



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNE DI PULA

PROGETTO DI MANUTENZIONE PERIODICA DEL LITORALE ANTISTANTE IL FORTE VILLAGE RESORT INTERVENTO DI RIPASCIMENTO ANNUALE DI MEDIA ENTITA' AI SENSI DEL D.M. 173/2016

C

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RIF. ELABORATO: 17-006

REVISIONI	DATA		OGGETTO
	00	30-10-2017	
	01		
	02		
	03		
RED.: FP VER.: FR APPR.: AR			

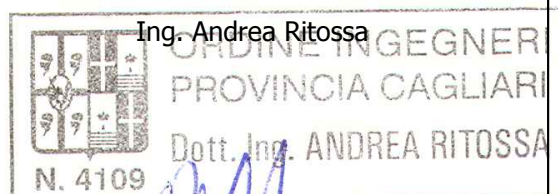
ESECUZIONE PROGETTO:



Viale Trieste, 65/I - 09123 Cagliari - Italy
Tel. +39 070 6848202 - Fax +39 070 6404743
www.martech.it e-mail: info@martech.it



PROGETTISTA:



Ing. Andrea Ritossa

Dott. Ing. ANDREA RITOSSA

COMMITTENTE:

PROGETTO ESMERALDA S.R.L.

Il presente progetto, o parte di esso, non può essere riprodotto in alcuna forma, in alcun modo e per nessuno scopo, senza autorizzazione.
Ogni infrazione sarà perseguita a termini di legge.

INDICE

1	PREMESSA	2
2	DEFINIZIONE DELL'AREA IN CUI SARÀ ESTESO IL MONITORAGGIO	3
3	PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO E CAMPIONAMENTO	3
3.1	PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	3
3.2	PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO SEDIMENTI	5
3.3	CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITÀ BENTONICHE DI FONDI MOLLI	8
3.4	PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO RILIEVI	9
3.4.1	<i>Premessa</i>	9
3.4.2	<i>Rilievi batimetrici e topografici</i>	9
4	TEMPI DI MONITORAGGIO	10

1 Premessa

Nel presente documento viene descritto il piano di monitoraggio che si effettuerà nella zona interessata dai lavori di riporto di sabbia annuale. Verranno fornite le specifiche tecniche sulle metodologie di rilevamento e sui parametri che saranno utilizzati per valutare gli eventuali impatti dell'opera sulla prateria di *Posidonia oceanica*. Saranno descritti inoltre i rilievi ed il monitoraggio da eseguire per la caratterizzazione dell'evoluzione costiera a breve termine per valutare sia l'impatto delle opere marittime sul litorale che l'efficacia degli interventi di difesa.

Nella prima parte del presente documento viene riportata la descrizione dell'area in cui sarà eseguito il monitoraggio conformemente.

Successivamente vengono descritte le attività che si svolgeranno per un corretto monitoraggio della *Posidonia oceanica*, dei sedimenti, delle biocenosi dei fondali molli e dei rilievi costieri e batimetrici.

Infine, si sono riportati, in una tabella riassuntiva, gli intervalli di tempo che intercorrono, per ogni attività, tra un campionamento e l'altro e i parametri che di volta in volta verranno esaminati.

I risultati delle diverse campagne di monitoraggio saranno raccolti in rapporti in cui sarà presente una parte descrittiva del monitoraggio effettuato ed una tabella riassuntiva con i parametri quantitativi rilevati. Tali rapporti verranno consegnati all'Assessorato regionale dell'Ambiente.

2 Definizione dell'area in cui sarà esteso il monitoraggio

L'area in cui sarà esteso il monitoraggio di dettaglio comprende, per la spiaggia emersa, il tratto di lungo 450 m direttamente interessato dall'intervento; un tratto di sopraflutto¹ di ~ 250 m; un altro di sottoflutto² di ~ 300 m per un totale di circa 1000; per la spiaggia sommersa, una fascia di circa 600 m, tale a comprendere il limite di chiusura della spiaggia ovvero il cosiddetto profilo attivo della spiaggia sommersa. La scelta di tale area è avvenuta in base ai risultati delle simulazioni numeriche effettuate.

All'interno di questa area si effettueranno ogni sei mesi le attività di monitoraggio successivamente descritte.

3 Protocollo di monitoraggio e campionamento

3.1 Protocollo di monitoraggio *Posidonia oceanica*

Attività:

Tutta l'attività in campo prevede una restituzione finale di due carte; una che descrive la fisionomia della prateria stessa ed una che descrive l'andamento della densità nei vari punti di campionamento.

Lo studio della fisionomia della prateria: sarà rilevato in situ lungo transetti perpendicolari a costa, visualizzati da cime decamtrate adagiate sul fondo. Ogni 20 m, e comunque ogniqualevolta si notino variazioni significative, si effettuano rilevamenti visivi, strumentali ed eventualmente fotografici, prendendo in considerazione in particolare la topografia del fondale, la natura del substrato e delle associazioni biologiche, e la tipologia del posidonieto. E' un parametro qualitativo di base che serve principalmente alla stesura della prima carta.

Natura e profondità del limite superiore: vanno rilevati in situ attraverso protocolli descrittivi (natura) e misure strumentali al decimetro (profondità). Forniscono informazioni sullo stato di salute e sulla dinamica potenziale della prateria.

I parametri che saranno presi in considerazione per effettuare il monitoraggio del posidonieto sono:

- **Copertura della prateria:** viene rilevata in situ attraverso una stima percentuale della porzione di fondale ricoperta da *P. oceanica*. La stima visuale, effettuata indipendentemente da due diversi operatori, può risentire di errori d'apprezzamento, sia soggettivi sia dovuti alla torbidità;
- **Densità:** viene rilevata in situ tramite conteggio del numero di fasci per m² su almeno 5-10 repliche non contigue. Non presenta variazioni stagionali importanti, se non in caso di praterie in corso di colonizzazione o con forte dinamica regressiva. Parametro fondamentale di base;

¹ ovvero in direzione di NE- Cala Verde

² Ovvero direzione SW- Hotel Abamar

- **Densità globale:** descrittore efficace della struttura della prateria, combina copertura e densità (secondo la formula proposta da Romero, 1986). Può essere calcolato facilmente, ma risente molto dell'accuratezza della stima di copertura. Romero J., 1986. Note sur une méthode d'évaluation de la densité de faisceaux dans les herbiers de Posidonies. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 30 (2): 266;
- **Coefficiente A:** corrisponde alla proporzione percentuale di apici fogliari rotti (su 20 ciuffi campionati con tecniche casuali) e rappresenta una stima dell'incidenza delle ingiurie meccaniche (ad es. idrodinamismo). Può essere rilevato in campo o in laboratorio.

Il Monitoraggio sarà organizzato secondo la planimetria allegata.

Nella zona d'indagine (quadrato rosso tratteggiato), saranno individuate delle aree di campionamento dei parametri della prateria. Tali aree, chiamate Stazioni, sono individuate dai cerchi verdi in figura. I parametri misurati saranno: Densità della prateria, Copertura della prateria, Densità globale e coefficiente A.

Per ogni Stazione individuata si effettueranno dalle 5 alle 10 repliche, in funzione della densità della prateria. Per ogni stazione sarà effettuata una serie di immersioni per misure morfostrutturali del prato (omogeneità del prato, grado di copertura del fondo, presenza/assenza di matte ecc.), conte di densità dei ciuffi (5-10 repliche con quadrato di 40X40 Cm). In base alla densità dei fasci fogliari per unità di superficie e al ricoprimento, in accordo con la classificazione di Giraud 1979 sarà possibile valutare lo stato della prateria a *P. oceanica*.

Tale approccio permetterà:

- Prima campagna
 - a. Individuare e mappare la densità del prato all'istante zero (senza opera);
 - b. Individuare e mappare tutti gli altri parametri rilevati all'istante zero (senza opera);
 - c. Dare una definizione dello stato di salute del tratto di prateria all'istante zero (senza opera).

Le misure effettuate nella prima campagna saranno ripetute tre volte all'anno.

- Campagne successive
 - a. Individuare e mappare densità del prato in momenti successivi (post opera);
 - b. Individuare e mappare tutti gli altri parametri rilevati in momenti successivi (post opera);
 - c. Verificare l'effettivo mantenimento dello stato di salute della prateria.

Dal confronto dei valori assunti dai parametri misurati durante la prima campagna di campionamento (senza opera) e le successive (post opera) si potrà valutare se la prateria ha modificato il suo assetto sia in termini di densità che di ricoprimento, come richiesto dalla delibera Regionale n° 33/7 del 5.9.2007.

Tabella rappresentante i dati rilevati in immersione per singola stazione e replicati stagionalmente

Sito	Densità	Stadio*	Copertura %	Densità globale	Coeff. A	Depth	Lat.	Long.
S1								
S2								
S3								
S4								
S5								
S6								
S7								
S8								
S9								
S10								
S11								
S...								

*stadio secondo la classificazione di GIRAUD, 1997

La tabella riassuntiva dei risultati sarà allegata ad un report di attività composto da:

Introduzione, Materiali e metodi, Risultati e discussione, Conclusioni e Relativa cartografia delle isolinee di densità della prateria.

3.2 Protocollo di monitoraggio Sedimenti

Il campionamento ed analisi di sedimenti avrà essenzialmente lo scopo di fornire un inquadramento generale e descrivere le caratteristiche sedimentologiche dei sedimenti sui quali è impostata la prateria di *Posidonia oceanica* e le caratteristiche sedimentologiche della spiaggia attuale.

Il campionamento di sedimenti procederà parallelamente al monitoraggio effettuato sulla prateria di Posidonia e avrà la stessa cadenza.

Attività

Il campionamento di sedimenti sarà effettuato, come indicato nella comunicazione dell'Assessorato della Difesa Ambiente della R.A.S. (prot. 23117 del 16 settembre 2008) lungo gli stessi transetti perpendicolari alla linea di riva utilizzati per il rilievo batimetrico.

In particolare si campioneranno, se presenti al momento del campionamento, lungo ogni transetto: *berma, battigia, troguolo, barra, profondità di chiusura e sedimenti interni alla prateria di P. oceanica*. La profondità di chiusura è da

considerarsi in corrispondenza del limite superiore della prateria, in quanto tale limite si sviluppa in prossimità della batimetria dei 4 metri.

In eventualità che le strutture morfologiche della spiaggia sommersa non siano presenti, cosa verosimile a causa delle numerose secche presenti nell'area d'indagine, il campionamento di sedimenti sarà effettuato a profondità fisse lungo i medesimi transeetti, in particolare oltre alle strutture morfologiche della spiaggia emersa: *berma e battigia*, saranno effettuati campionamenti alle batimetrie -2,-3.5 metri, alla profondità di chiusura definita sopra e all'interno della prateria di *P. oceanica*.

Per ogni sito si raccoglieranno quantità di sedimenti variabili tra i 300 e 500 g. Nel caso in cui uno o più siti ricadano in un affioramento roccioso non indicato nella mappa si provvederà a campionare nelle vicinanze, o in caso di elevata estensione dell'affioramento il sito sarà eliminato o ne sarà modificata la posizione.

Analisi

Le analisi sedimentologiche saranno effettuate con granulometro laser per la frazione di sedimento inferiore a 500 micron, e con setacciatore giuliani per la frazione superiore a 500 micron.

I parametri misurati saranno: Mz (diametro medio), So (coefficiente di Sorting), Sk (Coefficiente di asimmetria), % carbonati nei campioni, e secondariamente il Ku (Coefficiente Kurtosis).

Tali operazioni di misura saranno effettuate:

1. Prima della messa in posto dell'opera (istante zero), congiuntamente ai rilievi effettuati sulla prateria;
2. Con cadenza trimestrale o quadrimestrale congiuntamente ai rilievi effettuati sulla prateria.

Con tale approccio si individueranno eventuali variazioni nei valori dei parametri sedimentologici in prossimità del limite superiore e all'interno della prateria.

Tutte le procedure di campionamento della prateria e dei sedimenti saranno conformi a quanto indicato dal protocollo ICRAM, dai manuali editi da RAMOGE, dall'organizzazione seagrass.org, dalla Società Italiana di Biologia Marina e delle pubblicazioni scientifiche ritrovate in bibliografia.

Risultati i risultati delle analisi sedimentologiche per ciascuna campagna di rilievo saranno riportati in tabelle (es: Tabella 1).

La tabella riassuntiva dei risultati sarà allegata ad un report di attività composto da:

- Introduzione;
- Materiali e metodi;
- Risultati e discussione;
- Conclusioni.

In totale per ogni campagna di rilievo saranno forniti n° 1 report di attività e n° 1 tabella riassuntiva dei risultati ottenuti.

Sito		Posizione geografica		Parametri sedimentologici				
		x	y	Mz	So	Sk	Ku	% carbonati
Profilo di spiaggia	S1							
	S2							
	S3							
	S4							
	S5							
	S6							
Spiaggia Sommersa	S7							
	S8							
	S9							
	S10							
	S11							
	S12							
Prateria di Posidonia	S13							
	S14							
	S15							
	S16							
	S17							
	S18							
	S19							
	S20							
	S21							
	S22							
	S23							
	S24							
	S25							
	S26							

Tabella 1: (esempio) elenco dei risultati ottenuti dalla analisi sedimentologiche per ciascuna campagna di rilievo. Tale tabella sarà allegata a ciascun report di attività

3.3 Caratterizzazione delle Comunità Bentoniche di fondi molli

La caratterizzazione sarà effettuata nelle aree soggette al prelievo del sedimento, lungo le biocenosi delle sabbie fini superficiali e delle biocenosi delle sabbie fini ben calibrate.

La biocenosi delle sabbie superficiali occupa la fascia delle sabbie costiere dalla linea di battigia fino a circa 2-2,5 m di profondità ed è popolata da specie spesso con generiche con quelle delle sabbie fini ben calibrate che si estendono dai 2,0 m fino ai 25 m di profondità, occupando spesso vaste superfici lungo le coste o i fondali delle grandi baie. Il sedimento è caratterizzato da granulometria omogenea e provenienza terrigena; a volte può prevalere la componente fangosa derivante da disgregazione delle rocce litorali o da apporti fluviali.

Nonostante ciò, rappresenta una vera e propria biocenosi autonoma.

Tra le specie caratteristiche dominano i Molluschi Bivalvi, quali:

Donax trunculus, *Tellina tenuis*, *Lentidium mediterraneum*

Queste specie vivono infossate nel sedimento, che scavando tramite il loro piede muscoloso, filtrando minute particelle che avvolte di muco vengono trasportate per mezzo di movimenti ciliari alla bocca. Alcune sono dotate di lunghi sifoni che gli consentono un infossamento maggiore.

Inoltre si aggiungono:

l' Isopode *Idotea baltica*, Il Crostaceo Cumaceo *Iphinoe inermis*, il Crostaceo Anfipode *Ampelisca brevicornis* e il *Polichete Glycera convoluta*.

La caratterizzazione, effettuata tramite benna di tipo Van Veen da 0,05 mq., sarà supportata da attività di laboratorio:

- setacciamento;
- fissazione in formalina al 4% (24h per la completa fissazione);
- sorting a livello di classe del popolamento;
- classificazione a livello di specie (quando possibile);
- conta delle abbondanze.

Analisi dei dati:

- analisi spaziale delle abbondanze;
- analisi degli indici e misure di diversità (indice di Shannon-Wiener, indice di Margalef, indice di uniformità di Pielou, indice di Simpson);

La caratterizzazione avrà il compito di valutare la vulnerabilità di tali biocenosi. La vulnerabilità è definita come la capacità dell'habitat di conservare la sua struttura e le sue funzioni a fronte di influenze sfavorevoli attuali o potenziali. Maggiore è la vulnerabilità di un habitat, maggiore è la probabilità che esso subisca alterazioni a seguito di un impatto anche relativamente modesto.

Il suo utilizzo permette di prevedere attività di monitoraggio mirate, nel caso della nostra biocenosi il monitoraggio avrà il fine di valutare i tempi che date biocenosi avranno per ritornare al loro stato preesistente. Considerando che le biocenosi dei fondi molli, specialmente a basse profondità, sono soggette ad elevate perturbazioni, anche di origini ambientali, l'analisi saranno condotte in due fasi; una fase prima del prelievo di sedimento ed un'analisi dopo 6 mesi dall'avvenuta asportazione del sedimento dal fondale.

3.4 Protocollo di monitoraggio Rilievi

3.4.1 Premessa

Ogni sei mesi verrà rilevata la linea di riva ed effettuato un rilievo batimetrico all'interno delle aree indicate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** Al termine di ogni campagna verrà fornita una carta comprendente l'evoluzione della linea di riva e una carta con le differenze delle profondità rilevate.

Il primo rilievo sarà effettuato il mese di aprile di ogni anno, necessario alla definizione della necessità di effettuare l'intervento stagionale, ed il secondo nel mese di ottobre.

3.4.2 Rilievi batimetrici e topografici

Tutti i rilievi da effettuare saranno eseguiti mediante l'impiego di strumenti muniti di certificati di calibrazione sempre aggiornati, eventualmente con prove in vasca effettuate dalla casa costruttrice, attraverso periodici interventi di upgrade software ed hardware e scrupolosa manutenzione come da manuale della casa costruttrice.

Saranno eseguiti dei rilievi batimetrici con un'imbarcazione equipaggiata con scandaglio tipo Single Beam e GPS RTK (Real Time Kinematic).

Il rilievo batimetrico sarà eseguito su allineamenti paralleli equidistanti 20 metri circa e perpendicolari alla costa. Saranno inoltre eseguiti due allineamenti paralleli alla linea di riva in corrispondenza della batimetrica -3,00 e -5,00 metri.

Il rilievo topografico della spiaggia emersa sarà eseguito con il GPS RTK rilevando un punto ogni 20 metri circa in corrispondenza di 10 allineamenti perpendicolari alla linea di riva. La linea di riva sarà rilevata con un punto ogni 20 metri.

4 Tempi di monitoraggio

Per riassumere quali siano i tempi del monitoraggio e dei diversi campionamenti previsti nel piano si riporta di seguito una tabella in cui viene descritto in modo sintetico la voce del campionamento, una breve descrizione del campionamento, l'intervallo di tempo che intercorre tra le diverse campagne, la durata complessiva e il numero di campagne da effettuare.

Parametro	Descrizione sintetica	Frequenza (mesi)	Durata complessiva (anni)	N. Campionamenti
Studio fisionomia prateria	Rilevato in situ lungo transetti perpendicolari a costa, visualizzati da cime decamtrate adagiate sul fondo	6	5	30
Natura e profondità del limite superiore	Rilevati in situ attraverso protocolli descrittivi (natura) e misure strumentali al decimetro (profondità)	6	5	30
Copertura prateria	Rilevata in situ attraverso una stima percentuale della porzione di fondale ricoperta da posidonia	6	5	30
Densità	Rilevata in situ tramite conteggio del numero di fasci per m ² su almeno 5-10 repliche non contigue	6	5	30
Densità globale	Descrittore efficace della struttura della prateria, combina copertura e densità	6	5	30
Coefficiente A	Corrisponde alla proporzione percentuale di apici fogliari rotti (su 20 ciuffi campionati con tecniche casuali)	6	5	30
Mz	Parametro statistico (diametro medio)	6	5	30
So	Parametro statistico (coefficiente di Sortine)	6	5	30
Sk	Parametro statistico (coefficiente di asimmetria)	6	5	30
Ku	Parametro statistico (coefficiente Kurtosis)	6	5	30
% carbonati	Contenuto in carbonati nei sedimenti (valore in %)	6	5	30
Rilievi batimetrici	Rilievi eseguiti tramite scandaglio tipo Single Beam	6	5	30
Rilievi linea di riva	Rilievi eseguiti tramite GPS RTK	6	5	30
Comunità bentoniche	analisi spaziale delle abbondanze analisi degli indici e misure di diversità	6	5	30