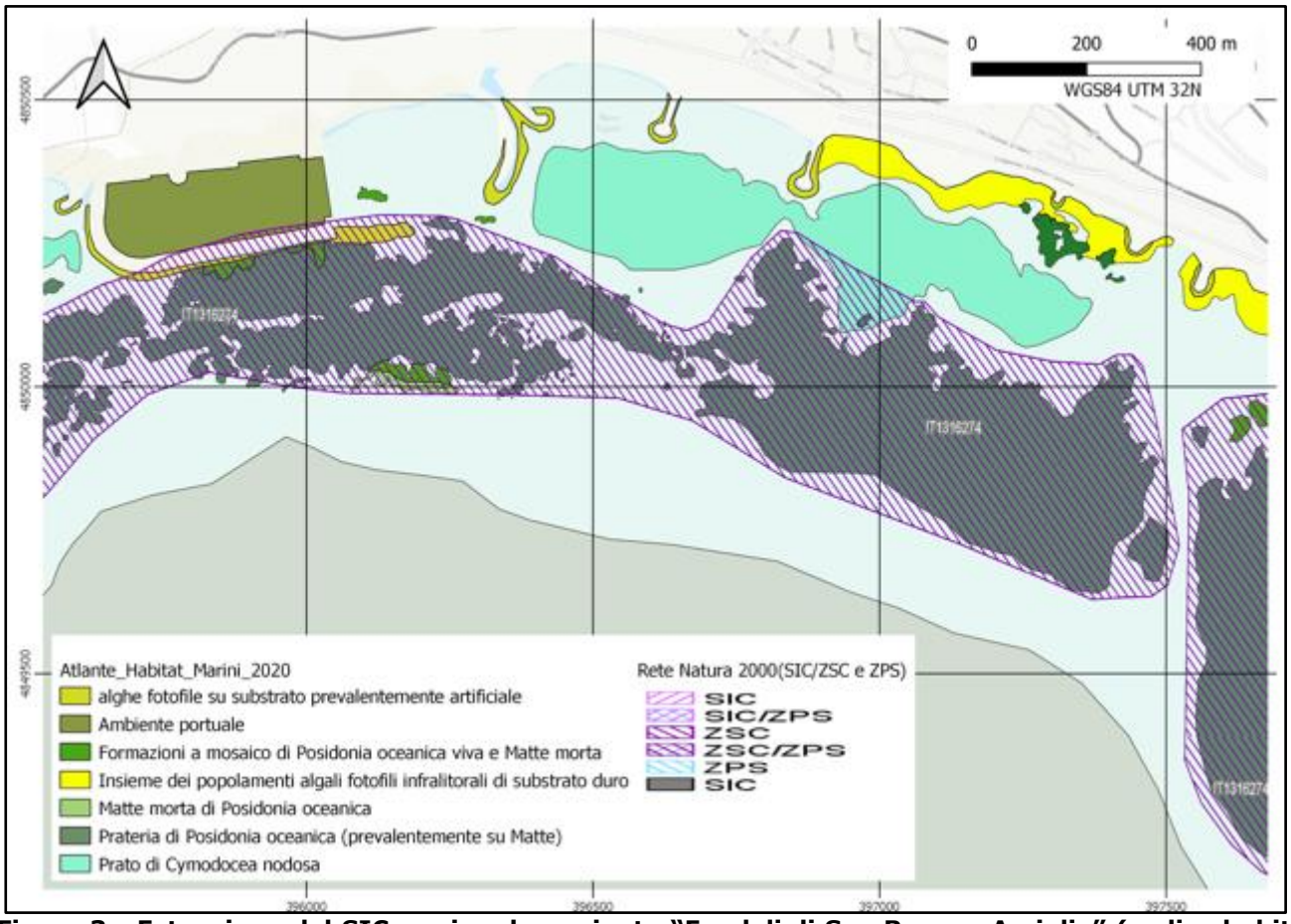


Figura 3 - Estensione del SIC marino denominato "Fondali di San Remo - Arziglia" (codice habitat IT1316274) (cartografia regionale aggiornata al 2016).

Sulla base del documento redatto da Regione Liguria "Misure di Conservazione sito specifiche per i SIC marini liguri", i posidonieti di questo tratto di costa risultano in stato di conservazione soddisfacente, sebbene siano stati segnalati casi di pesca a strascico abusiva presso il limite inferiore di distribuzione dell'habitat. Inoltre, lungo il tratto costiero, sono da segnalare oltre alle importanti opere marittime (ad

esempio le opere di difesa costiera sia ortogonali che parallele) anche alcune antiche grandi discariche costiere di inerti non più attive.

3. Procedure di acquisizione dei dati

3.1. Personale coinvolto

Le attività pianificate sono state realizzate sia da imbarcazione che in immersione subacquea da tre Operatori Scientifici Subacquei (OSS) con certificazione Advanced European Scientific Diver rilasciata da AIOSS (Associazione Italiana Operatori Scientifici Subacquei) secondo gli standard dell'European Scientific Diving Panel, accompagnati da un Operatore Tecnico Subacqueo (OTS) (tabella 1). Le immersioni sono state condotte nel rispetto degli standard di sicurezza definiti dalle "Buone prassi per lo svolgimento in sicurezza delle attività subacquee di ISPRA e delle Agenzie Ambientali" (ISPRA, 2013).

Tabella 1 - Elenco del personale coinvolto.

Personale	Mansione
Dott.ssa Monica Previati	Project manager Operatore Scientifico Subacqueo Redazione tecnico/scientifica finale QA/QC
Dott. Ubaldo Pantaleo	Operatore Scientifico Subacqueo Pilota Drone Processing dati foto/video Tecnico cartografo Redazione tecnico/scientifica finale
Dott. Marco Palma	Operatore Scientifico Subacqueo Processing dati foto/video Tecnico cartografo Redazione tecnico/scientifica finale
Fabio Rossetto	Operatore Tecnico Subacqueo Assistente alle attività di campo Conduzione imbarcazione

I rilievi sul campo sono stati effettuati tra il 24 e il 26 giugno 2020.

3.2. Attività di campo

Ai fini della realizzazione del presente studio, l'area di indagine è stata suddivisa in due sottoaree: Area 1, corrispondente alla zona localizzata a levante del porticciolo in disuso, e Area 2 prospiciente lo stesso porticciolo. All'interno delle due aree sono state quindi pianificate le attività elencate in tabella 2 tenendo in considerazione le informazioni fornite dalla committenza insieme con i dati cartografici già disponibili (figura 4):

Tabella 2: Elenco delle attività pianificate.

Area	Attività	Descrizione
Area 1 (Levante)	Rilievi aerei per la perimetrazione del posidonieto costiero	n. 1 rilievo aereo con drone finalizzato alla perimetrazione del posidonieto costiero presente nell'area di interesse fino alla profondità orientativa di 5 m e a valutarne l'estensione.
	Rilievi puntiformi per la caratterizzazione del posidonieto costiero	n.1 rilievo puntiforme alla profondità compresa tra 3 m e 5 m, realizzato in immersione subacquea, all'interno della macchia costiera di Posidonia e finalizzato alla caratterizzazione e valutazione dello stato di conservazione.
	Rilievi video georeferenziati lungo transetti paralleli a costa per l'analisi del prato a *Cymodocea nodosa*	n.2 transetti paralleli a costa della lunghezza di circa 1.100 metri ciascuno, alle profondità di circa 5 m e 8 m, realizzati mediante fotocamera filoguidata al traino, finalizzati a verificare l'estensione dei prati di *Cymodocea nodosa*, dei banchi di sabbia e di altre eventuali formazioni.
	Rilevamento del limite superiore del posidonieto del largo	n.1 percorso lungo il limite superiore della prateria di *P. oceanica* realizzato in immersione subacquea mirato a valutare eventuali scostamenti rispetto alla cartografia regionale e descriverne le caratteristiche.
	Rilevamento del limite inferiore del posidonieto del largo	n.3 rilievi puntiformi sul limite inferiore del posidonieto del largo mirati a descriverne le caratteristiche.
	Rilievi puntiformi per la caratterizzazione del posidonieto del largo	n.3 rilievi puntiformi alla profondità di 15 m realizzati in immersione subacquea finalizzati alla caratterizzazione del posidonieto del largo e alla valutazione delle sue condizioni.
	Analisi della fauna associata alla prateria di *P. oceanica*	Osservazioni *in situ* durante tutte le indagini finalizzate alla descrizione della fauna associata ai posidonieti.
	Rilevamento del limite superiore del posidonieto	n.1 percorso lungo il limite superiore della prateria di *P. oceanica* realizzato in immersione subacquea mirato a valutare eventuali scostamenti rispetto alla cartografia regionale e descriverne le caratteristiche.

Area 2 (Ponente)	Rilevamento del limite inferiore del posidonieto	n.3 rilievi puntiformi sul limite inferiore del posidonieto del largo mirati a descriverne le caratteristiche.
	Rilievi puntiformi per la caratterizzazione del posidonieto	n.3 rilievi puntiformi alla profondità di 15 m realizzati in immersione subacquea finalizzati alla caratterizzazione del posidonieto del largo e alla valutazione delle sue condizioni.
	Analisi della fauna associata alla prateria di *P. oceanica*	Osservazioni *in situ* durante tutte le indagini finalizzate alla descrizione della fauna associata ai posidonieti.

Durante le attività è stata raccolta documentazione video-fotografica georiferita che è stata processata ed analizzata ai fini della caratterizzazione ambientale dell'area di interesse. I dettagli delle modalità operative e di analisi nonché i risultati ottenuti sono di seguito riportati nelle specifiche sezioni.

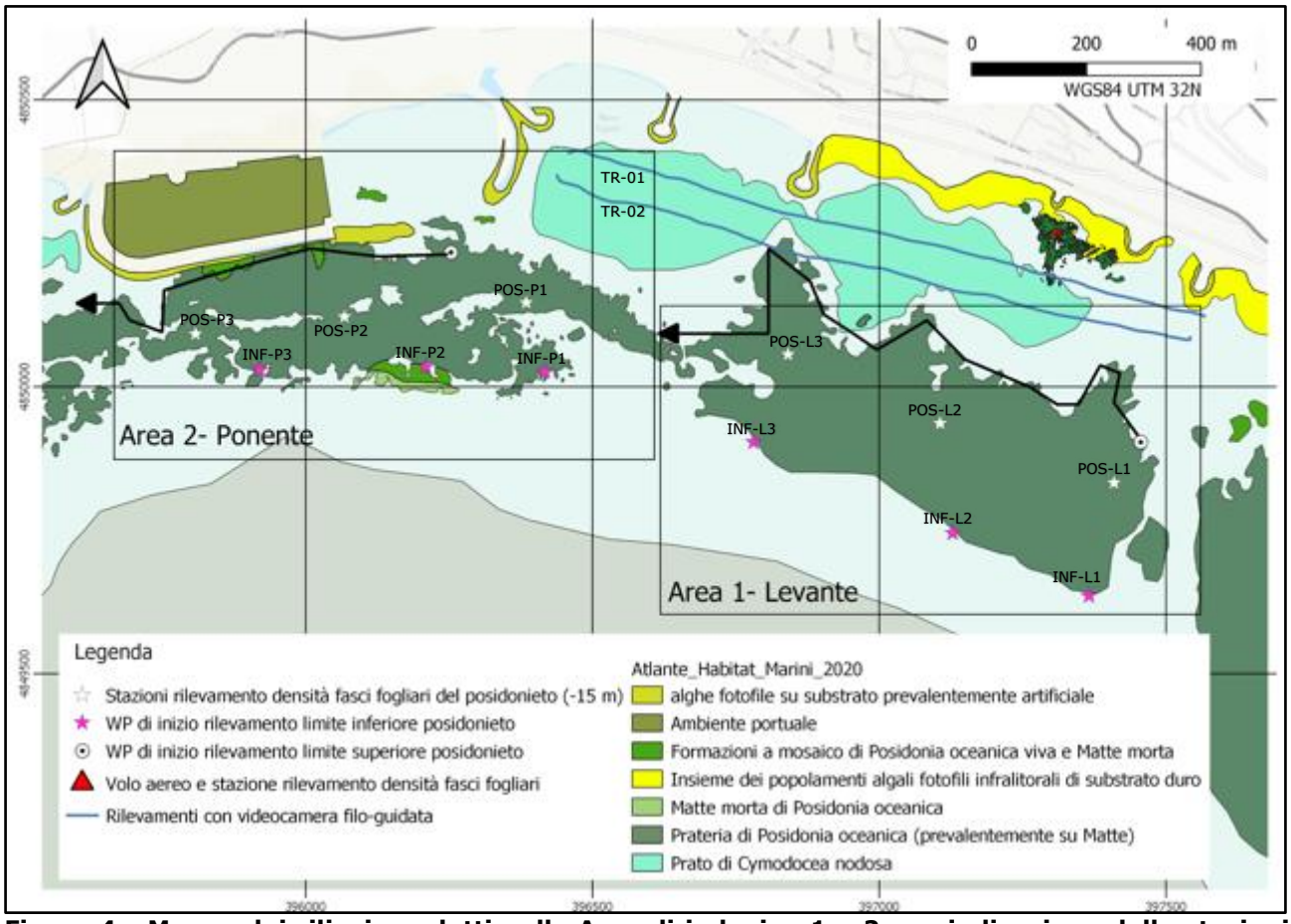


Figura 4 - Mappa dei rilievi condotti nelle Aree di indagine 1 e 2 con indicazione delle stazioni di monitoraggio della densità e del ricoprimento percentuale di *P. oceanica*; i punti di indagine lungo il limite inferiore, i percorsi pianificati lungo il limite superiore, i voli aerei e i video transetti paralleli a costa lungo i quali sono stati condotti rilievi fotografici e fotogrammetrici georeferenziati.

4. Analisi e Risultati

4.1. Il posidonieto costiero

i. Rilievo aereo con drone

Un rilievo fotografico aereo finalizzato alla perimetrazione della macchia di *Posidonia oceanica* presente in prossimità della costa all'interno dell'Area 1, è stato effettuato utilizzando un drone Parrot Anafi. Le immagini georeferenziate raccolte, dalla risoluzione di 21 megapixel ciascuna, sono state ortorettificate e processate mediante software di fotogrammetria digitale allo scopo di ottenere un fotomosaico dell'intera area rilevata alla risoluzione di 1 cm/pixel. L'orto-mosaico è stato successivamente digitalizzato in ambiente GIS per generare i poligoni di perimetrazione delle aree colonizzate da *P. oceanica* (figura 5).
E' stata quindi valutata l'estensione della prateria costiera allo scopo di monitorare eventuali regressioni ascrivibili ai lavori previsti per la realizzazione delle opere programmate.

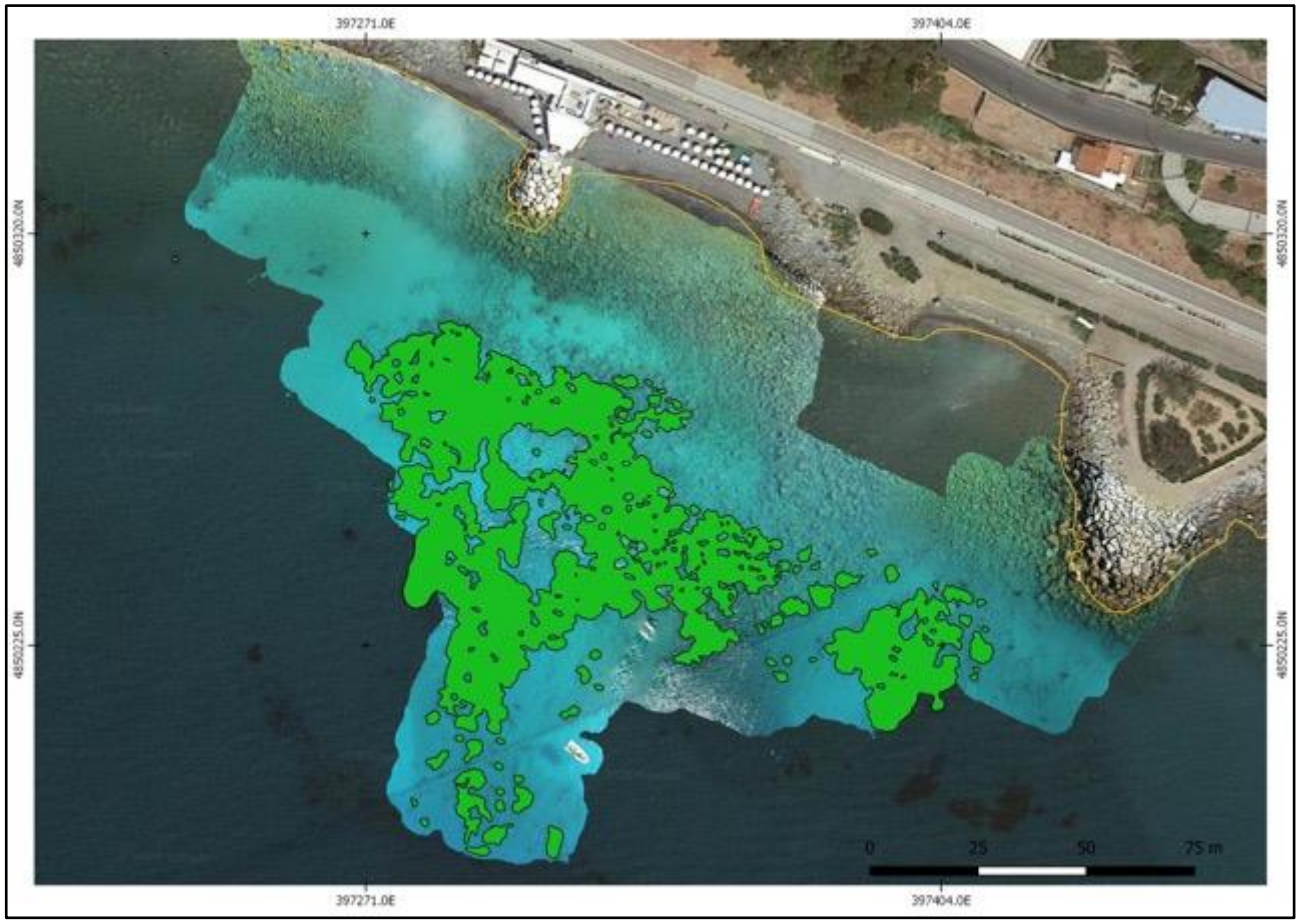


Figura 5 - Orto-fotomosaico del posidonieto costiero con indicazione dei poligoni di perimetrazione.

In dettaglio, la *P. oceanica* occupa fondali compresi tra circa 2,5 m e 6,5 m di profondità, ad una distanza minima dalla linea di riva di circa 35 m e presenta

un'estensione calcolata di 4.697 m_2**.** La conformazione della macchia è fortemente irregolare con alternanza di lenti di sabbia e affioramenti rocciosi privi della fanerogama. L'area in questione è attraversata obliquamente da una condotta che si protende verso il largo in direzione Nord-Est / Sud-Ovest.
Dal confronto della mappa ottenuta da digitalizzazione delle aree a Posidonia rilevate tramite volo aereo con la carta regionale delle biocenosi (Atlante degli Habitats Marini, 2020), emerge una più elevata risoluzione che consente di apprezzare nel dettaglio la distribuzione delle chiazze di posidonia anche di piccole dimensioni (<1 metro di diametro). Non sono comunque da evidenziare discordanze significative tra le due fonti (figura 6).

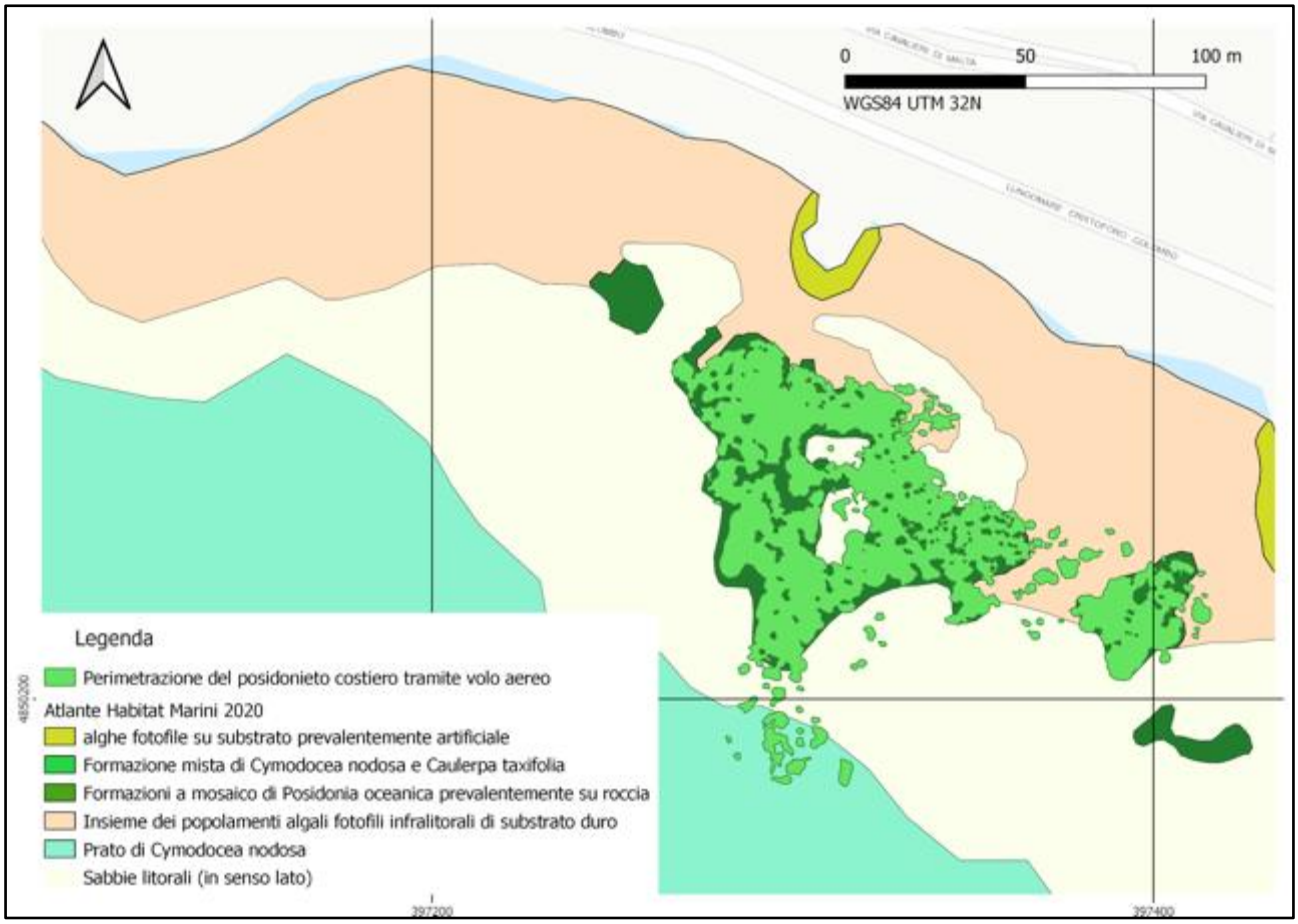


Figura 6 - Mappa di confronto della perimetrazione del posidonieto costiero riportato nell'Atlante degli Habitat Marini della Regione Liguria con le formazioni costiere a posidonia digitalizzate a seguito dell'analisi dell'orto-fotomosaico.

ii. Rilievi puntiformi per la caratterizzazione del posidonieto costiero

Nell'area del posidonieto costiero è stata eseguita la stima della densità dei fasci fogliari su quadrati standard di 40 cm x 40 cm. I quadrati di campionamento sono stati posizionati randomicamente nell'area e 5 repliche sono state eseguite a profondità comprese tra 5.1 e 6.7 metri.
Congiuntamente è stata eseguita la stima del ricoprimento percentuale in un intorno di 5 metri di raggio.

Nell'area indagata, il posidonieto risulta avere un numero medio di fasci fogliari per metro quadro di 407.5 (±57.5). Tale valore definisce praterie in soddisfacente stato di conservazione (tabella 4). L'area presenta formazioni di posidonia fortemente frammentata in accordo con la complessità morfologica e geologica di questo tratto di fondale costiero. Parte del posidonieto è cresciuto su roccia e parte su fondo sabbioso. Di frequente è possibile osservare un cuscino di "matte" basale su cui la fanerogama poggia. Raramente si riscontra un ricoprimento totale del fondale, piuttosto l'alternanza di lenti e canali sabbiosi e di massi emergenti riducono i valori di ricoprimento percentuale fino al 50%.

4.2. Il prato di *Cymodocea nodosa* b.

Cymodocea nodosa (Ucria) (Ascherson 1870) è una specie di origine tropicale (Buia e Giaccone, 2008) ampiamente distribuita in tutto il Mediterraneo, dalle zone subtidali poco profonde fino a 40 m di profondità (Buia et al., 2003).
Vista la sua crescita rapida, la sua adattabilità e la sua capacità di tollerare diverse condizioni ambientali, è considerata una specie pioniera, atta a colonizzare rapidamente le aree nude del fondale marino; la si può trovare, infatti, anche in zone con acque a bassa salinità come le lagune e in fondali con ridotta quantità di ossigeno disciolto (talvolta anche in condizioni anossiche), tipici ad esempio di bacini chiusi e/o inquinati. A differenza della *P. oceanica*, forma praterie anche molto estese, ma sempre apparentemente rade poiché le piante sono esili e distanziate l'una dall'altra. Seppur in maniera più limitata rispetto alla *P. oceanica*, contribuisce alla stabilizzazione dei sedimenti marini e assolve a diverse funzioni ecosistemiche (e.g. rifugio, produzione di ossigeno).
L'associazione a *C. nodosa* è una delle biocenosi che identificano l'habitat di importanza comunitaria 1110 " Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina " (direttiva Habitat 92/43/CEE) e rappresenta un habitat considerato rimarchevole dal protocollo RAC-SPA (Molin e Bruno, 2013).
Al fine di verificare la presenza e l'estensione dell'areale di distribuzione di *C. nodosa*, sono stati realizzati e analizzati n.2 video-transetti georiferiti, paralleli alla costa, per una lunghezza di circa 1.100 m ciascuno, rispettivamente alle profondità di 5,5 m (TR-01) e 8 m (TR-02), mediante impiego di videocamera filoguidata al traino (figura 7A).



A B

Figura 7 - A) Videocamera filoguidata impiegata per la raccolta dati lungo transetti paralleli a costa (a sinistra). B) Fotogramma estratto dalle riprese video che mostra il prato di *C. nodosa* in un tratto di fondale sabbioso lungo il transetto TR-01.

Le immagini georeferenziate, oltre ad essere utilizzate per fornire una visione su ampia scala della distribuzione delle biocenosi presenti nell'area e della tipologia di fondale tra la riva e il limite superiore della prateria a *P. oceanica*, sono state utili a verificare la distribuzione di *C. nodosa*.
L'analisi delle riprese video rivelano la presenza di un fondale prevalentemente sabbioso su cui si instaura un prato di *C. nodosa* generalmente rado con zone caratterizzate da una relativamente maggiore densità dei fasci fogliari (figura 7B). Il limite superiore sembra attestarsi tra i 4 e 5 m di profondità, mentre il limite profondo del prato sembra quasi giungere sino al limite superiore della prateria di *P. oceanica*. L'unico tratto caratterizzato dalla presenza di affioramenti rocciosi viene osservato lungo il transetto TR-01 in corrispondenza della macchia costiera di *P. oceanica* descritta nel precedente paragrafo.
I rilievi condotti confermano la presenza di *C. nodosa* sui tratti di fondali indagati e il mantenimento della superficie dell'areale occupato dalla fanerogama rispetto a quanto riportato nella cartografia regionale (Atlante degli habitat marini della Liguria aggiornato al 2020) (figura 8). Le video-riprese realizzate lungo il transetto TR-02 rivelano inoltre la presenza di *C. nodosa* immediatamente a levante dell'area di indagine (presenza di cui non si trova riferimento nei repertori cartografici regionali). Questo dato viene riportato come nota informativa in quanto il tratto di fondale in questione non ricade nell'area di indagine del presente studio.

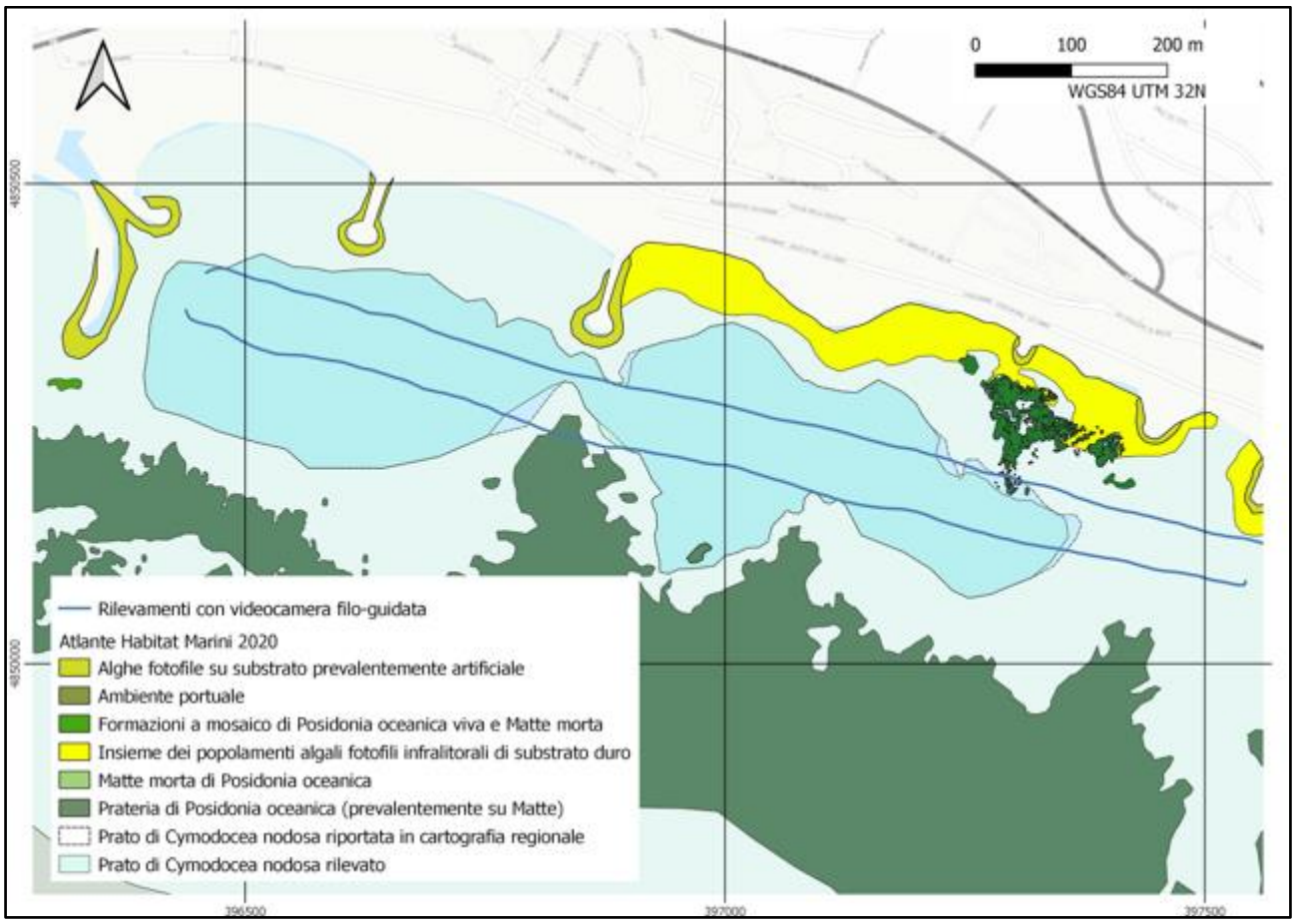


Figura 8- Confronto tra le biocenosi marine rilevate nel presente studio e quelle pubblicate nell'Atlante degli habitat marini della Liguria aggiornato al 2020.

4.3. I posidonieti del largo

i. Limiti superiore ed inferiore del posidonieto

La mappatura dei limiti superiore e inferiore della prateria a *P. oceanica* del largo è stata realizzata in immersione subacquea mediante ausilio di scooter subacqueo Xtras CUDA 650 con GPS Garmin E-Trex 32x posto su boa di segnalazione al traino (figura 9). La fotocamera è stata sincronizzata con l'ora del GPS, consentendo di collezionare foto georeferenziate lungo tutti i percorsi effettuati. La posizione dell'operatore subacqueo rispetto alla boa di segnalazione è stata ricavata mediante applicazione di un algoritmo di sincronizzazione del profilo di immersione (scaricabile dai computer subacquei utilizzati) e della traccia GPS. La documentazione video/fotografica raccolta, sincronizzata con il GPS, è stata quindi analizzata ai fini della descrizione delle caratteristiche del limite superiore del posidonieto.

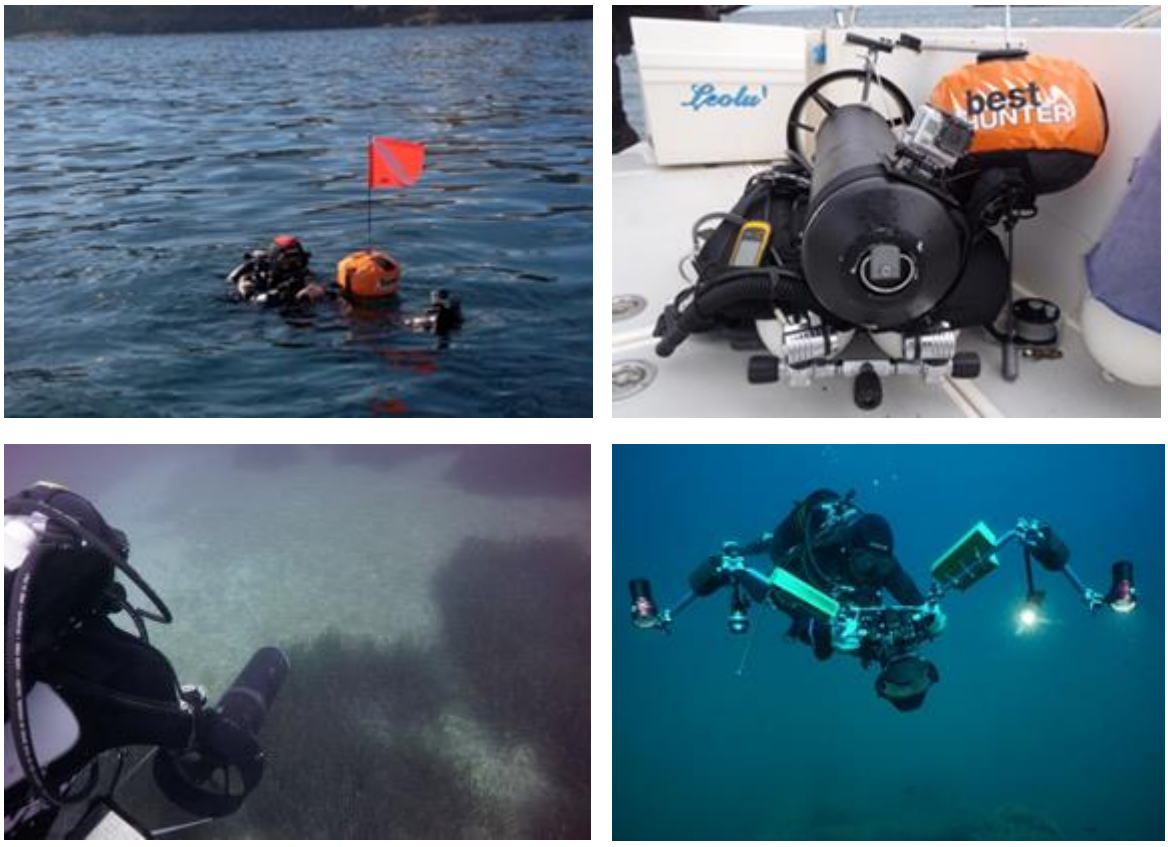


Figura 9 – Equipaggiamento e attrezzature utilizzate durante i rilevamenti.

ii.

iii. Conta dei fasci fogliari e stime di densità della prateria

Le analisi *in situ* sulla prateria di *P. oceanica* sono state realizzate tenendo in considerazione il piano di monitoraggio delle praterie previsto dalla Regione Liguria (comunemente utilizzato per la gestione dei SIC liguri e come strumento per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale), le "Metodologie analitiche di riferimento" del Ministero dell'Ambiente e della Difesa del Territorio (Cicero e Di Girolamo, 2001) e i metodi indicati nel volume "Sistema a Fanerogame marine"

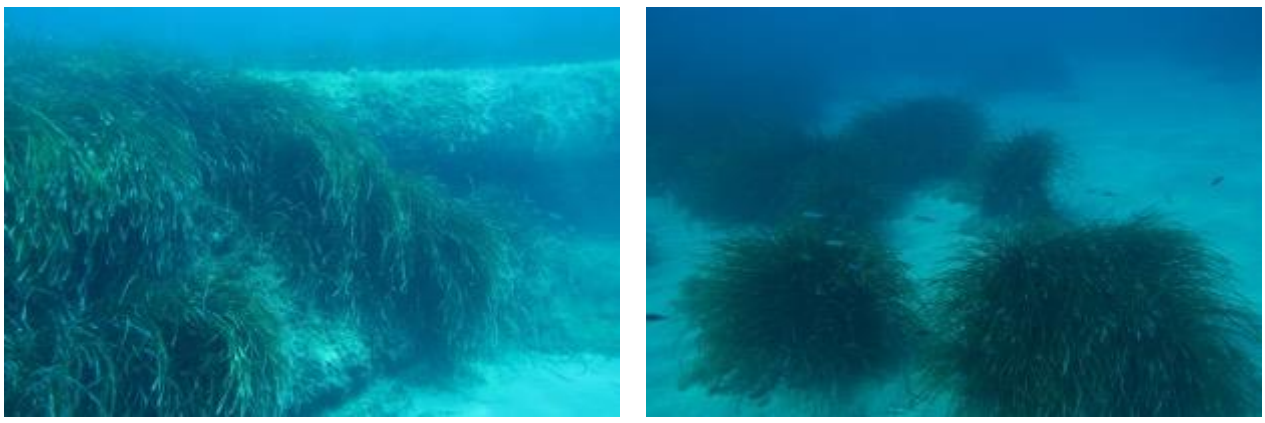
(Buia *et al.*, 2003). I dettagli delle procedure adoperate in ciascuna stazione sono le medesime di quelle descritte alla sezione "Rilievi puntiformi per la caratterizzazione del posidonieto costiero" (Capitolo 4.1).

iv. 4.3.1 Area di levante (Area 1)

v. Il limite superiore

In totale è stata percorsa una distanza di 1366 m lungo il limite superiore.
Nell'area di levante il limite superiore si attesta ad una profondità compresa tra 7 e 12 m. Percorrendo il limite verso ponente, la profondità inizialmente registrata di -8 metri, diminuisce gradualmente fino a circa -10 m per poi risalire a circa -7 metri in corrispondenza di un pennello artificiale che sporge dalla linea di riva per circa 50 metri. Quest'ultimo è il tratto in cui la fanerogama si protrae più vicino a costa. Proseguendo a levante, il limite superiore torna a maggiori profondità fino a raggiungere i -14 m nella zona in cui la prateria si restringe a formare una fascia di pochi metri lasciando spazio a corridoi e lenti sabbiose (figura 11).

Il limite si presenta generalmente compatto con un marcato gradino di matte a segnare l'inizio del posidonieto dal fondo sabbioso costiero. Cordoni sabbiosi e patches isolate di posidonia sono distribuite omogeneamente lungo l'area indagata. Non sono state registrate anomalie di regressione evidenti, indicate per esempio da aree di emersione di matte dal fondo sabbioso. Proseguendo verso ponente il limite diventa più frastagliato e la frammentazione del posidonieto maggiore (figura 10; 11).



A B

Figura 10 - A) Limite superiore del posidonieto con gradino di "matte" nella porzione più orientale in prossimità della condotta dell'acquedotto. B) Limite superiore nella zona di ponente caratterizzato da elevata frammentazione e discontinuità.

Dal confronto tra il limite superiore rilevato in immersione e la cartografia regionale, non sembrano emergere significative differenze. Le poche divergenze sono probabilmente da attribuire al differente metodo di rilevamento utilizzato per tracciare il limite. (figura 11).

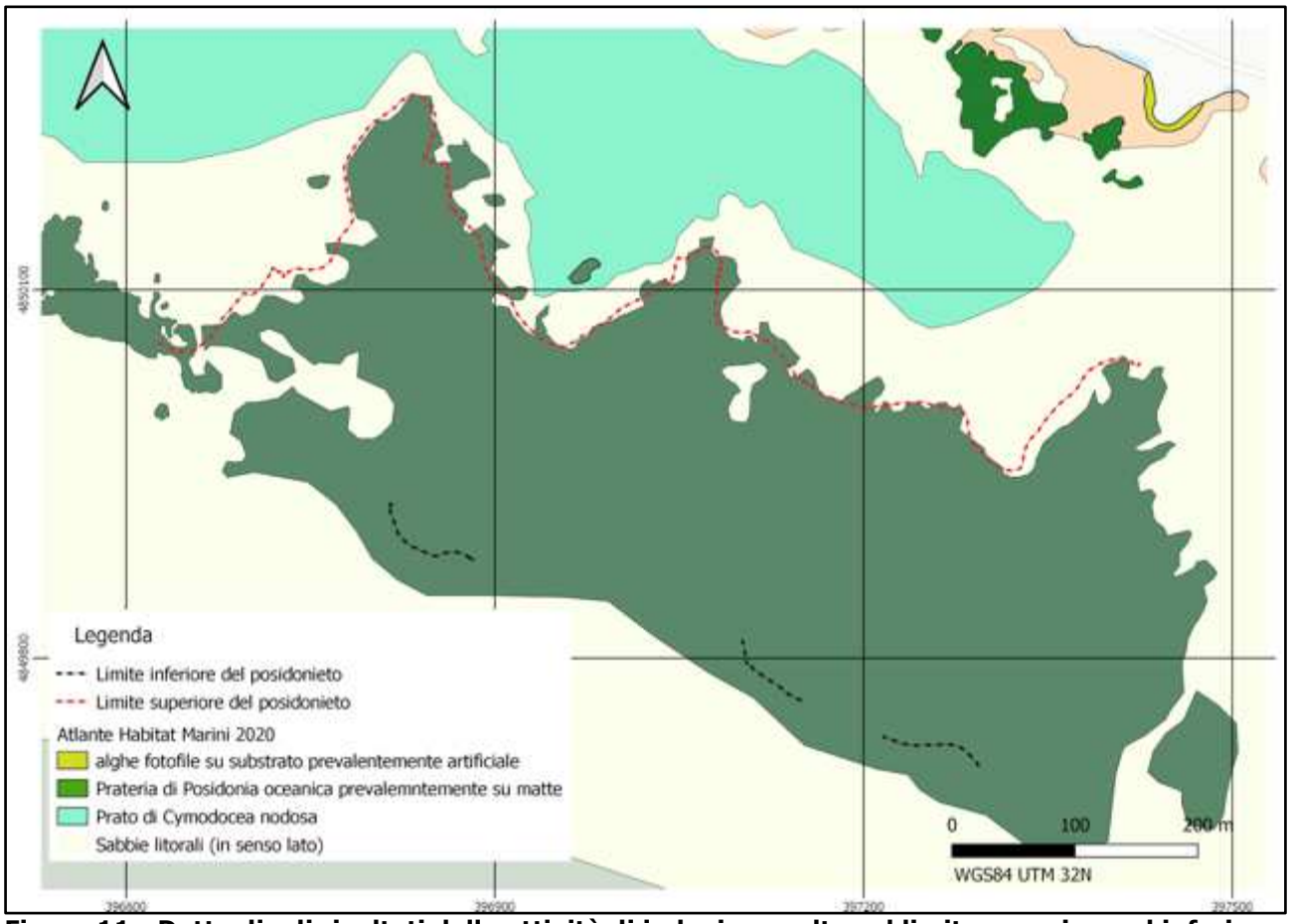


Figura 11 - Dettaglio di risultati delle attività di indagine svolte sul limite superiore ed inferiore del posidonieto nell'Area 1 di levante.

vi.La zona centrale

Ai fini della valutazione dello stato di conservazione della prateria in questione sono state realizzate tre immersioni alla profondità di circa 15 m mirate alla stima sia della densità dei fasci fogliari per unità di superficie sia del ricoprimento percentuale di *P. oceanica* viva in un intorno di 5 m di raggio (tabella 5).
I valori di ricoprimento percentuale sono stati stimati tramite rilevamento visivo *in situ* ad opera di due operatori subacquei (Montefalcone, 2009b) posizionati a circa 2 m di altezza dal fondo.
Sulla base delle indicazioni regionali (Regione Liguria, 2003), è stato introdotto un fattore di correzione nei valori medi calcolati di ricoprimento del fondo, nel caso in cui le praterie si sviluppino entro la batimetrica dei -10 m, finalizzato ad un maggiore grado di tutela. Il fattore di correzione viene quindi applicato ai valori di ricoprimento del fondo (R) secondo la seguente formula:

$$R \text{ corretto} = R + R\,(100 - R)/100$$

La densità della prateria, ovvero il numero di fasci fogliari per unità di superficie, convenzionalmente 1 m_2, è stata ottenuta dopo aver lasciato cadere, in modo casuale al di sopra della prateria, una cornice quadrata di 40 cm × 40 cm, in un

numero di repliche per ogni stazione pari a 5 (Panayotidis et al., 1981; Pergent et al., 1995).



Figura 12 - Operatore scientifico subacqueo impegnato nella conta dei fasci fogliari.

La valutazione dello stato di salute della prateria è stata condotta facendo riferimento sia alla classificazione sulla base del numero di fasci fogliari per m^2 (da Giraud, 1977) (tabella 3), sia al metodo proposto dalla Regione Liguria che tiene conto del numero di fasci fogliari per metro quadrato e della profondità alla quale i conteggi sono stati effettuati (Gambi e Dappiano, 2003) (tabella 4).

Tabella 3: Classificazione della densità di *P. oceanica* in base al numero di fasci fogliari per m^2 (da Giraud, 1977).

DENSITÀ fasci*m^{-2}	CLASSE
> 700 fasci*m^{-2}	Classe I: prateria molto densa
400-700 fasci*m^{-2}	Classe II: prateria densa
300-400 fasci*m^{-2}	Classe III: prateria rada
150-300 fasci*m^{-2}	Classe IV: prateria molto rada
50-150 fasci*m^{-2}	Classe V: semiprateria
< 50 fasci*m^{-2}	Classe VI: ciuffi isolati

Tabella 4: Classificazione delle praterie proposta dalla Regione Liguria (Gambi e Dappiano, 2003).

Densità della Posidonia (N.fasci fogliari/m2)			
Profondità (m)	Conservazione non soddisfacente	Conservazione soddisfacente	Conservazione eccezionale
0-3	<550	da 550 a 900	>900
3,01-5	<420	da 420 a 700	>700
5,01-7	<330	da 330 a 600	>600
7,01-10	<240	da 240 a 500	>500
10,01-14	<160	da 160 a 400	>400
14,01-18	<90	da 90 a 350	>350
18,01-23	<30	da 30 a 280	>280
>23,01	<10	da 10 a 200	>200

Quest'area, in tutte le stazioni di campionamento, mostra un ricoprimento percentuale (corretto secondo il fattore di correzione R proposto dalla Regione Liguria) superiore al 98%, e una densità media di fasci fogliari per m2 tipica di zone a conservazione eccezionale (tabella 4) (figura 13; 14).
Da un'analisi più dettagliata si osserva che il ricoprimento percentuale si mantiene costante in tutte le stazioni di campionamento, mentre i valori di densità media risultano più alti in corrispondenza della stazione POS-L1 (tabella 5) (figura 14), sebbene in tutti i casi lo stato di conservazione si possa considerare eccezionale.

Tabella 5: Stazioni di campionamento (sigla e profondità media), valori di ricoprimento percentuale medio corretto secondo il fattore di correzione (R) previsto da Regione Liguria (2003) e densità media dei fasci per m2 rilevati per l'Area 1.

Stazioni (nome e profondità media)	**Ricoprimento percentuale medio**	**Densità media per m2**
POS-L1 (15,02m)	99,7±0,48	636,25±81,66
POS-L2 (15,12m)	98,4±1,71	497,51±126,29
POS-L3 (15,32m)	99,0±1,15	503,75±190,68

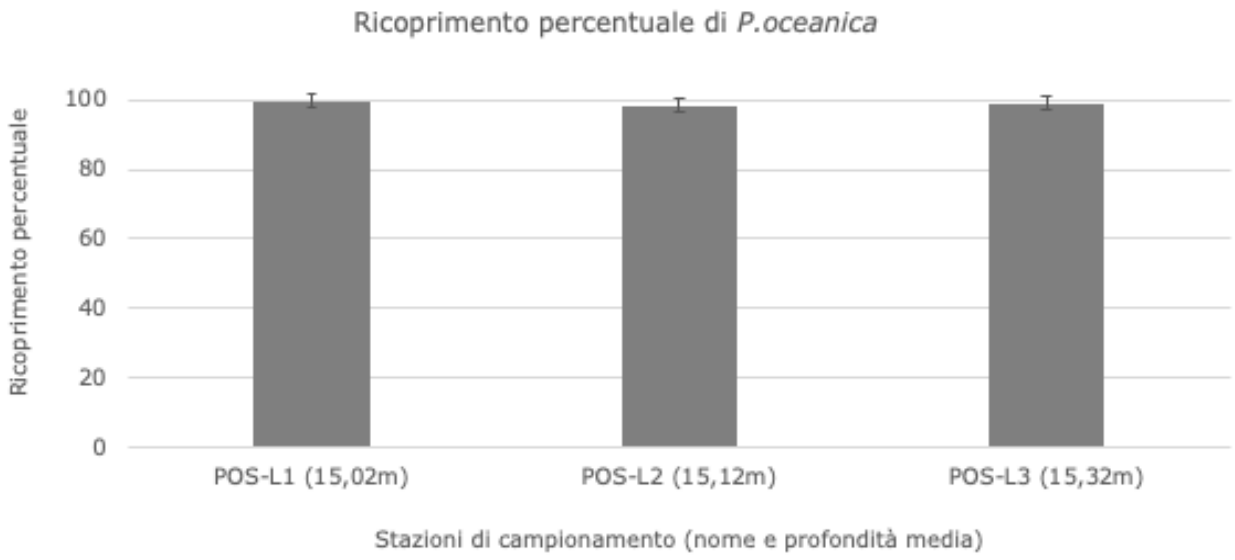


Figura 13 - Grafico della percentuale media di ricoprimento della *P. oceanica* nell'Area 1, corretto secondo il fattore di correzione applicato ai valori di ricoprimento del fondo (R) (Regione Liguria, 2003) nelle tre stazioni di campionamento.

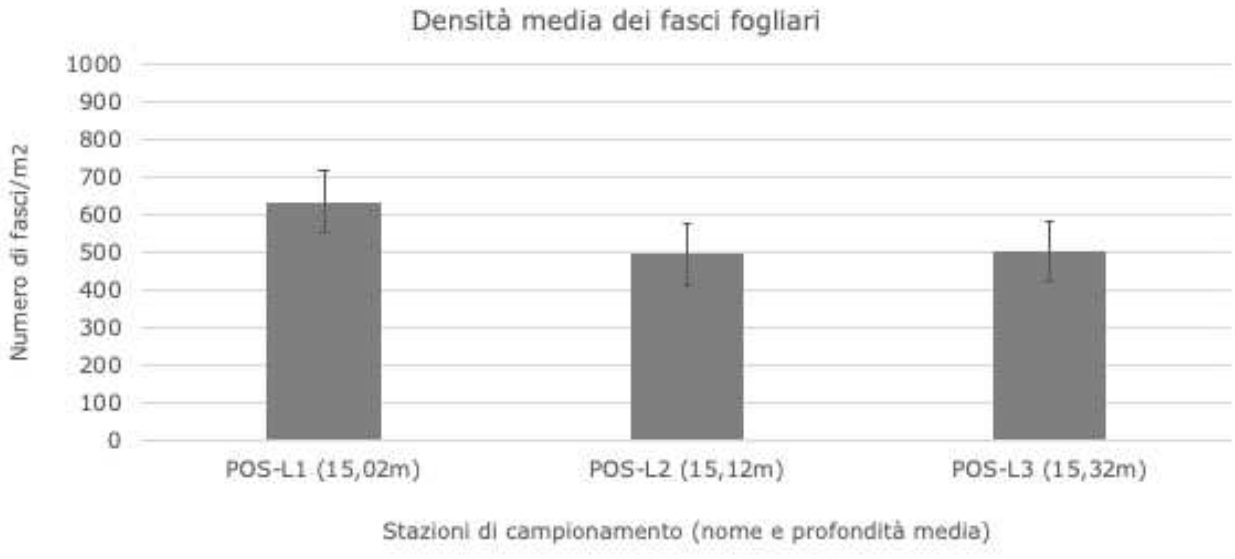


Figura 14 - Grafico della densità media dei fasci per m_2 rilevati per l'Area 1.

vii. Il limite inferiore

Il limite inferiore di una prateria di *P. oceanica* è il punto più profondo dove questa termina e, insieme al limite superiore, è considerato come più facilmente suscettibile a variazioni dovute a diversi fattori di stress, di origine ambientale o antropica . Il limite presenta aspetti differenti in funzione dei due principali fattori che governano la distribuzione verticale della prateria: l'intensità della radiazione luminosa e la sedimentazione. Identificare, mappare, confrontare il limite inferiore con quanto storicamente riportato e verificarne possibili regressioni, consente di monitorare la dinamica della prateria.

Il limite inferiore della prateria del largo in corrispondenza dell'Area 1 è stato rilevato in immersione da due operatori scientifici subacquei utilizzando la medesima strumentazione/attrezzatura utilizzata per le indagini sul limite superiore. Le osservazioni sono state quindi effettuate lungo n.3 percorsi della lunghezza di circa 100 m ciascuno, realizzati in prossimità del limite inferiore (tabella 6, figura 15).

Tabella 6: Coordinate di inizio e fine percorsi e profondità media delle stazioni di campionamento per l'analisi *in-situ* del limite inferiore della prateria del largo nell'Area 1.

Stazione	Latitudine WGS84 UTM32N	Longitudine WGS84 UTM32N	Latitudine WGS84 UTM32N	Longitudine WGS84 UTM32N	Profondità (metri)
INF-L1	4849713	397293	4849736	397216	22, 3
INF-L2	4849766	397148	4849813	397101	21,9
INF-L3	4849880	396884	4849925	396814	20,7

Durante il rilievo è stato raccolto materiale video-fotografico georeferenziato.
L'analisi di tale documentazione insieme con le osservazioni effettuate *in-situ* hanno consentito di descrivere le caratteristiche fisiografiche e morfologiche del limite inferiore, valutare il tipo di substrato e l'eventuale presenza di zone di "matte" morta, evidenziare l'eventuale presenza di altre fanerogame e/o di altre biocenosi e alghe alloctone (ad es. % *C. cylindracea*).

All'interno dell'Area 1, il limite inferiore della prateria di *Posidonia oceanica* raggiunge la sua massima profondità nel settore di levante dove si attesta a oltre i -22 m. Proseguendo verso ponente il limite risale progressivamente fino a raggiungere una profondità inferiore ai 20 m (figura 11).
L'analisi della documentazione fotografica rivela in generale un andamento del limite inferiore estremamente irregolare caratterizzato da rientranze e corridoi e dalla presenza di "patch" di Posidonia separate dalla formazione principale (figura 15).
Ovunque in prossimità del limite si osserva un'ampia fascia costituita da matte morta spesso ricoperta di sedimento e colonizzata da specie algali frondose (figura 15). Seppur tale fascia non viene riportata nella cartografia regionale, le sue caratteristiche sembrano suggerire fenomeni di regressione della prateria non recenti probabilmente dovuti a fattori impattanti diffusi quali l'intorbidimento della colonna d'acqua piuttosto che a impatti meccanici localizzati.



Figura 15- Limite inferiore sinuoso e irregolare e patch di posidonia separate dalla formazione principale (a destra). Larga fascia di matte morta a margine del limite inferiore del posidonieto (a sinistra).

Il confronto con la cartografia della Regione Liguria evidenzia una leggera discrepanza tra la posizione del limite inferiore rilevata durante la presente indagine e quanto riportato nel repertorio cartografico già disponibile. Probabilmente la causa è da ricercarsi nelle differenti metodologie utilizzate per determinare l'estensione della prateria e nell'erronea interpretazione della fascia a matte morta come prateria vitale.

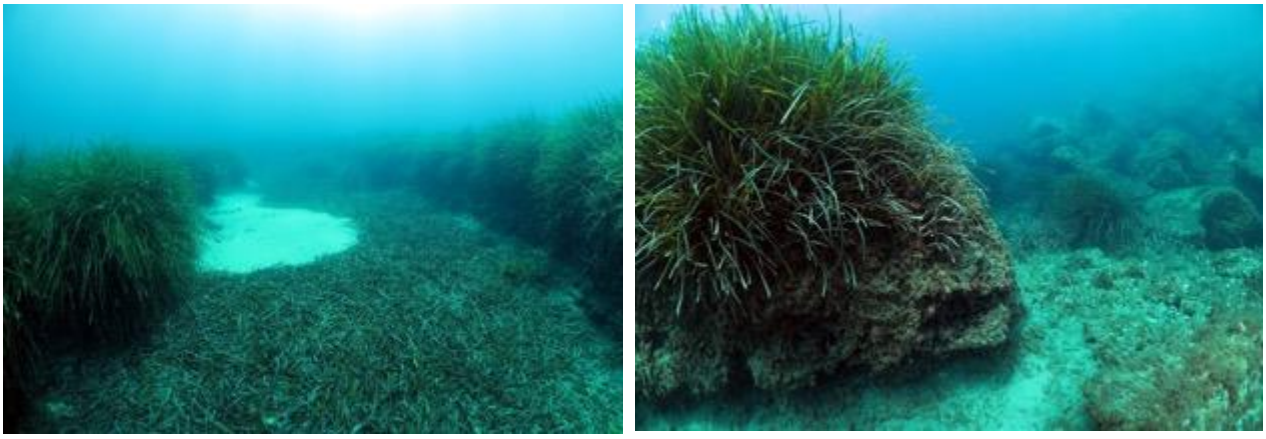
viii. 4.3.2 Area Ponente (Area 2)

ix. Il limite superiore

Il limite superiore del posidonieto è stato caratterizzato partendo dal pennello di levante del porto di Ospedaletti e andando verso ponente, per un totale di 1150 metri di lunghezza.
L'area è fortemente caratterizzata dalla presenza della diga portuale che in parte ricopre la prateria e che comunque ha un effetto sul regime locale delle correnti tale probabilmente da determinare zone di forte erosione (figura 16; 17)



Figura 16 - Diga del porto di Ospedaletti a ridosso del posidonieto.



A B

Figura 17 - Area di erosione con matte esposta in prossimità della diga: A) particolare di un corridoio erosivo caratterizzato da zone di deposito di detrito fogliare. B) gradino di matte esposto in prossimità della massicciata della diga del porto.

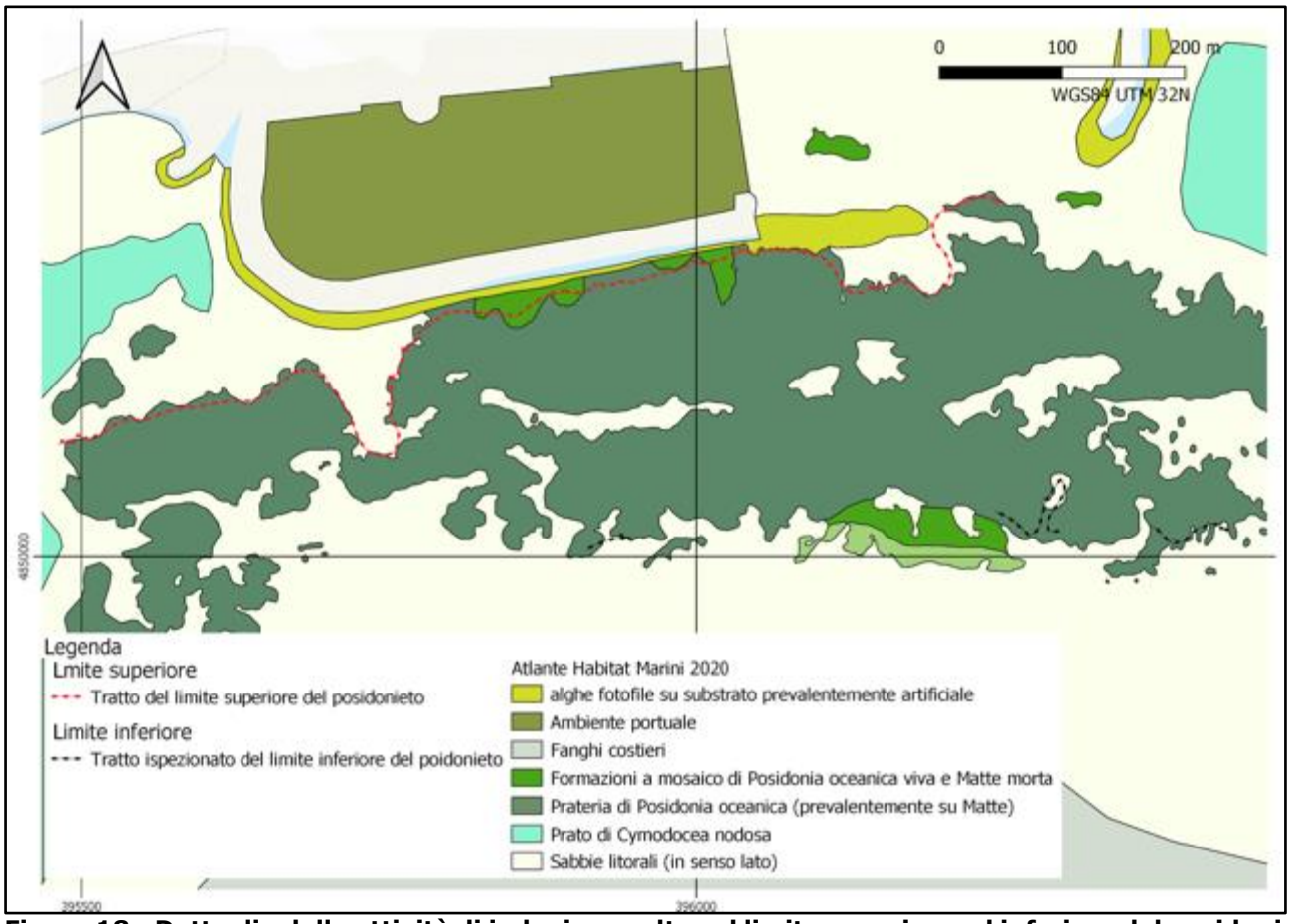


Figura 18 - Dettaglio delle attività di indagine svolte sul limite superiore ed inferiore del posidonieto nell'Area 2 di ponente.

Come evidente anche da quanto riportato nell'Atlante degli Habitat Marini della Regione Liguria (Aggiornamento 2020), sono evidenti zone di sofferenza e di discontinuità della prateria di *P. oceanica* in prossimità della massicciata che certamente influenza la circolazione delle acque costiere e induce la frammentazione della prateria (figura 18). La presenza di ciuffi della pianta tra i blocchi a protezione della diga fa presumere segni di ripresa della prateria a distanza di anni dalla costruzione del porto.

1. La zona centrale

All'interno dell'Area 2 la prateria di *P. oceanica* ha una superficie calcolata di 65000 m_2. Anche in questo caso, analogamente a quanto osservato nell'Area 1 (si veda capitolo 4.3.1), il ricoprimento percentuale (corretto secondo il fattore di correzione R - Regione Liguria, 2003) raggiunge valori elevati, sempre superiori al 98%, e la densità media di fasci fogliari per m_2 è tipica di zone a conservazione eccezionale (tabella 7).

Tabella 7 : Stazioni di campionamento (sigla e profondità), valori di ricoprimento percentuale medio corretto secondo il fattore di correzione (R) previsto da Regione Liguria (2003) e densità media dei fasci per m2 rilevati per l'Area 2.

Stazioni (nome e profondità media)	Ricoprimento percentuale medio	Densità media per m2
POS-P1 (14,76m)	98,4±1,71	486,25±78,24
POS-P2 (15,18m)	98,9±1,60	413,75±75,57
POS-P3 (15,48m)	98,5±1,78	403,75±70,10

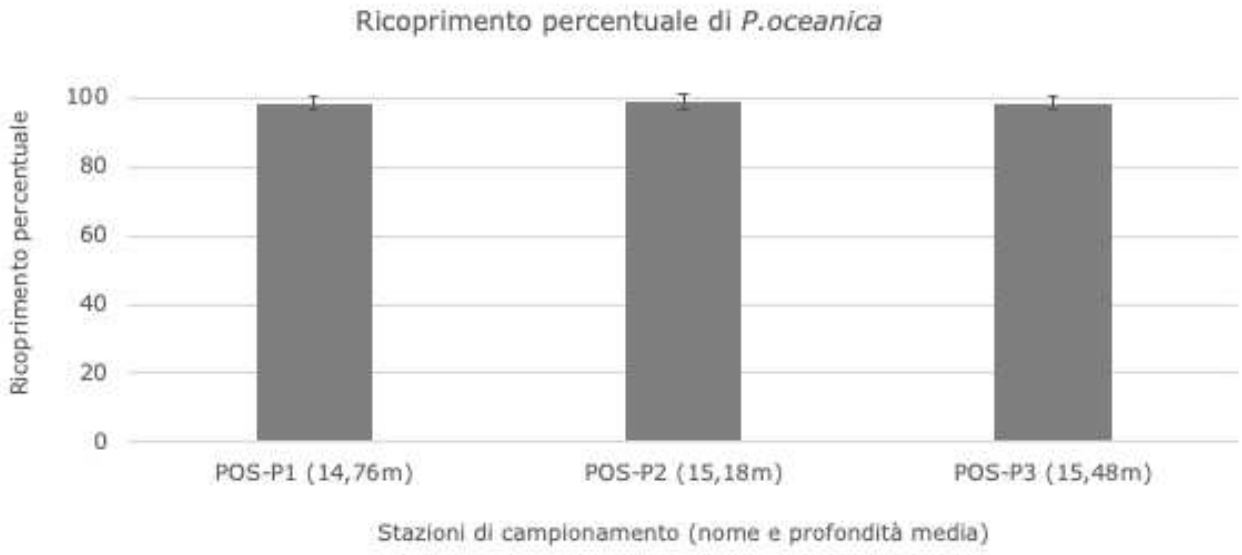


Figura 19 - Grafico della percentuale media di ricoprimento della *P. oceanica* nell'Area 2, corretto secondo il fattore di correzione applicato ai valori di ricoprimento del fondo (R) (Regione Liguria, 2003) nelle tre stazioni di campionamento.

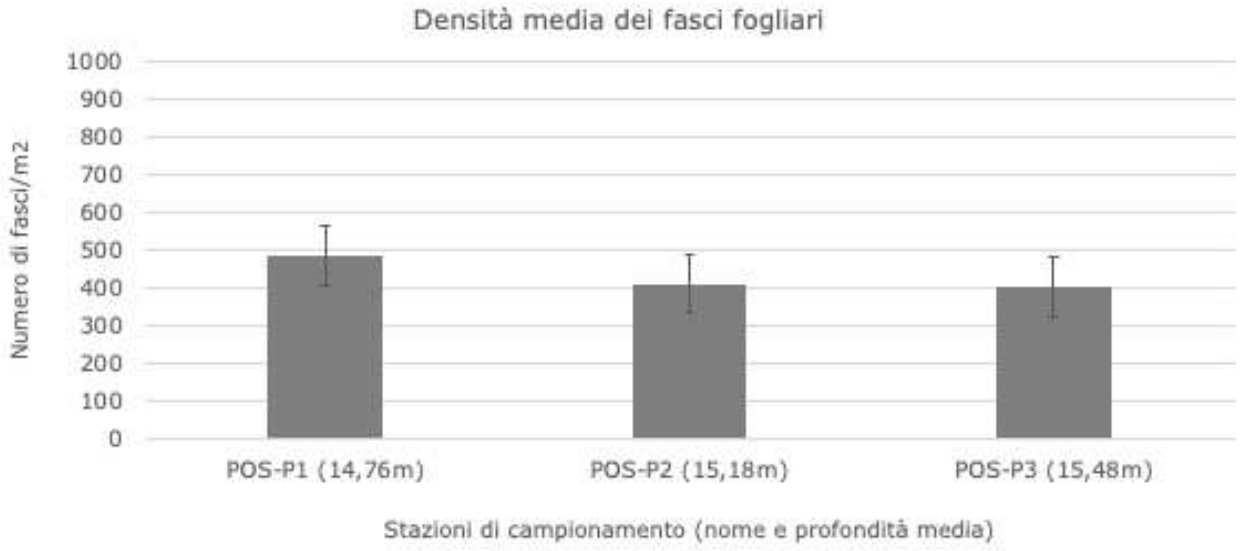


Figura 20 - Grafico della densità media dei fasci per m2 rilevati per l'Area 2.

2.

3. Il limite inferiore

Le osservazioni lungo il limite inferiore della prateria in corrispondenza dell'Area 2 sono state effettuate lungo n.3 percorsi della lunghezza di circa 100 m ciascuno (tabella 8, figura 18).

Tabella 8: Coordinate di inizio e fine percorsi e profondità media delle stazioni di campionamento per l'analisi *in-situ* del limite inferiore della prateria del largo nell'Area 2.

Latitudine WGS84 UTM32N	Longitudine WGS84 UTM32N	Latitudine WGS84 UTM32N	Longitudine WGS84 UTM32N	Profondità (metri)	Latitudine WGS84 UTM32N
INF-P1	4850022	396432	4850025	396369	22, 3
INF-P2	4850021	396294	4850037	396243	21,9
INF-P3	4850013	395949	4850007	395913	20,7

Il limite inferiore della prateria in corrispondenza dell'Area 2 raggiunge la sua massima profondità nel settore di ponente (stazione INF-P3) dove si attesta a circa -21,5 m. Proseguendo verso levante, il limite risale gradualmente fino al settore centrale (stazione INF-P2) a profondità leggermente inferiori ai 20 m per poi rimanere a profondità stabili fino alla stazione di levante INF-P1 (figura 18).
L'analisi della documentazione fotografica rivela caratteristiche analoghe a quelle rilevate per il limite inferiore in corrispondenza dell'Area 1 con un andamento fortemente irregolare caratterizzato dalla presenza di "patch" di Posidonia separate dalla formazione principale da corridoi occupati da sedimento e/o matte morta (figura 21). Il margine della formazione principale generalmente risulta netto. Non sono state osservate aree a fasci plagiotropi.



Figura 21 - Limite inferiore irregolare e patch di posidonia separate dalla formazione principale da corridoi occupati da matte morta e/o sedimento in corrispondenza del settore di di ponente dell'Area 2.



Figura 22 - Fascia costituita da matte morta in corrispondenza del limite inferiore nel settore di ponente dell'Area 2.

Nel settore di ponente, in prossimità del limite, si osserva un'ampia fascia costituita da matte morta ricoperta di sedimento e talvolta colonizzata da specie algali frondose (figura 22). L'ampiezza della fascia di matte morta si riduce in corrispondenza del settore di levante (stazione INF-P1) fino talvolta a scomparire (figura 23).



Figura 23 - Limite inferiore in corrispondenza del settore di levante dell'Area 2 caratterizzato dall'assenza della fascia di matte morta.

Gli indicatori di regressione del limite inferiore osservati nell'Area 1 sono riscontrati anche nell'Area 2 soprattutto nel settore centrale e di ponente. L'osservazione di un esemplare di *Pinna nobilis* (figura 24) su matte a pochi metri di distanza dal limite del posidonieto in corrispondenza della stazione INF-P2 (settore centrale) indica chiaramente un processo di arretramento della prateria.

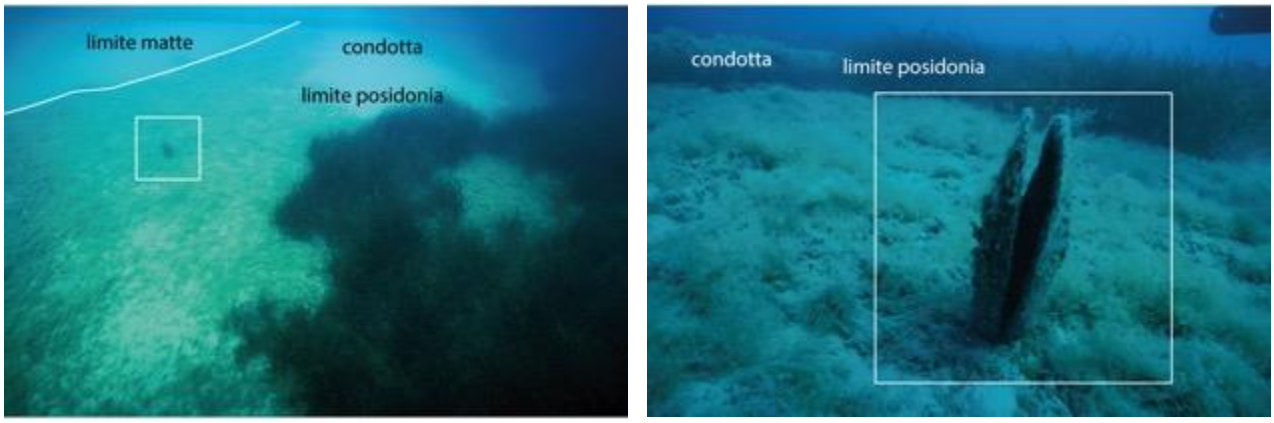


Figura 24 - Vista della fascia a "matte" morta che separa la prateria dal fondo sabbioso (a sinistra) e particolare di esemplare di *Pinna nobilis* insediata nella fascia a "matte" morta (a destra).

Anche in quest'area, il confronto con l'Atlante degli Habitat Marini della Regione Liguria mostra una leggera discrepanza della posizione del limite inferiore con quanto rilevato nella recente indagine (figura 18).

4.4. Flora e fauna associate

Durante le attività condotte in immersione sono state registrate osservazioni di specie sessili e vagili rilevanti per la caratterizzazione degli habitat a *Posidonia oceanica* e dei fondi infralitorali rocciosi. Le osservazioni sono state condotte per un totale di 8 ore di immersione.

In generale l'area è caratterizzata dalla presenza di numerose specie animali e vegetali che tipicamente si osservano in prossimità delle praterie a *P. oceanica*. Non è stata rilevata presenza di alghe invasive del genere Caulerpa. Tra gli invertebrati si riporta la presenza di specie di interesse conservazionistico quali l'echinoderma *Paracentrotus lividus* ed il bivalve *Pinna nobilis*, inserito nell'allegato IV della Direttiva Habitat delle specie per le quali è richiesta una protezione rigorosa. Questa specie è ad oggi in fase di regressione lungo le coste mediterranee. Diverse valve vuote sono state rinvenute durante le immersioni a confermare le morie registrate negli ultimi 5 anni in molte località italiane (Catanese et al., 2018). La comunità ittica è caratterizzata dalla presenza di *Chromis chromis*, *Spicara maena*, *Sarpa salpa*, *Symphodus tinca*, *S. ocellatus, Diplodus vulgaris, Diplodus sargus sargus, Sparus aurata, Mullus surmuletus, Coris julis, Labrus viridis, Muraena helena*.

L'area della massicciata della diga del porto di Ospedaletti incrementa la complessità morfologica del fondale offrendo substrato solido e cavità semioscure colonizzate e frequentate da comunità sciafile in enclave. La comunità algale comprende, tra le altre, anche alghe a tallo calcareo del genere Peyssonnelia. Nell'area sono state osservati alcuni esemplari di *Sciaena umbra, Apogon imberbis, Serranus cabrilla, Scorpaena scrofa.*

I fondi sabbiosi e il prato di Cymodocea nodosa sono popolati da Lithognathus mormyrus, Trachinus spp., Solea solea.

5. Conclusioni

I risultati delle indagini condotte sia nell'Area 1 sia nell'Area 2 e il confronto con la cartografia regionale mostrano una sostanziale omogeneità dei posidonieti nelle zone centrali con elevati valori di ricoprimento percentuale del fondale (prossimi al 100%) e densità media di fasci fogliari tipica di praterie in stato di conservazione eccezionale. I limiti superiori e inferiori attualmente stabili generalmente mostrano segni di passate regressioni, probabilmente dovute all'intorbidimento della colonna d'acqua a causa di lavori realizzati a costa piuttosto che a impatti meccanici localizzati.

In particolare nel settore di levante dell'Area 1, il limite superiore si presenta generalmente compatto, senza regressioni evidenti e con un marcato gradino di matte a segnare l'inizio del posidonieto dal fondo sabbioso costiero. Proseguendo verso ponente, invece, il limite diventa più frastagliato e la frammentazione del posidonieto maggiore.
Per quanto riguarda il limite inferiore della prateria di *P. oceanica* dell'Area 1, la massima profondità si osserva nel settore di levante a oltre -22 m; proseguendo verso ponente il limite risale progressivamente fino a raggiungere una profondità inferiore ai 20 m. L'andamento risulta estremamente irregolare, caratterizzato da rientranze e corridoi e dalla presenza di "patch" separate dalla formazione principale. Ovunque in prossimità del limite si osserva un'ampia fascia costituita da matte morta spesso ricoperta di sedimento e colonizzata da specie algali frondose.

Anche nell'Area 2 i limiti superiore e inferiore della prateria di *P. oceanica* mostrano evidenti zone di sofferenza e di discontinuità, come anche riportato nell'Atlante degli Habitat Marini della Regione Liguria e nello standard data form NATURA 2000. In particolare, in prossimità della massicciata, la cui realizzazione ha certamente influenzato la circolazione delle acque costiere nell'area oggetto dell'indagine, il limite superiore della prateria risulta in alcuni tratti frammentato sebbene la presenza di ciuffi della pianta tra i blocchi a protezione della diga faccia presumere segni di ripresa a distanza di anni dalla costruzione del porto. Il limite inferiore della prateria generalmente risulta netto, senza aree a fasci plagiotropi e raggiunge la sua massima profondità nel settore di ponente dove si attesta a circa -21,5 m mentre, proseguendo verso levante, il limite risale gradualmente fino ai 20 m. L'analisi della documentazione fotografica rivela caratteristiche analoghe a quelle rilevate per il limite inferiore in corrispondenza dell'Area 1 con un andamento fortemente irregolare caratterizzato dalla presenza di "patch" di Posidonia separate dalla formazione principale da corridoi occupati da sedimento e/o matte morta.

Anche per quanto riguarda la prateria di *P. oceanica* costiera compresa all'interno dell'Area 1, si osserva una conformazione fortemente irregolare, con alternanza di lenti di sabbia e affioramenti rocciosi privi della fanerogama e con una densità media di fasci fogliari tipica di praterie in soddisfacente stato di conservazione.

Per quanto riguarda il prato di *C*. *nodosa* insediato sui fondali sabbiosi compresi tra la linea di costa e la prateria del largo all'interno dell'Area 1, le osservazioni confermano l'estensione dell'areale occupato dalla fanerogama rispetto a quanto riportato nella cartografia regionale (Atlante degli habitat marini della Liguria aggiornato al 2020), con un limite superiore presente intorno ai 5 m di profondità e un limite inferiore che avanza verso il largo fino quasi a giungere sino al limite superiore della prateria di *P*. *oceanica*.

Alla luce dei risultati emersi dalle indagini e vista la presenza nell'area di interesse di habitat e specie di estremo valore naturalistico, si sottolinea la necessità di valutare attentamente la realizzazione di tutte quelle opere che potrebbero alterare in maniera pesante la normale dinamica costiera dei sedimenti e di circolazione delle acque.
Inoltre al fine di individuare tempestivamente le eventuali fonti di stress e/o impatto che potrebbero innescare nuovamente quei i fenomeni di regressione sulle formazioni a *P. oceanica* o comunque un peggioramento delle condizioni nelle aree adiacenti gli interventi programmati, si suggerisce di effettuare attività di monitoraggio almeno ad un anno e tre anni dal termine dei lavori. Un adeguato piano di monitoraggio consentirebbe di adottare idonee misure di mitigazione degli eventuali impatti causati dalla messa in opera degli interventi stessi.

6. Bibliografia

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biol. Mar. Med, 19 (Suppl.): 145-198.

Buia M.C., Giaccone G., 2008. Biologia delle fanerogame marine. In: Relini G. (a cura di), Praterie a fanerogame marine - Piante con fiori nel Mediterraneo. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Museo Friulano di Storia Naturale, Quaderni Habitat, 19: 11-21.

Catanese G., Graua A., Valencia J.M., et al., 2018. Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, Pinna nobilis, in the Western Mediterranean Sea. Journal of Invertebrate Pathology.157: 9-24.

Cicero A.M., Di Girolamo I. (Ed), 2001. Metodologie analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Roma, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM.

Diviacco, G., e Coppo, S., 2006. Atlante degli habitat marini della Liguria: Descrizione e cartografia delle praterie di Posidonia oceanica e dei principali popolamenti marini costieri. Genoa, Italy: Regione Liguria, Servizio Parchi e Aree Protette, Settore Ecosistema Costiero.

Diviacco G., Coppo, S. e E. Montepagano, 2006. Nuovo Atlante degli habitat marini della Liguria: Cartografia delle praterie di Posidonia oceanica e dei principali popolamenti marini costieri. Genoa, Italy: Regione Liguria, Servizio Parchi e Aree Protette, Settore Ecosistema Costiero.

Liguria, R., 2011. Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero. *Ambito costiero 15. Unità fisiografiche del Golfo del Tigullio, Baia del Silenzio e Riva Trigoso. Art. Relazione Paraggio. Paraggio di Lavagna–dal porto di Lavagna a punta Sant'Anna*, 28.

Molin E. & Bruno S., 2013. Presenza di prateria di *Cymodocea nodosa* (Ucria) ASCHERSON lungo il litorale del lido di Venezia: risultati preliminari. Boll. Mus. St. Nat. Venezia, 64: 7-19.

Pergent G., Pergent-Martini C., Bouderosque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualite du milieu littoral en Mediterranée: état des connaissances. *Mésogée*, **54**: 3-27.

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Siti Web consultati

www.ambienteinliguria.it
www.geoportal.regione.liguria.it
www.iucn.it
www.minambiente.it
www.natura2000liguria.it
https://natura2000.eea.europa.eu/
www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/buone-prassi-per-lo-svolgimento-in-sicurezza-delle-attivita-subacquee-di-ispra-e-delle-agenzie-ambientali
https://www.minambiente.it/pagina/sic-zsc-e-zps-italia