



COMUNE DI LA MADDALENA
INTERVENTI PER IL COMPLETAMENTO OPERE DI
BONIFICA SPECCHIO ACQUEO
EX ARSENALE MILITARE DI LA MADDALENA



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

II RUP

Ing. Giovanni Nicola Cossu

I Progettisti

HUB ENGINEERING
CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.

CRITERIA

VIGNA
INGEGNERIA

Imprese esecutrici

ReseArch
CONSORZIO STABILE

Bonifacio

Trætis
Costruzioni

Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Controllato	Approvato	Codice doc.	Nome file
00	2 emissione	15.02.2019	ing.E.Fenude	geol.A.Soriga	geol.A.Soriga	SPA	St_Prelim_Amb_001.pdf

PROPONENTE



Comune di La Maddalena

PROGETTO DEFINITIVO

Prof. Ing. Paolo De Girolamo

INCARICATO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA, COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E ATTIVITÀ PROGETTUALI E VALUTATIVE PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO



(Capofila)

ELABORAZIONE PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile integrazione attività specialistiche

dott. ing. Franco Vigna

Redazione dello Studio Preliminare Ambientale

Coordinamento generale

dott. geol. Andrea Soriga

coord. redazionale

dott. ing. Elisa Fenude

Aspetti specialistici

dott. geol. Antonio Pitzalis

dott. ing. Elisa Fenude

dott. nat. Riccardo

dott. biol. Patrizia Sechi

Indice

1.	Premessa.....	1
2.	La Verifica di Assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)	2
2.1.	Inquadramento normativo	2
2.1.1.	Contenuti dello Studio Preliminare Ambientale	2
2.1.2.	Criteri per la Verifica di assoggettabilità	2
3.	Descrizione del Progetto	4
3.1.	Descrizione della localizzazione del Progetto.....	4
3.2.	Inquadramento del Progetto rispetto agli strumenti di tutela dell'ambiente e del paesaggio	6
3.2.1.	Quadro normativo di livello internazionale e comunitario	6
3.2.2.	Quadro normativo di livello nazionale	7
3.2.3.	Il Piano di Gestione del SIC e della ZPS "Arcipelago la Maddalena"	8
3.2.4.	Piano Paesaggistico Regionale	8
3.3.	Inquadramento del Progetto rispetto agli Strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale	12
3.3.1.	Piano Urbanistico Provinciale/Piano Territoriale di Coordinamento (PUP/PTC) della provincia di Sassari 12	
3.3.2.	Piano Urbanistico Comunale di La Maddalena	14
3.4.	Inquadramento del Progetto rispetto agli Strumenti di pianificazione di settore	14
3.4.1.	Piano di Bonifica dei siti inquinati	14
3.4.2.	Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.....	16
3.5.	Descrizione degli interventi	17
3.5.1.	Delimitazione aree a mare.....	19
3.5.2.	Regolarizzazione del fondale	20
3.5.3.	Realizzazione del sistema di tenuta ambientale.....	20
4.	Descrizioni delle componenti ambientali sensibili	24
4.1.1.	Atmosfera e Rumore	24
4.1.2.	Suolo e Sottosuolo	30
4.1.3.	Ambiente idrico	66
4.1.4.	Flora, fauna e biodiversità	73
4.1.5.	Insediamiento e popolazione	101
4.1.6.	Paesaggio ed assetto storico culturale.....	106
5.	Descrizione dei possibili effetti del progetto sull'ambiente	111
5.1.	I fattori di pressione	111
5.2.	Quadro valutativo	112
5.2.1.	Il modello di valutazione	112
5.2.2.	Quadro valutativo analitico	114
6.	Indicazioni per il Monitoraggio.....	121

1. Premessa

Questo documento rappresenta lo Studio Preliminare ambientale del Progetto di Completamento delle opere di bonifica dello specchio acqueo dell'ex arsenale militare di La Maddalena, redatto in conformità a quanto contenuto nell'allegato IV-bis (contenuti dello studio preliminare ambientale di cui all'articolo 19) alla parte seconda del decreto legislativo 152 del 2006.

In data 29/10/2013 è stato sottoscritto un Protocollo d'Intesa fra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Regione Autonoma della Sardegna ed il Comune di La Maddalena al fine di procedere all'attuazione dell'intervento di Completamento delle opere di bonifica dello specchio acqueo antistante l'ex arsenale militare di la Maddalena;

Nello specifico all'art. 3 del Protocollo di Intesa Specifiche era stato previsto:

- l'adeguamento del progetto definitivo predisposto dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione civile, secondo le prescrizioni della conferenza dei servizi istruttoria del 17 aprile 2013;
- l'approvazione del progetto definitivo di bonifica risultante dall'adeguamento di cui al punto precedente; (soggetto attuatore Comune di La Maddalena);
- l'esecuzione dell'intervento "Completamento delle opere di bonifica dello specchio acqueo antistante l'ex arsenale militare di La Maddalena" (1° Intervento); (soggetto attuatore Comune di La Maddalena);
- l'esecuzione della "Caratterizzazione delle aree esterne alla darsena, nonché esterne alla perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di cui alla perimetrazione trasmessa con nota del Ministero dell'Ambiente prot. 24174 TRI/VII del 02.10.2012. (2°Intervento); (soggetto attuatore ARPAS Dipartimento Gallura).

Al fine di procedere con l'approvazione del Progetto sono state, nell'ordine convocate le seguenti Conferenze di servizi:

- 1° Conferenza di servizi istruttoria in data 10/08/2015, il cui verbale risulta approvato con DUT 1196/2015;
- 2° Conferenza di servizi decisoria in data 23/10/2015, il cui verbale risulta approvato con DUT 1348/15;
- 3° Conferenza di servizi decisoria in data 09/12/2015, il cui verbale risulta approvato con DUT 224/2016
- 4° Conferenza di servizi decisoria conclusiva in data 07/06/2016, il cui verbale risulta approvato con DUT 864/2017;

2. La Verifica di Assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)

2.1. Inquadramento normativo

La verifica di assoggettabilità/screening è la procedura da attivare allo scopo di valutare, ove previsto, se determinati progetti di opere o impianti possono avere impatti negativi e significativi sull'ambiente e devono essere sottoposti alla fase di valutazione di impatto ambientale.

La verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale è disciplinata dall'articolo 19 del D. Lgs. 152/2006 e dal D.Lgs. n. 104 del 2017.

2.1.1. *Contenuti dello Studio Preliminare Ambientale*

Coerentemente con quanto indicato nell'allegato IV-bis (allegato introdotto dall'art. 22 del D. Lgs. n. 104 del 2017) alla parte seconda del Decreto Legislativo 152 del 2006, lo Studio Preliminare Ambientale deve contenere:

- La descrizione del progetto, comprese in particolare:
 - la descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto e, ove pertinente, dei lavori di demolizione;
 - la descrizione della localizzazione del progetto, in particolare per quanto riguarda la sensibilità ambientale delle aree geografiche che potrebbero essere interessate.
- La descrizione delle componenti dell'ambiente sulle quali il progetto potrebbe avere un impatto rilevante.
- La descrizione di tutti i probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente, nella misura in cui le informazioni su tali effetti siano disponibili, risultanti da:
 - i residui e le emissioni previste e la produzione di rifiuti, ove pertinente;
 - l'uso delle risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità.

2.1.2. *Criteri per la Verifica di assoggettabilità*

Di seguito vengono riportati i Criteri per la Verifica di Assoggettabilità a VIA definiti nell'allegato V alla parte seconda del Decreto Legislativo 152 del 2006.

Caratteristiche dei progetti

Le caratteristiche dei progetti debbono essere considerate tenendo conto, in particolare:

- delle dimensioni e della concezione dell'insieme del progetto;
- del cumulo con altri progetti esistenti e/o approvati;
- dell'utilizzazione di risorse naturali, in particolare suolo, territorio, acqua e biodiversità;
- della produzione di rifiuti;
- dell'inquinamento e disturbi ambientali;
- dei rischi di gravi incidenti e/o calamità attinenti al progetto in questione, inclusi quelli dovuti al cambiamento climatico, in base alle conoscenze scientifiche;

- dei rischi per la salute umana quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelli dovuti alla contaminazione dell'acqua o all'inquinamento atmosferico.

Localizzazione dei progetti

Deve essere considerata la sensibilità ambientale delle aree geografiche che possono risentire dell'impatto dei progetti, tenendo conto, in particolare:

- dell'utilizzazione del territorio esistente e approvato;
- della ricchezza relativa, della disponibilità, della qualità e della capacità di rigenerazione delle risorse naturali della zona (comprendenti suolo, territorio, acqua e biodiversità) e del relativo sottosuolo;
- della capacità di carico dell'ambiente naturale, con particolare attenzione alle seguenti zone:
 - zone umide, zone riparie, foci dei fiumi;
 - zone costiere e ambiente marino;
 - zone montuose e forestali;
 - riserve e parchi naturali;
 - zone classificate o protette dalla normativa nazionale; i siti della Rete Natura 2000;
 - zone in cui si è già verificato, o nelle quali si ritiene che si possa verificare, il mancato rispetto degli standard di qualità ambientale pertinenti al progetto stabiliti dalla legislazione dell'Unione;
 - zone a forte densità demografica;
 - zone di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica;
 - territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità di cui all'articolo 21 del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228.

Tipologia e caratteristiche dell'impatto potenziale.

I potenziali impatti ambientali dei progetti debbono essere considerati in relazione ai criteri precedentemente descritti con riferimento ai fattori di cui all'articolo 5, comma 1, lettera c del D. Lgs n. 152 del 2006 e tenendo conto, in particolare:

- dell'entità ed estensione dell'impatto quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, area geografica e densità della popolazione potenzialmente interessata;
- della natura dell'impatto;
- della natura transfrontaliera dell'impatto;
- dell'intensità e della complessità dell'impatto;
- della probabilità dell'impatto;
- della prevista insorgenza, durata, frequenza e reversibilità dell'impatto;
- del cumulo tra l'impatto del progetto in questione e l'impatto di altri progetti esistenti e/o approvati;
- della possibilità di ridurre l'impatto in modo efficace.

3. Descrizione del Progetto

3.1. Descrizione della localizzazione del Progetto

L'area marina oggetto degli interventi di completamento della bonifica dei fondali, oggetto della presente valutazione, è localizzata nella zona antistante l'ex Arsenale di La Maddalena in località *Cala Camicia*, ricadente nel Comune di La Maddalena, in Provincia di Sassari.

Cala Camicia si colloca in un ambiente di particolare pregio naturalistico, storico e culturale, essendo all'interno del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena e del Sito di Interesse Comunitario (SIC) "Arcipelago La Maddalena" ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (codice sito ITB010008).

La zona è delimitata lungo i confini ovest, nord ed est da banchine a parete verticale ed è collegata, lungo il confine sud, alla Rada di S. Stefano, compresa tra l'omonima Isola e le Isole di La Maddalena e di Caprera.

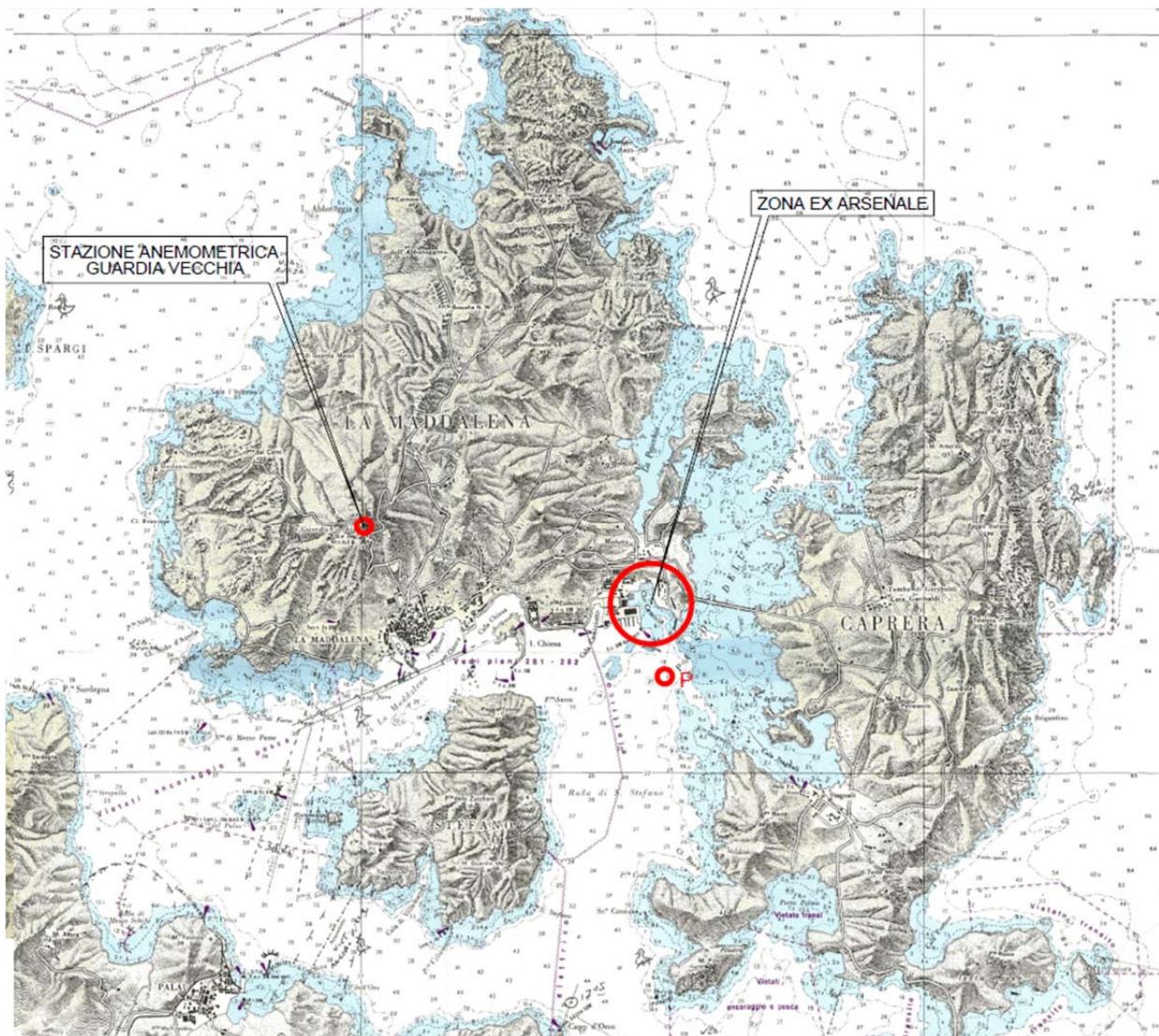
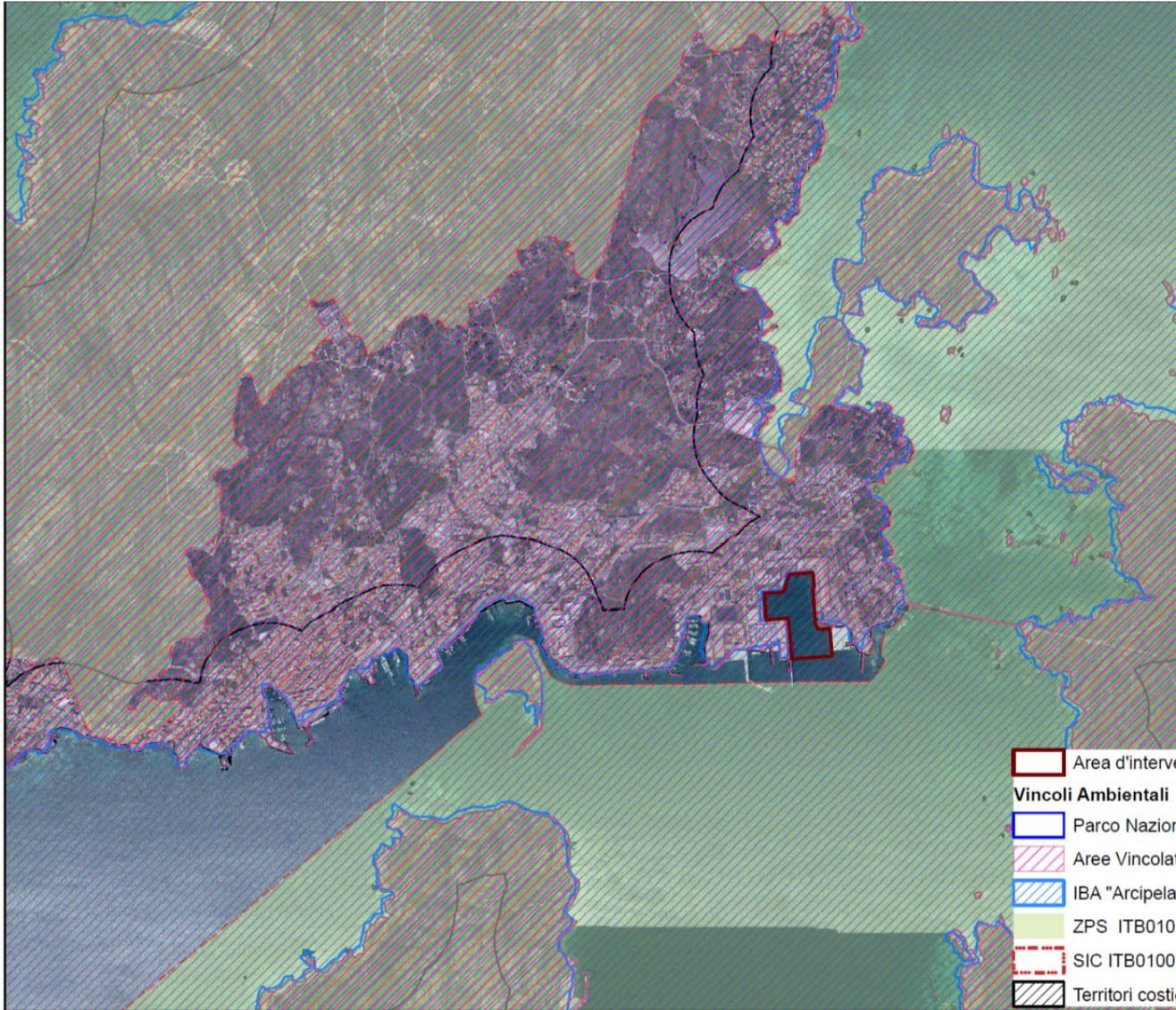


Figura 1: Localizzazione dell'area d'intervento



CRITERIA S.R.L- via Cugia, 14 - 09129 Cagliari
Tel. 070303583 - e.mail: criteria@criteriaweb.it

3.2. Inquadramento del Progetto rispetto agli strumenti di tutela dell'ambiente e del paesaggio

3.2.1. Quadro normativo di livello internazionale e comunitario

In rapporto alle convenzioni internazionali e alle direttive comunitarie in materia ambientale, i principali riferimenti, in relazione al contesto territoriale e di interesse, risultano quelle relativi a biodiversità, flora, fauna e habitat.

Si considerano in particolare:

- Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 02/02/1971. Gli scopi della Convenzione sono quelli di favorire la conservazione delle zone definite "umide" e degli uccelli acquatici mediante la loro individuazione e delimitazione, lo studio degli aspetti caratteristici e la messa in atto programmi che ne consentano la conservazione e la valorizzazione.

Nell'ambito di intervento non sono presenti Aree Ramsar

- Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione, sottoscritta a Washington il 3 marzo 1973, emendata a Bonn, il 22 giugno 1979. Disciplina il Commercio Internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione, quale strumento di conservazione attraverso una utilizzazione sostenibile.
- Convenzione internazionale per la tutela delle specie migratrici (CSM) (Convenzione di Bonn) sottoscritta a Bonn il 23 giugno 1979. Le parti contraenti della Convenzione riconoscono l'importanza della conservazione delle specie migratrici, e affermano la necessità di rivolgere particolare attenzione alle specie il cui stato di conservazione sia sfavorevole. E' stata ratificata in Italia con Legge n. 42 del 25/01/1983 (Supp. ord. G.U. 18 febb.1983, n.48).
- Convenzione di Berna relativa alla conservazione della vita selvatica e l'ambiente naturale in Europa, sottoscritta a Berna il 19 novembre 1979. Riconosce l'importanza degli habitat naturali ed il fatto che flora e fauna selvatiche costituiscano un patrimonio naturale che va preservato e trasmesso alle generazioni future. E' stata ratificata in Italia con Legge n. 503 del 05/08/81.
- Convenzione di Barcellona (Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento), trattato intergovernativo nato sotto l'egida del Programma per l'ambiente (UNEP - *United Nations Environment Programme*), firmata a Barcellona il 16 febbraio 1976 da 16 governi e dalla CEE. Entrata in vigore nel 1978. E' stata ratificata dall'Italia con la Legge n. 175 del 27 maggio 1999. La Convenzione di Barcellona ha lo scopo di prevenire, ridurre, combattere ed eliminare l'inquinamento nel Mar Mediterraneo e proteggere e migliorare l'ambiente marino e marino-costiero per contribuire allo sviluppo sostenibile.
- Direttiva 92/43/CEE "Habitat" del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e delle specie della flora e della fauna selvatiche, che mira a contribuire alla conservazione della biodiversità negli Stati membri definendo un quadro

comune per la conservazione delle piante e degli animali selvatici e degli habitat di interesse comunitario attraverso la creazione di Rete Natura 2000.

L'ambito d'intervento risulta esterno al SIC ITB010008 "Arcipelago La Maddalena"

- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici. Si pone come obiettivo primario la tutela di determinate specie ornitiche, utilizzando come strumento prioritario l'individuazione e la protezione di aree, denominate ZPS, in cui tali specie hanno il proprio ambiente vitale.

L'ambito d'intervento risulta esterno alla ZPS ITB010008 "Arcipelago La Maddalena", istituita ai sensi della "Direttiva Uccelli".

- Direttiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 giugno 2001 concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente. Comunemente nota come *Direttiva VAS*, mira a contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali nell'elaborazione e adozione di piani e programmi e a promuovere lo sviluppo sostenibile.

3.2.2. Quadro normativo di livello nazionale

I principali riferimenti in materia di tutela ambientale che caratterizzano il quadro legislativo nazionale sono di seguito rappresentati.

Aree protette e Rete Natura 2000

- Legge quadro sulle aree protette del 6 dicembre 1991, n. 394. - Detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese.
Il sito risulta compreso all'interno del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena Istituito con Legge 4 gennaio 1994
- Legge n. 157 dell'11 febbraio 1992 come integrata dalla Legge 221/2002 (che recepisce la Direttiva Uccelli). Questa legge detta le norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 357 del 8 settembre 1997 sostituito dal Decreto del Presidente della Repubblica 12 marzo 2003, n. 120 "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357", concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. Il DPR recepisce in Italia la Direttiva del Consiglio del 21 maggio 1992 92/43/CEE "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche", detta Direttiva "Habitat".
- Decreto Ministeriale 3 settembre 2002 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Conservazione della Natura - Riporta le "Linee guida per la gestione dei Siti Natura 2000".

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare del 5 luglio 2007 "Elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografia mediterranea in Italia, ai sensi della Direttiva 92/43/CEE. Elenco delle zone di protezione speciale (ZPS) classificate ai sensi della Direttiva 79/409/CEE".
- Decreto Ministeriale del 17 ottobre 2007 "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone speciali di conservazione (ZSC) e a Zone di protezione speciale (ZPS)" e ss.mm.ii.
- Decreto 7 marzo 2012 Gazzetta Ufficiale n. 79 del 3 aprile 2012 "Quinto elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografia mediterranea in Italia ai sensi della Direttiva 92/43/CEE".

3.2.3. Il Piano di Gestione del SIC e della ZPS "Arcipelago la Maddalena"

L'Ente Parco Arcipelago di La Maddalena ha partecipato al bando regionale inerente l'aggiornamento dei Piani di Gestione delle aree SIC approvati, al fine di introdurre le integrazioni relative alle disposizioni che disciplinano gli usi agricoli e forestali di tali aree, e la stesura dei piani di gestione delle Zone di Protezione Speciale con finanziamento attraverso fondi del Programma di Sviluppo Rurale (PSR) della Regione Sardegna 2007/2013 (Misura 323, azione 1, Sottoazione 1, "Tutela e riqualificazione del patrimonio rurale – Stesura e aggiornamento dei piani di gestione dei siti Natura 2000").

L'aggiornamento del Piano di Gestione dell'area SIC "Arcipelago La Maddalena", redatto sulla base della Direttiva Habitat (92/43/CEE) e Direttiva Uccelli (79/409/CEE sostituita dalla direttiva 2009/147/CE), è stato approvato con Decreto dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente n. 13112/20 del 22.06.2017.

Il Piano di Gestione vigente dell'area ZPS "Arcipelago La Maddalena", anch'esso redatto sulla base della Direttiva Uccelli e Direttiva Habitat è stato approvato con Decreto dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente n. 13113/20 del 22.06.2017.

I Piani di Gestione vigenti hanno la finalità di regolamentare l'uso del territorio in modo da assicurare il mantenimento e il ripristino degli habitat naturali e seminaturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario in uno stato di conservazione soddisfacente,.

Il fine dell'istituzione delle aree appartenenti alla Rete Natura 2000 è, come indicato dalla direttiva 92/43/CEE, quello di assicurare la conservazione degli habitat e delle specie animali e vegetali di interesse comunitario, garantendo, con opportuni interventi di gestione, il mantenimento e/o il ripristino di equilibri ecologici che li caratterizzano e che sottendono alla loro conservazione.

3.2.4. Piano Paesaggistico Regionale

La Legge Regionale n.8 del 2004 "Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e la tutela del territorio regionale", recependo quanto stabilito dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs. 22 gennaio 2004 n°42), introduce il Piano Paesaggistico Regionale

(PPR) quale "principale strumento della pianificazione territoriale regionale" che assume i contenuti di cui all'art. 143 del d.lgs. 42/2004.

Con Delibera della Giunta Regionale n. 22/3 del 24 maggio 2006, in riferimento all'art. 2, comma 1 della stessa L.R. n. 8/2004, il Piano Paesaggistico Regionale è stato adottato per il primo ambito omogeneo relativo all'area costiera.

Con il Piano Paesaggistico la "Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intesi come elementi fondamentali per lo sviluppo, ne disciplina la tutela e ne promuove la valorizzazione".

Il PPR assicura la tutela e la valorizzazione del paesaggio del territorio regionale e si pone come quadro di riferimento e di coordinamento degli atti di programmazione e pianificazione regionale, provinciale e locale, per lo sviluppo sostenibile del territorio, fondato su un rapporto equilibrato tra i bisogni sociali, l'attività economica e l'ambiente e perseguibile mediante l'applicazione dei principi della sostenibilità.

Il PPR interessa l'intero territorio regionale e, mediante il suo contenuto descrittivo, prescrittivo e propositivo, persegue le seguenti finalità:

- preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

I beni paesaggistici sono costituiti da quegli elementi territoriali, areali o puntuali, di elevato valore ambientale, storico culturale ed insediativo che hanno carattere permanente e sono connotati da specifica identità, la cui tutela e salvaguardia risulta indispensabile per il mantenimento dei valori fondamentali e delle risorse essenziali del territorio, da preservare per le generazioni future.

Il territorio regionale sardo, secondo il PPR, è caratterizzato dalla presenza di specifici beni paesaggistici individuali e d'insieme, tra cui è compresa la fascia costiera, appositamente individuata sulla base di criteri geomorfologici e fitoclimatici, è classificata come bene paesaggistico d'insieme e considerata risorsa strategica fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo, che necessita di pianificazione e gestione integrata delle risorse, assicurando un equilibrio sostenibile tra la pressione dei fattori insediativi e produttivi e la conservazione dell'habitat naturale, seguendo le indicazioni della Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2002 relativa all'attuazione della "Gestione integrata delle zone costiere" (GIZC) in Europa (2002/413/CE) e del "Mediterranean Action Plan" (MAP), elaborato nell'ambito della Convenzione di Barcellona.

I principi contenuti nel PPR, assunti a base delle azioni da attuare per il perseguimento dei fini di tutela paesaggistica, costituiscono il quadro di riferimento e coordinamento per lo sviluppo

sostenibile del territorio regionale, coerentemente con la Convenzione Europea del Paesaggio e con lo Schema di Sviluppo dello Spazio Europeo.

L'Arcipelago di La Maddalena è interamente compreso all'interno dell'Ambito di Paesaggio Costiero n.17 "Gallura Costiera Nord-Orientale".

Il progetto per l'Ambito assume l'interconnessione tra le diversità degli elementi ambientali, insediativi e infrastrutturali come guida al governo delle dinamiche insediative e di fruizione delle risorse. L'obiettivo principale è quello di riequilibrare l'accessibilità e la fruizione del paesaggio costiero, il recupero delle valenze naturalistiche e la riqualificazione delle strutture insediative. Gli indirizzi progettuali per quanto riguarda l'Arcipelago di La Maddalena sono:

1. Assumere quale centro di riferimento ambientale, dell'intera costa della Gallura nord orientale, l'insieme delle isole che compongono l'arcipelago conservandone la sua integrità, unicità e memoria;
2. Riequilibrare l'accessibilità e la fruizione della dominante paesaggistica ambientale costiera, attraverso il recupero dell'accessibilità, finalizzato ad un utilizzo collettivo delle risorse costiere e la qualificazione del sistema della portualità in modo da favorire le relazioni anche percettive fra il paesaggio marino e quello terrestre, fra il territorio e le isole dell'Arcipelago de La Maddalena, compreso nelle aree protette.
3. Riqualificare attraverso una progettazione integrata il fronte sul mare che comprende Padule ad Ovest, il centro abitato di la Maddalena, fino all'Arsenale verso Est, attraverso il coinvolgimento di tutti gli attori interessati per il raggiungimento di uno scenario condiviso, che preveda la rifunzionalizzazione delle architetture militari, la rilocalizzazione degli approdi, il riordino distributivo degli spazi pubblici di relazione, il coordinamento degli interventi privati ed il ripristino degli equilibri del sistema ambientale.
4. Riconoscere quale metodologia di progettazione finalizzata alla tutela del paesaggio insulare l'individuazione di ambiti minori in cui si verificano e si possono controllare le dinamiche e le relazioni strutturali ambientali, insediative e storico-culturali, da sottoporre a progettazione integrata.
5. Riequilibrare i servizi e le attrezzature degli insediamenti ambientali nel rispetto delle funzioni residenziali per invertire la tendenza attualmente in atto al solo uso stagionale.
6. Riqualificazione e restauro delle trame viarie storiche, delle architetture militari di difesa, dei presidi e dei luoghi storici, come occasione per la diffusione della conoscenza dell'identità dell'Arcipelago, restituendogli in alcuni casi, vedi Borgo Stagnali, un nuovo ruolo centrale nel sistema insediativo insulare.
7. Riqualificare l'insieme del paesaggio urbano de La Maddalena attraverso una progettazione unitaria e integrata, al fine di elevare la qualità generale dell'insediamento nel rispetto dei

materiali, delle tipologie, delle tecniche e del disegno urbano, al fine di elevare la qualità generale dell'insediamento.

3.3. Inquadramento del Progetto rispetto agli Strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale

3.3.1. Piano Urbanistico Provinciale/Piano Territoriale di Coordinamento (PUP/PTC) della provincia di Sassari

Il Piano Urbanistico provinciale/Piano territoriale di coordinamento della Provincia di Sassari, redatto ai sensi della L.R. 45/89 e del D.Lgs. n.267/2000, è stato approvato mediante Delibera del Consiglio provinciale n.18/2006 e sottoposto a revisione nell'ottobre 2008.

Il Piano si articola attraverso un insieme di geografie che scaturiscono da un'attività volta a costruire un modello interpretativo del territorio: una geografia delle immagini spaziali del territorio che rappresentano il primo insieme di immagini al futuro della società provinciale a cui far riferimento per la pianificazione; una geografia fondativa articolata in popolazione del territorio provinciale, dell'economia delle attività e ambientale; una geografia dell'organizzazione dello spazio articolata secondo la genesi dell'insediamento, del sistema insediativo, della progettualità del territorio e del sistema strutturale e infrastrutturale del territorio; una geografia giuridico istituzionale; una geografia del sistema informativo territoriale.

Sulla base di questo quadro conoscitivo il Piano si articola nei seguenti dispositivi spaziali e normativi:

- le Ecologie territoriali che costituiscono il dispositivo spaziale del PUP ed hanno lo scopo di indirizzare gli interventi progettuali sul territorio coerentemente con i processi ambientali e insediativi in atto;
- i Sistemi di organizzazione dello spazio che descrivono le linee guida per la gestione dei servizi pubblici e comprendono i sistemi dei servizi urbani ed i sistemi infrastrutturali coerentemente con gli indirizzi e le opzioni culturali del PUP. Essi hanno perciò un fondamentale ruolo che è quello di realizzare l'urbanità del territorio provinciale e rendere durevoli e autoriproducibili le ecologie territoriali costruite attraverso i processi di campo;

i Campi del progetto ambientale che rappresentano aree territoriali caratterizzate da risorse, problemi e potenzialità comuni ai quali il PUP attribuisce una specifica rilevanza in ordine al progetto del territorio. Tali campi hanno come finalità la conclusione di accordi di campo tra attori rappresentativi di interessi legittimi su specifici ambiti o campi problematici.

L'ambito interessato dall'intervento ricade all'interno dell'ecologia complessa 2.17 "La Maddalena".

Essa risulta interessata da tre ordini di processi, tra i quali si riconosce una particolare rilevanza – in quanto essenziale alla natura e alla storia del territorio:

- a) Un ordine di processi di formazione dei litorali sabbiosi di Cala Corsara, Spiaggia Rosa, Santa Maria, Cala Maggiore, lo Strangolato, Abbatoggia, Spalmatore, Stagnali, Cala Garibaldi, Porto Palma, che si formano a partire da un processo di alimentazione interno

che si rileva principalmente attraverso i fondovalle alluvionali e soprattutto esterno per lo smantellamento delle formazioni geologiche esterne e l'azione di contenimento e stabilizzazione della prateria di posidonia e della vegetazione psammofila.

- b) Un ordine di processi di formazione delle comunità biologiche vegetali e animali, nelle coste rocciose, che configurano situazioni dotate di singolarità e varietà e che, per la marginalità territoriale di tali situazioni, sono particolarmente vulnerabili per le difficoltà oggettive di una gestione diretta e costante.
- c) Un ordine di processi di propagazione e dispersione che investe l'area marina per la dinamica delle correnti.

La qualità e la sensibilità della componente complessa dell'Arcipelago di La Maddalena è tale da richiamare una gestione del territorio che coinvolga:

- per i processi di tipo "a" una gestione del territorio che protegga sotto il profilo qualitativo e quantitativo i processi di alimentazione idrologica ed eolica;
- per i processi di tipo "b" una gestione del territorio che favorisca un'attuazione dell'osservazione e della fruizione dei luoghi;
- per i processi di tipo "c" vanno coinvolte le componenti complesse delle aree costiere antistanti (Santa Teresa, Palau e Golfo di Arzachena) attraverso processi orientati al controllo reciproco delle relazioni tra le attività.

3.3.2. Piano Urbanistico Comunale di La Maddalena

Il Comune di La Maddalena è munito di Piano Urbanistico Comunale approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.50 dell'8 novembre 2003 e pubblicato sul Buras n.13 del 7 maggio 2004. Dalla data di approvazione si sono susseguite varianti in particolare relative al regolamento edilizio. L'adeguamento dello strumento urbanistico al PPR e al PAI è stato adottato mediante Delibera del C.C. n.4 del 15 gennaio 2015. le cui norme di salvaguardia risultano decadute così come preso atto con Deliberazione di C.C. n°10 del 21/03/2018.

L'ambito di pertinenza del porto è classificato come Zona G1/P Sottozona G1/P1 – Zona Ex Arsenale



3.4. Inquadramento del Progetto rispetto agli Strumenti di pianificazione di settore

3.4.1. Piano di Bonifica dei siti inquinati

Il Piano Regionale di gestione dei rifiuti della Sardegna è suddiviso in diverse sezioni relative ai rifiuti urbani, ai rifiuti speciali, alla bonifica delle aree inquinate e alla bonifica dall'amianto. Il Servizio dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente ha predisposto l'aggiornamento della sezione relativa alla bonifica delle aree inquinate, adottato con Delibera N. 38/34 del 24.07.2018.

In base alle analisi effettuate ed agli studi in possesso dell'Amministrazione regionale i siti da sottoporre ad attività di bonifica sono stati classificati secondo le seguenti macrocategorie:

- siti interessati da attività industriali;
- siti interessati da attività minerarie dismesse;
- siti interessati da discariche dismesse di rifiuti urbani;
- siti interessati da attività e servizi militari;
- siti di stoccaggio idrocarburi e PV carburante.

Il Piano persegue il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- la realizzazione di bonifiche o messa in sicurezza secondo le priorità di intervento individuate nel piano medesimo;
- il risanamento delle zone contaminate sia di proprietà privata che pubblica;
- lo sviluppo dell'attività di prevenzione;
- l'implementazione del sistema informativo sui siti contaminati attraverso l'Anagrafe dei siti inquinati;
- il miglioramento delle conoscenze territoriali e lo sviluppo della ricerca di eventuali nuovi siti contaminati con adeguamento in progress del piano regionale, in stretta collaborazione con gli organi di controllo territoriali e dell'Agenzia Regionale per l'Ambiente Sardegna;
- individuare le sinergie con le altre sezioni in cui si articola il Piano regionale di gestione dei rifiuti al fine di garantire una gestione integrata dei rifiuti provenienti dalle attività di bonifica.

L'aggiornamento del Piano Regionale di bonifica dei siti inquinati ha comportato la necessità di inquadrare, in maniera quanto più possibile definita, la situazione relativa ai siti con procedimenti di bonifica non conclusi, tra i quali è compreso l'ambito dell'ex arsenale della Maddalena, descritto all'interno della sezione dedicata agli ex siti di interesse nazionale.

3.4.1.1. Ex siti di interesse nazionale

L'area dell'arsenale compresa tra il molo, le banchine antistanti l'autoreparto, Cala Camiciotto, Molo Carbone, la banchina ex deposito cavi Telecom e l'antistante specchio d'acqua dell'ex arsenale militare, in vista del Grande Evento "Presidenza Italiana del Vertice G8" del 2009, è stata inserita, con un provvedimento d'urgenza (Disposizioni Urgenti di Protezione Civile, ordinanza n. 3716 del 19/11/2008), all'interno dei siti di interesse nazionale al fine di accelerare e concludere tutte le operazioni di bonifica prima della data di inizio del G8.

Tutti i procedimenti di bonifica attivi sono stati gestiti, come definito nell'ordinanza, con modalità coerenti con la somma urgenza.

Le opere di bonifica e messa in sicurezza riguardavano in particolare i sedimenti marini risultati contaminati che sarebbero stati, in parte, recuperati con opportuni trattamenti e riutilizzati all'interno delle casse di colmata necessarie per la costruzione del nuovo porto turistico.

L'evento internazionale ha avuto invece luogo nella città di L'Aquila e, per questo motivo, i lavori intrapresi non sono stati completati, compresa la bonifica delle aree a mare, funzionale all'utilizzo di immobili riqualificati e realizzati ex novo in occasione del previsto vertice del G8.

Il sito della Maddalena, infine, è stato inserito nell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui all'art. 252 del D.Lgs. n. 152/2006 approvato con D.M. 11 gennaio 2013 e, dunque, non è più ricompreso tra i siti di bonifica di interesse nazionale.

In conseguenza di quanto sopra esposto, in data 29 ottobre 2013, è stato sottoscritto tra la Regione Sardegna e il Ministero dell'Ambiente e il Comune di La Maddalena il Protocollo d'intesa finalizzato ad assicurare il completamento delle opere di bonifica della zona di mare antistante l'ex Arsenale militare; come soggetto attuatore è stato individuato il medesimo Comune e il progetto di MISP della Darsena è stato approvato il 07/06/2016.

Si rappresenta, infine, che è stata siglata l'Intesa istituzionale tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri e la Regione Autonoma della Sardegna - rep. RAS n. 1-52 del 3 gennaio 2018 - per la bonifica, il risanamento ambientale e la rigenerazione urbana dell'ex area militare denominata "arsenale militare e area militare contigua molo carbone" situata nell'isola di La Maddalena che prevede una dotazione finanziaria imponente con lo sblocco di oltre 50 milioni già individuati nel Patto per la Sardegna. La ripartizione contempla 20,4 milioni per la bonifica anche esterna della darsena dell'ex Arsenale e delle aree adiacenti; 15 milioni quale contributo per rendere produttivi gli insediamenti alla Maddalena; 15 milioni per interventi al piano stralcio del Ministero dei Beni e delle attività culturali e del turismo. Il loro rapido impiego sarà assicurato dalla nomina di un Commissario straordinario e un soggetto attuatore dell'Intesa.

Con Delibera del Consiglio dei Ministri 08 maggio 2018, l'ex area militare denominata "arsenale militare e area militare contigua molo carbone" situata nell'isola di La Maddalena, è stata individuata area di Rilevante Interesse Nazionale, ai sensi dell'art. 33, comma 3, del Decreto-legge 12 settembre 2014, n.133, convertito con modificazioni dalla legge 11 novembre 2014, n.164; con DPCM 25/05/2018 è stato nominato il Presidente pro tempore della Regione Sardegna quale Commissario straordinario del Governo per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area sin denominata "arsenale militare ed area militare contigua Molo Carbone".

3.4.2. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), è stato redatto ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e successive modificazioni, adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 22/46 del 21/07/2003, approvato dalla Giunta Regionale con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005.

Il Piano individua e perimetra le aree a rischio idraulico e geomorfologico, secondo quanto disposto dal D.Lgs 180/98 convertito in L. 267 del 30.08.1998 e D.P.C.M. del 29/09/1998. In particolare, delimita le aree a pericolosità idraulica (molto elevata Hi4, elevata Hi3, media Hi2) e a pericolosità da frana (Hg4, Hg3, Hg2), rileva gli insediamenti, i beni, gli interessi e le attività vulnerabili nelle aree pericolose, allo scopo di valutarne le specifiche condizioni di rischio ed individua e delimita le aree a rischio idraulico (molto elevato Ri4, elevato Ri3, medio Ri2) e a rischio da frana (Rg4, Rg3, Rg2).

Con Delibera di CC n10/2018 sono confermate le norme di salvaguardia in ordine agli studi di Compatibilità idraulica e Compatibilità geologica e geotecnica così come adottato /approvato con Deliberazione di CC 4/2015 in osservanza dell'art. 8 comma 2 della N.A. del PAI.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività per la tutela dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Nell'ambito interessato dall'intervento non sono presenti aree a pericolosità idraulica (e a pericolosità da frana perimetrate dal PAI).

3.5. Descrizione degli interventi

Gli interventi previsti dal progetto definitivo, oggetto della presente valutazione, riguardano sostanzialmente la realizzazione di una barriera passiva continua in HDPE, integralmente protetta da un materassino in cls di spessore 25 cm, stabile alle azioni idrodinamiche generate dalle eliche delle barche e del moto ondoso.

I lavori necessari al raggiungimento di tale obiettivo possono essere suddivisi in due tipologie principali:

- preparazione della superficie di posa del pacchetto di tenuta ambientale del fondale;
- messa in sicurezza dell'intera area del bacino portuale di "Cala Camicia" mediante realizzazione del "sistema di tenuta ambientale".

Preliminarmente alle attività di regolarizzazione del fondale esistente mediante versamento di sabbia lavata e spianamento locale, verranno installate le aree di cantiere e verranno delimitati gli specchi liquidi con un idoneo sistema di "panne" rivolto ad evitare che il materiale messo in sospensione accidentalmente possa diffondersi al di fuori dell'area oggetto degli interventi. Inoltre verranno salpati dall'area da bonificare gli elementi di ormeggio (corpi morti, catenarie, ecc.) e i trovanti presenti sul fondo della stessa area.

Di seguito viene riportata una sintesi delle attività previste dal Progetto definitivo:

IMPIANTO CANTIERE AREE A TERRA

- Recinzioni e punti di accesso

- Area logistica (box di cantiere)
- Impianti di cantiere e relativi allacci utenze
- Aree di sosta e manovra dei mezzi terrestri
- Banchine per ormeggio/stazionamento mezzi marittimi
- Aree per stoccaggio temporaneo: "inerti"; "trovanti"; "rifiuti"

IMPIANTO CANTIERE AREE A MARE

- Delimitazione specchi liquidi di manovra/stazionamento
- Delimitazione margine esterno della darsena con "panne"

APPRESTAMENTO DEI FONDALI

- Rilievo di prima pianta e prospezioni subacquee
- Salpamenti degli elementi di ormeggio (corpi morti e catenarie) e dei "trovanti"
- Stoccaggio temporaneo del materiale salpato
- Conferimento a discarica dei trovanti
- Rilievo di seconda pianta e prospezioni subacquee

REGOLAZIONE DEL FONDALE E PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL SISTEMA DI TENUTA AMBIENTALE

- Delimitazione della darsena con un sistema di panne
- Sistemazione del fondale attraverso lo spianamento ed il versamento di sabbia al fine di ottenere l'attenuazione delle asperità e il riempimento delle fosse di maggior importanza (pendenza)
- Collocazione di teli di geotessili al piede delle banchine in corrispondenza degli scanni di pietrame per una fascia di 10 m

REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI TENUTA AMBIENTALE

- Predisposizione e posa in opera di telo in HDPE di spessore 2.5 mm reso continuo tramite saldature
- Predisposizione e posa in opera del sistema di cassetta flessibile tipo FLEXITEX (doppio geotessile unito con fili distanziatori) reso continuo tramite cuciture o zip
- Getto subacqueo del calcestruzzo nel cassero flessibile a realizzare un materasso di spessore medio 25 cm di protezione strutturale

STABILIZZAZIONE DEL BORDO DEL SISTEMA DI TENUTA AMBIENTALE

- Fornitura e posa in opera di sacchi in rete riempiti di pietrame tipo FILTER UNIT, di peso 2 t, come elementi di zavorra e protezione dei bordi del sistema di tenuta ambientale
- SMOBILIZZO DEL CANTIERE

Le principali attività propedeutiche alle attività di regolarizzazione del fondale consistono in:

- Impianto del cantiere a terra;
- Delimitazione aree a mare;

panne sarà quella di separare fisicamente l'area soggetta alle lavorazioni dall'area esterna, per evitare che eventuale materiale contaminato, messo in sospensione accidentalmente, possa diffondersi nell'area esterna rispetto a quella di lavoro.

Il lavoro di regolarizzazione verrà realizzato in 4 fasi allo scopo di delimitare ciascuna area dall'esterno per evitare che eventuale risospensione possa compromettere le aree in cui la regolarizzazione è già stata eseguita.

3.5.2. Regolarizzazione del fondale

Il sistema di tenuta ambientale, necessità di un fondale piuttosto regolare ovvero privo di accentuate asperità o fosse che potrebbero generare rotture con conseguente compromissione della sua tenuta. A tal fine sono previste una serie di attività di regolarizzazione del fondale attuale mediante l'eventuale versamento di sabbia lavata (spessori compresi tra 0 cm e 100 cm, mediamente 50 cm sull'intera area) e spianamento meccanico anche a mezzo di sommozzatori. In presenza di rocce affioranti si procederà alla riprofilatura puntuale del fondale ricoprendo la porzione aguzza della stessa con il versamento di sabbia lavata; eventualmente per i casi più significativi si procederà inoltre alla stesa di un telo di geotessile a copertura dell'area per eliminare il potere tagliente dell'affioramento sull'HDPE.

3.5.3. Realizzazione del sistema di tenuta ambientale

Per la protezione dell'intero fondale del bacino, è stato progettato un apposito sistema di tenuta ambientale che avrà lo scopo di garantire l'isolamento del sedime portuale dall'ambiente circostante, per evitare che le sostanze inquinanti possano diffondersi o disperdersi in esso. Il sistema di tenuta ambientale sarà dotato di un elemento di protezione strutturale rivolto ad evitare che eventuali azioni esterne possano danneggiare gli elementi realizzati allo scopo di garantire la tenuta ambientale.

Il sistema di tenuta ambientale previsto dal Progetto definitivo risulta così composto partendo dall'esterno:

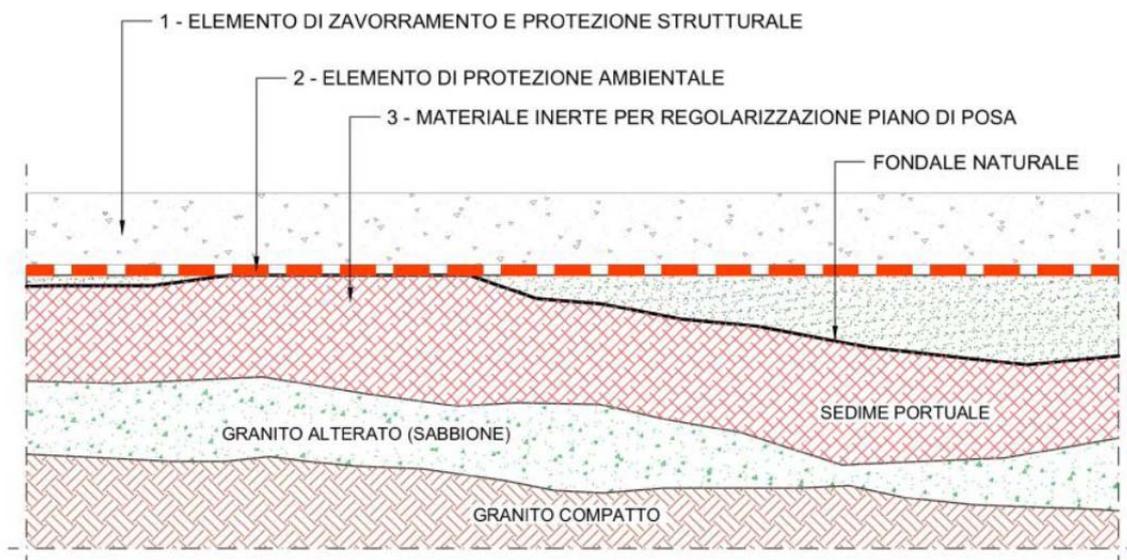
- un elemento di zavorramento e di protezione strutturale (spessore 0,25 m) realizzato mediante materassi prefabbricati in PET riempiti in opera con getti subacquei di malta di cemento. La funzione di questo elemento sarà quella di garantire sia lo zavorramento sia la protezione strutturale dell'elemento sottostante realizzato per la protezione ambientale. L'elemento di protezione strutturale è stato dimensionato in modo tale che resista sia alle azioni statiche che possono essergli trasmesse dai corpi morti (dimensioni 2,0 m x 2,0 m sp. 1 m) che verranno utilizzati per ormeggiare i pontili galleggianti all'interno della darsena, sia alle azioni dinamiche esercitate dai getti liquidi prodotti dalle eliche dei natanti. L'utilizzo dei materassi prefabbricati in PET, che sostanzialmente svolgono la funzione di casseforme a perdere, garantisce la corretta esecuzione dei

getti subacquei e l'omogeneità spaziale dell'elemento di protezione strutturale che si verrà a creare; il principio applicato per rimuovere l'eccesso di acqua si basa sull'evacuazione di pressione (tramite pompaggio del calcestruzzo) attraverso il tessuto. Quest'ultimo funziona da setaccio ed è progettato per impedire la perdita di particelle attraverso i pori.

- un elemento di protezione ambientale costituito da un telo impermeabile in HPDE (polietilene ad alta densità) spessore 2,5 mm normalmente utilizzato per garantire l'isolamento idraulico delle vasche di colmata, fornito in fogli resi solidali tra loro a formare un'unica superficie attraverso opportune saldature. Le particolari caratteristiche di resistenza, impermeabilità e capacità d'allungamento consentono un sicuro adattamento anche in fondali non perfettamente piani.

SEZIONE TIPO

Scala 1 : 25



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

①	ELEMENTO DI ZAVORRAMENTO E PROTEZIONE STRUTTURALE COSTITUITO DA: MATERASSI A DOPPIO STRATO IN PET (SPESSORE MEDIO DI 25 cm) RIEMPITI IN OPERA CON GETTI SUBACQUEI DI MALTA DI CEMENTO DOTATI DI OPPORTUNI FILAMENTI DISTANZIATORI IN PET. REQUISITI MINIMI DEL TESSUTO IN PET: PESO UNITARIO 195 g/m ² ; RESISTENZA MIN. ULTIMA A TRAZIONE 55KN/m; ALLUNGAMENTO MAX ULTIMO A TRAZIONE 11%. REQUISITI MINIMI MALTA DI CEMENTO: RESISTENZA CARATTERISTICA CUBICA A COMPRESSIONE Rck 30MPa; CLASSE DI CONSISTENZA S5.
②	ELEMENTO DI PROTEZIONE AMBIENTALE TELO IMPERMEABILE IN HDPE SPESSORE MINIMO 2.5 mm; 2.36 kg/m ²
③	MATERIALE INERTE PER REGOLARIZZAZIONE PIANO DI POSA (SABBIA FINE LAVATA)
④	GEOTESSILE (500 gr/m ²)
⑤	ELEMENTO DI ANCORAGGIO AL PIEDE DELLA BANCHINA COSTITUITO DA : ELEMENTI TIPO "FILTER UNIT" DA 2T (Pietrame selezionato contenuto in reti a maglia)

Figura 3: Sezione tipo del pacchetto di tenuta ambientale (da Progetto definitivo)

La protezione del sistema di tenuta ambientale lato mare, è ottenuta mediante la saldatura dei teli di estremità in PET dei materassi prefabbricati che vengono zavorrati con sacchi in rete riempiti di pietrame tipo FILTER UNIT da 2 t.

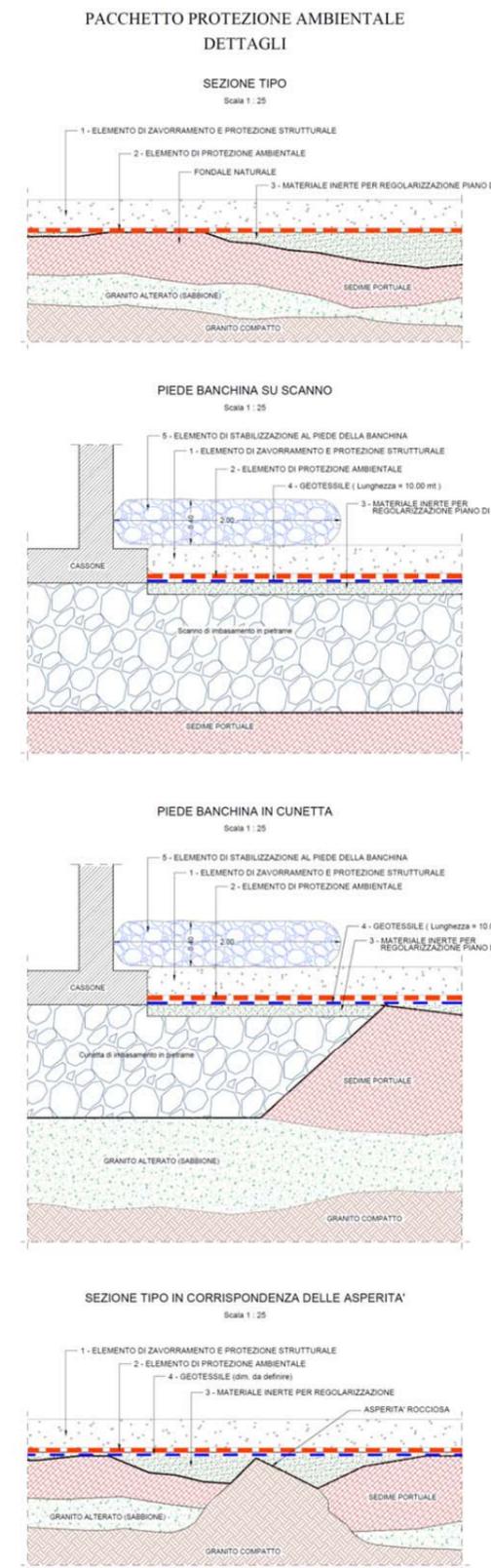
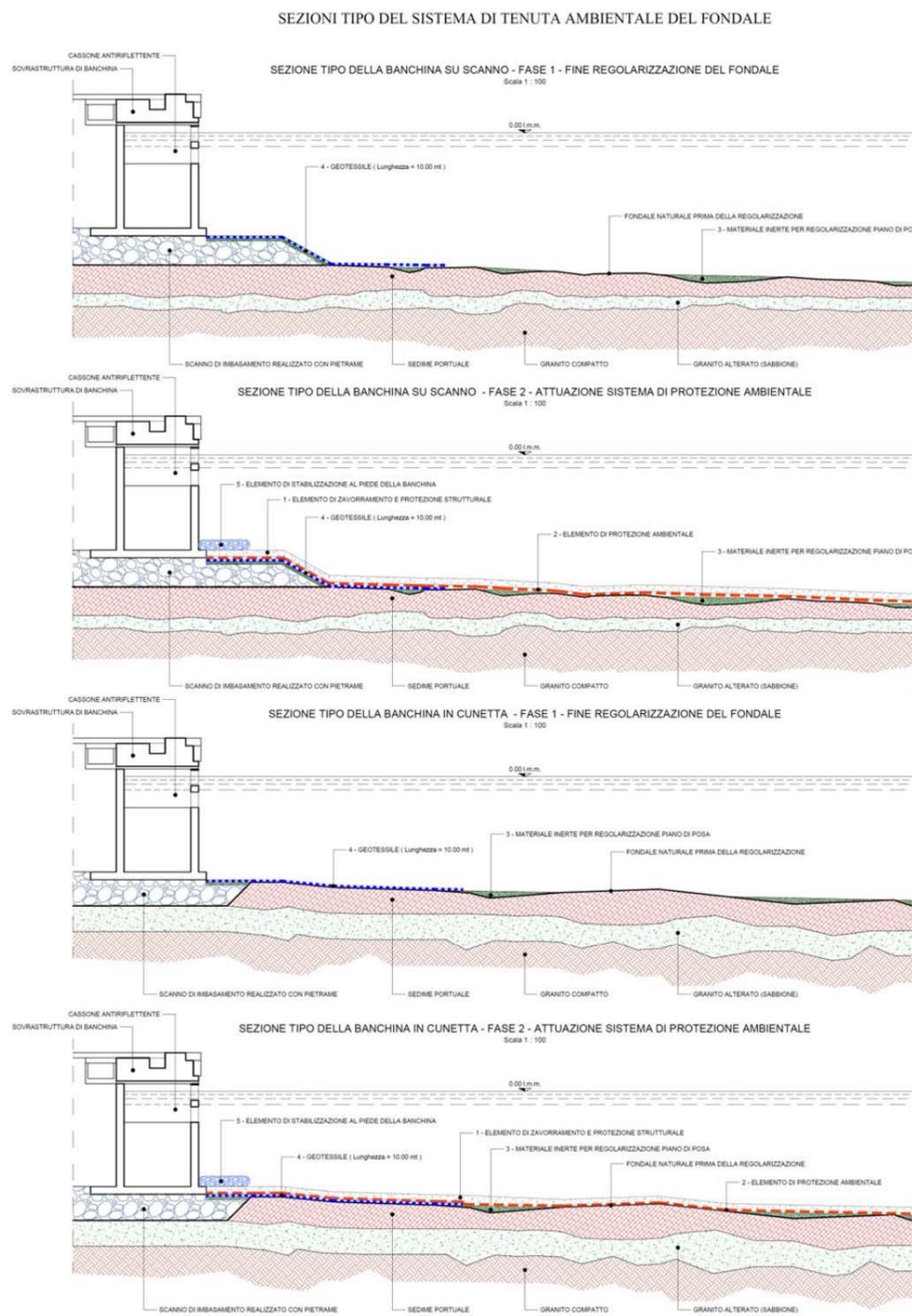
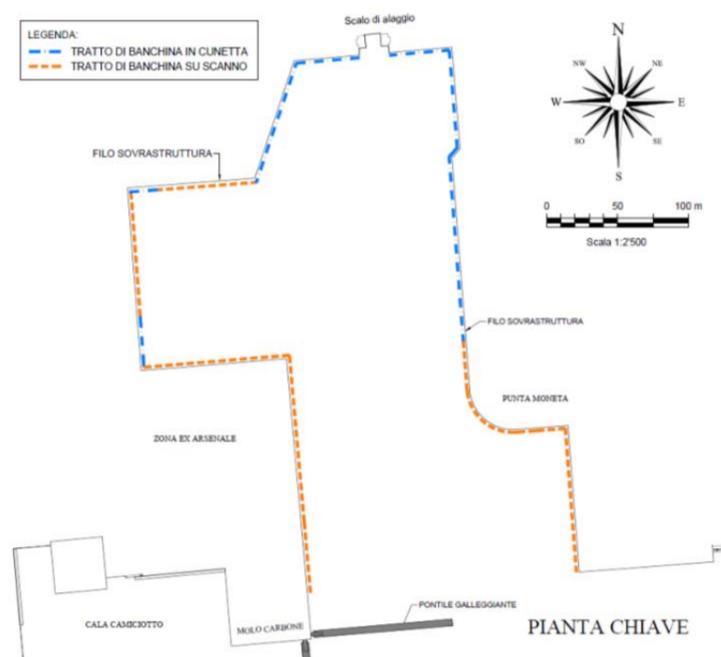
La funzione dei teli zavorrati con i sacchi in pietrame è quella di seguire eventuali cedimenti causati da fenomeni di scalzamento del fondale dovuti anche alle eliche di natanti evitando così che il materiale contaminato possa uscire lateralmente dalla zona protetta.

L'elemento di stabilizzazione del sistema di tenuta ambientale è costituito da sacchi di pietrame da 2 t disposti in fila con interasse di 2 m coincidente con la sua dimensione di ingombro in pianta.

Le caratteristiche del singolo sacco da 2 t in opera sono:

- diametro medio sul piano orizzontale = 2.00 m;
- spessore medio = 0.40 m;
- pezzatura del pietrame = 50 mm ÷ 200 mm;
- quantità di pietrame = 1.25 m³;
- interasse tra due sacchi consecutivi = 2.00 m.

I contenitori flessibili a sacco riempiti con pietrame, saranno confezionati con una doppia rete a maglia romboidale di poliestere, con capacità di contenere e movimentare in sicurezza il sacco. La doppia rete a maglie romboidale, costituente la struttura del contenitore, sarà del tipo "knitted" (o similare), prodotta con telaio " Raschel " e quindi indemagliabile. La misura del lato della maglia sarà di mm 25 (pezzatura consigliata del riempimento mm 50 ÷ 200).



4. Descrizioni delle componenti ambientali sensibili

4.1.1. *Atmosfera e Rumore*

4.1.1.1. *Il Clima*

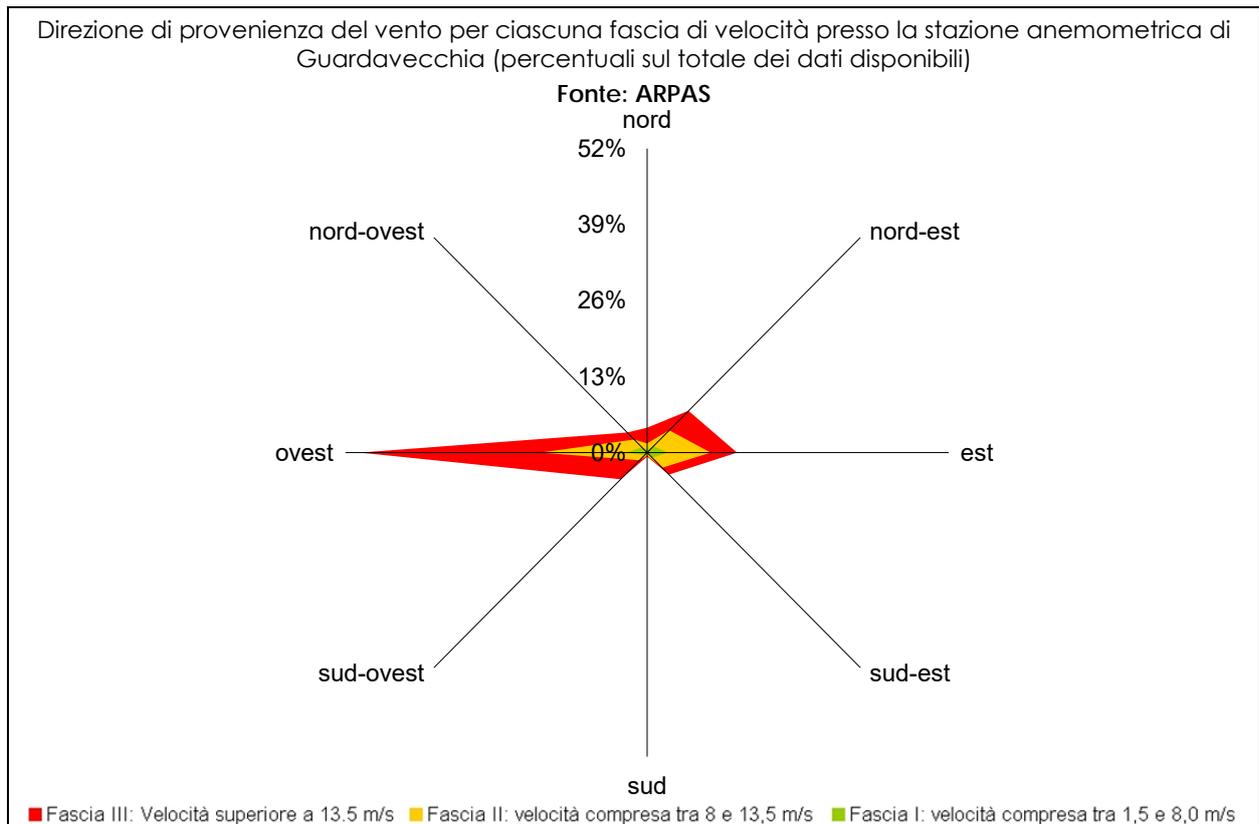
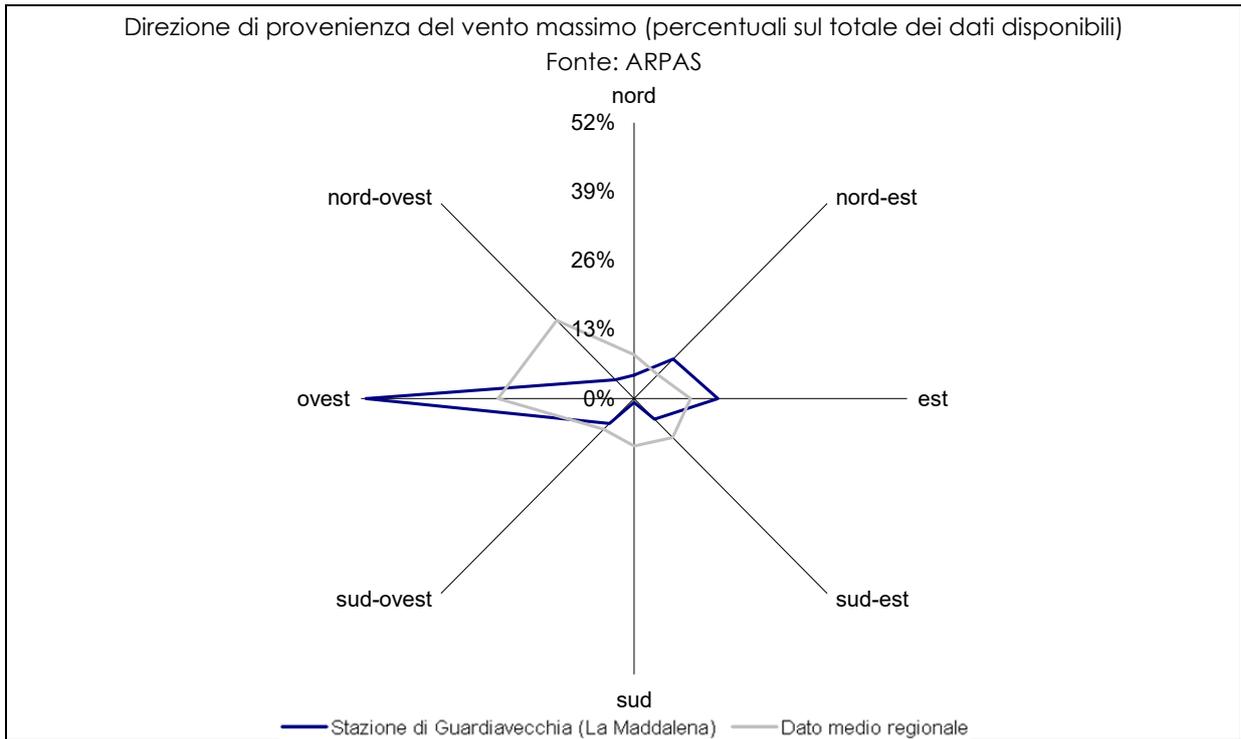
L'Arcipelago di La Maddalena è ubicato nell'area settentrionale della Sardegna, in prossimità della costa E, nell'area sud orientale del canale fra la Corsica e la Sardegna, noto come Bocche di Bonifacio, ed è compreso all'incirca fra le latitudini N 41°18'48" (isola La Presa) e 41°13'30" (Isola di Soffi), e le longitudini E 9°19'20" (Spargiotto) e 9°37'6" (Scoglio di Mortoriotto) in piena area mediterranea.

Tale area è in generale caratterizzata da un regime pluviometrico mediamente compreso fra i 500 e i 900 mm annui di pioggia, sostanzialmente analogo come quantità complessiva a quello dell'area del centro-sud dell'Europa, ma molto differente come distribuzione: nell'area subalpina le precipitazioni cadono nel corso di tutto l'anno, con un massimo in estate, mentre nell'area più meridionale del Mediterraneo le piogge sono concentrate nel semestre invernale, da ottobre ad aprile, con un periodo arido variabile da area a area che può durare anche molti mesi.

La temperatura caratterizza l'area mediterranea con inverni miti, con medie del mese più freddo generalmente comprese fra i 5 e i 15 °C, e con rare discese del termometro sotto lo zero. Anche in estate i valori termometrici medi sono sostanzialmente più elevati che nelle aree del centro Europa; in luglio e agosto la temperatura diurna dell'aria supera facilmente i 30 °C. Contemporaneamente le temperature del suolo, nei punti illuminati dal sole, salgono sino a circa 70 °C.

L'andamento pluviometrico è marcatamente sbilanciato verso le stagioni fredde, con valori minimi in luglio e agosto e comunque con una buona presenza di acqua anche nelle stagioni intermedie. I valori massimi di piovosità media si riscontrano comunque da ottobre a febbraio. Il periodo estivo è invece marcatamente arido. Il dato di piovosità complessivo (meno di 600 mm all'anno) è comunque basso, anche se superiore ai valori di altre aree della Sardegna.

Per quanto riguarda le condizioni anemometriche, si rileva una predominanza del Ponente, dovuta alla presenza di forti correnti eoliche provenienti dal Golfo del Leone, che si incanalano lungo la costa della Corsica (come vento di NW, detto Mistral o Maestrale) e si scaricano infine nelle Bocche di Bonifacio ruotando a vento di Ponente (W).



4.1.1.2. Qualità dell'aria

La Regione Autonoma della Sardegna, in occasione della "Realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione", ha predisposto uno studio organico circa lo stato della qualità dell'aria nel territorio regionale (Assessorato della Difesa Ambiente della Regione Sardegna, 2005).

Tale documento sullo stato della qualità dell'aria in Sardegna, così elaborato, è articolato nelle seguenti parti:

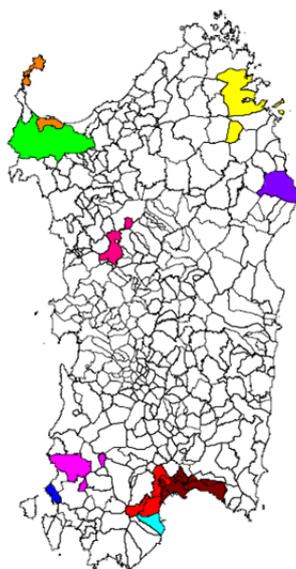
inventario regionale delle fonti di emissione;

valutazione della qualità dell'aria e zonizzazione secondo il d.lgs. n. 351/99;

individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al d.lgs. n. 351/99.



Salute umana	
	Zona di mantenimento
	Agglomerato di Cagliari
	Zona mista di Assemini, Capoterra, Elmas
	Zona di Sassari
	Zona di Olbia
	Zona industriale di Sarroch
	Zona industriale di Portoscuso
	Zona industriale di Portotorres

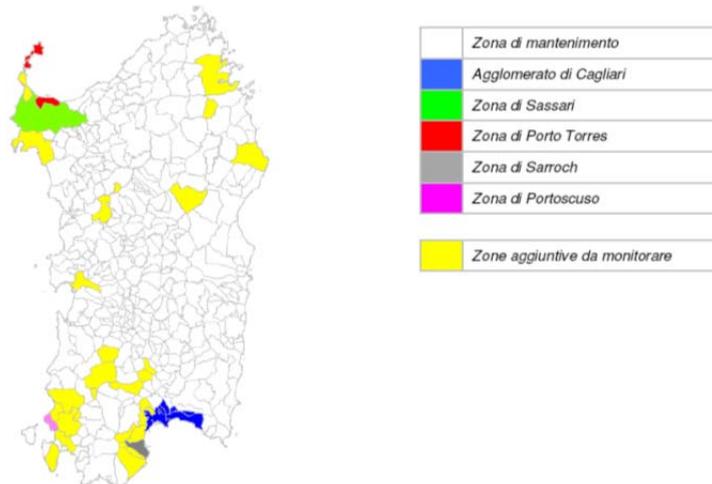


Vegetazione	
	Zona di mantenimento
	Agglomerato di Cagliari
	Zona di Sassari
	Zona di Olbia
	Zona mista di Assemini, Capoterra, Elmas
	Zona industriale di Sarroch
	Zona industriale di Portoscuso
	Zona industriale di Portotorres
	Zona di Iglesias
	Zona di Macomer
	Zona di Siniscola

Sulla base dei risultati della valutazione preliminare, il territorio comunale di La Maddalena non è stato inserito tra le zone critiche per la protezione della salute umana, né tra le zone potenzialmente critiche per la protezione della vegetazione.

Dallo studio dello stato della qualità dell'aria nel territorio regionale ed, in particolare, nelle aree individuate come a maggior rischio nella fase di zonizzazione preliminare, utilizzando prevalentemente gli strumenti modellistici di dispersione dell'inquinamento atmosferico, sono state individuate diverse criticità, che hanno reso necessario rivedere l'individuazione delle aree potenzialmente critiche per la salute umana e per gli ecosistemi e dei Comuni che necessitano di interventi di risanamento.

Il territorio comunale di La Maddalena è stato individuato come zona di mantenimento, cioè in una zona in cui occorre garantire il mantenimento di una buona qualità dell'aria e non soggetta né a misure di risanamento né a particolari misure di controllo e monitoraggio.



La Regione Sardegna, in recepimento del decreto legislativo del 13.8.2010 n. 155 recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", ha proceduto al riesame della zonizzazione del territorio e all'individuazione degli agglomerati sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa e, successivamente, all'individuazione delle zone sulla base del carico emissivo, delle caratteristiche orografiche, delle caratteristiche meteo-climatiche e del grado di urbanizzazione del territorio.

Nello specifico il territorio regionale è stato classificato nelle seguenti zone:

Agglomerato di Cagliari: comprendente i comuni di Cagliari, Monserrato, Quartucciu, Quartu Sant'Elena, Selargius e Elmas.

Zona urbana: costituita dalle aree urbane rilevanti, la cui individuazione è stata effettuata a partire dall'analisi dei carichi emissivi. Si tratta di centri urbani sul cui territorio si registrano livelli

emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico.

Zona industriale: costituita dai comuni in cui ricadono aree industriali in cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali;

Zona rurale: comprendente la rimanente parte del territorio regionale. Essa risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti, dalla presenza di poche attività produttive isolate e generalmente con un basso grado di urbanizzazione.

Il Comune di La Maddalena ricade nella zona rurale, per la quale non si evidenziano particolari criticità.

Allo stato attuale il territorio in esame non è servito da una rete di monitoraggio della qualità dell'aria. In passato, il territorio comunale di La Maddalena era dotato di una rete speciale di controllo della radioattività, in ragione della presenza di una base navale ove era prevista la sosta di sommergibili a propulsione nucleare.

Tale struttura, attiva da più di venticinque anni (dal 1972), faceva parte delle cosiddette Reti Locali (definite nel D.Lgs 230/95), ovvero dei punti di controllo della radioattività ubicati in zone che presentano particolari rischi dal punto di vista delle potenziali fonti di inquinamento radioattivo a livello locale, quali ad esempio centrali nucleari, impianti o depositi di sostanze radioattive e, come nel caso specifico, installazioni militari nelle quali possono essere presenti unità navali dotate di sistemi di propulsione nucleare.

L'attività svolta comprendeva la gestione di una rete in continuo e di una serie di attività di monitoraggio periodiche di prelievo e analisi di campioni ambientali in laboratorio. La rete in continuo era costituita da centraline automatiche di rilevamento, collegate ai due centri di controllo installati rispettivamente presso il Laboratorio di La Maddalena (località La Ricciolina) e presso la sede del PMP di Sassari.

Tale rete era composta da cinque centraline (Piazza Comando, Santo Stefano, Palau, Stagnali e Centro Velico) per il monitoraggio in continuo della dose gamma in aria e da due centraline per l'analisi spettrometrica gamma in continuo dell'acqua di mare. Attualmente, a seguito della dismissione della base militare, essa è in fase di smantellamento.

4.1.1.3. Il Rumore

L'esigenza di tutelare il benessere pubblico dallo stress acustico urbano si è concretizzata con l'approvazione del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991, il quale impone ai Comuni di suddividere il territorio in classi acustiche in funzione della destinazione d'uso delle varie aree (residenziali, industriali, ecc.), stabilendo poi, per ciascuna classe, i limiti delle emissioni sonore tollerabili, sia di giorno che di notte.

La Zonizzazione Acustica costituisce quindi un atto tecnico-politico di governo del territorio in quanto ne disciplina l'uso e le modalità di sviluppo delle attività. L'obiettivo è quello di prevenire il deterioramento di zone acusticamente non inquinate e di fornire un indispensabile strumento di pianificazione, di prevenzione e di risanamento dello sviluppo urbanistico, commerciale, artigianale e industriale, coerente con livelli di emissioni sonore compatibili con le destinazioni d'uso del territorio.

La Regione Sardegna, con Deliberazione n. 62/9 del 14.11.2008 ha approvato il documento "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale" ritenendo necessaria l'adozione dei Piani di Zonizzazione Acustica su tutto il territorio regionale, al fine di poter procedere con la predisposizione del Piano Regionale Triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico che, espressamente previsto all'art. 4, comma 2, della legge n. 447/1995, deve essere redatto dalla Regione in collaborazione con le Province.

Il Comune di La Maddalena ha provveduto alla redazione di una bozza del Piano di Zonizzazione Acustica del territorio comunale, che individua più della metà (70%) del territorio in classe I "Aree particolarmente protette", interessando quasi tutto il perimetro del SIC "Arcipelago La Maddalena", fatta eccezioni per gli ambiti residenziali e gli insediamenti turistici e produttivi.

Le aree in classe II "Aree destinate ad uso residenziale" e III "Aree di tipo misto", rappresentano complessivamente il 24% dell'intero territorio comunale. Le aree ad intensa attività umana (classe IV) costituiscono invece il 6%. Non sono state invece individuate aree in classe V e VI.

L'ambito di pertinenza dell'ex arsenale ricade all'interno della zona militare. L'ambito circostante è in classe III, come area di tipo misto.

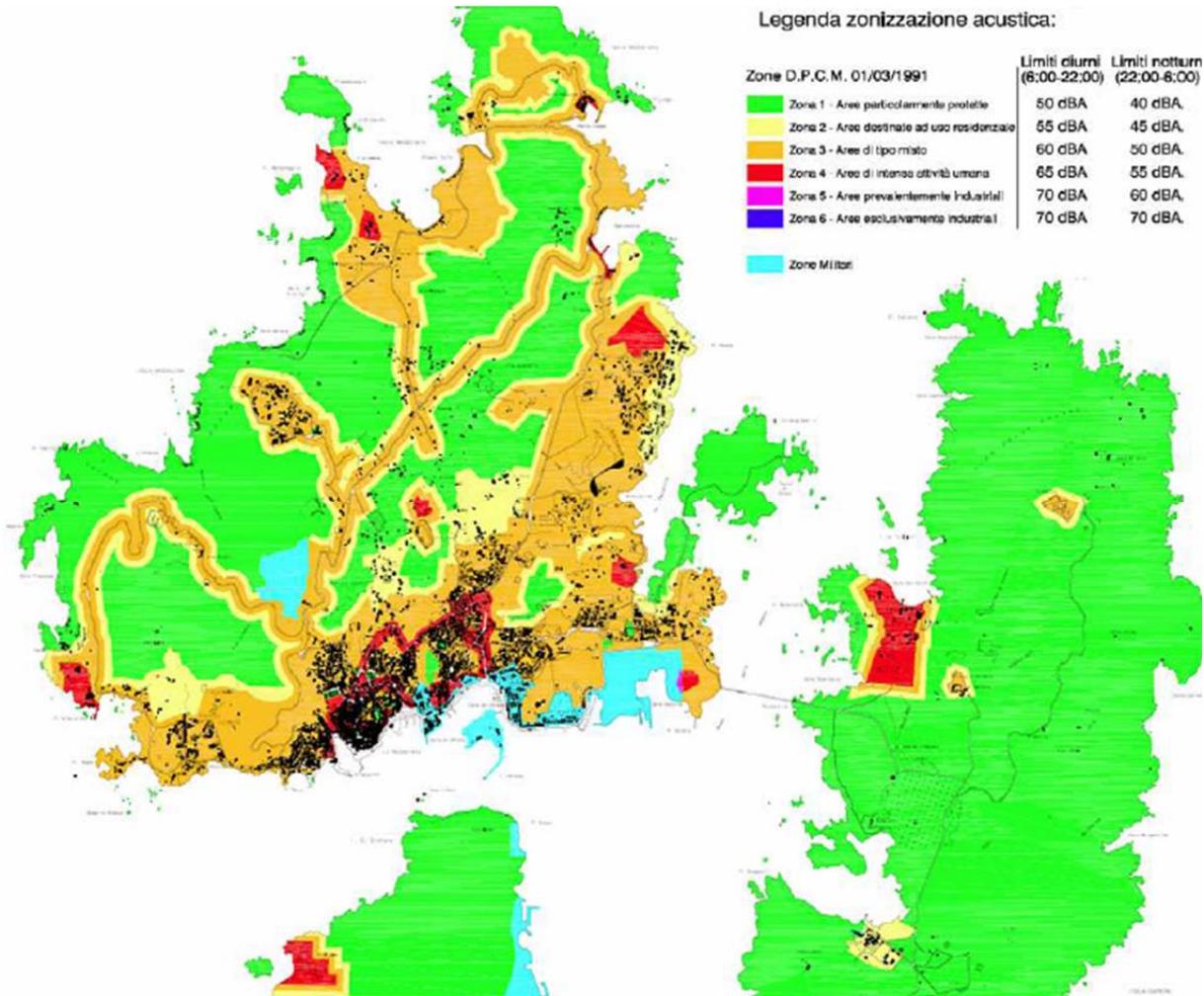
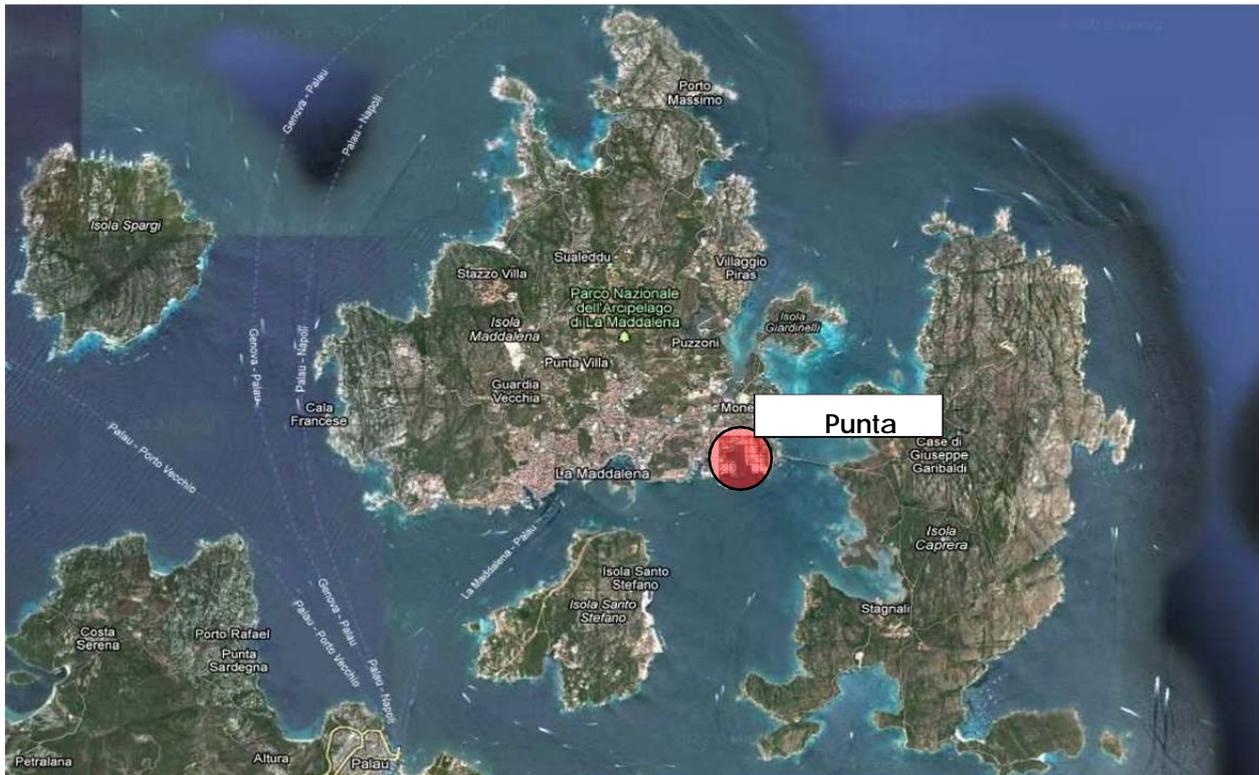


Figura 4: Stralcio cartografico della bozza del Piano di zonizzazione acustica del territorio comunale

4.1.2. Suolo e Sottosuolo

4.1.2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area marina oggetto degli interventi di completamento della bonifica dei fondali è localizzata nella zona antistante l'ex Arsenale di La Maddalena in località Cala Camicia, ricadente nel Comune di La Maddalena.



Il sistema delle isole dell'Arcipelago di La Maddalena appartiene al contesto geologico-strutturale della Gallura settentrionale. I litotipi più antichi affioranti sono rappresentati dalle metamorfite del Paleozoico, costituite da lembi di gneiss occhiadini listati a composizione tyranitica e granodioritica di contatto. I granitoidi del batolite ercinico, affiorano diffusamente in tutta l'area e sono interessati da una fitta rete di fessurazioni con andamento subortogonale, spesso attraversate da facies ipoabissali che costituiscono un articolato insieme di filoni con direzioni, composizioni ed andamento variabili. Il corteo filoniano è costituito da corpi a composizione prevalentemente riolitica e struttura porfirica (meno frequentemente aplitici e riolacitici, spesso anfibolici), con andamento preferenziale secondo la direzione NNE-SSW che corrisponde alla principale direttrice tettonica dell'Arcipelago della Maddalena. Su queste lineazioni tettoniche è impressa la paleo-idrografia che nel margine costiero da origine alle rias. I più recenti depositi quaternari, in facies marina e continentale, costituiscono affioramenti discontinui nell'entroterra e sono riconducibili alle fasi di trasgressione e regressione marina collegate agli avvenimenti glacio-eustatici verificatesi tra il Tirreniano e l'ultimo glaciale Würm. Nel settore sommerso i litotipi paleozoici affioranti corrispondono a quelli rilevati nel settore emerso, con una netta prevalenza dei granitoidi rispetto alle migmatiti ed al complesso filoniano.

L'isola de La Maddalena, con una superficie di 19,60 km², è caratterizzata dalla presenza delle unità metamorfiche paleozoiche e delle unità granitoidi e filoniane. Le unità terziarie sono rappresentate da pochi depositi di spiaggia antichi. Le litologie quaternarie sono costituite da

formazioni dunari, da formazioni alluvionali, depositi eluvio colluviali, palustri e da sedimenti litorali.



Figura 5: Geologia dell'Isola della Maddalena

Da un punto di vista geomorfologico l'isola de La Maddalena è caratterizzata dalla presenza di differenti unità geolitologiche cui si deve la presenza di differenti configurazioni morfologiche del margine costiero. Lo sviluppo costiero dell'isola è di circa 43 km con prevalente estensione di coste rocciose. La continuità del margine costiero roccioso è interrotta dalle spiagge sabbiose localizzate prevalentemente all'interno delle baie più o meno ampie. I sistemi a baie e promontori che dominano i lineamenti geomorfologici dell'Isola, rappresentano tratti del profilo costiero caratterizzati da settori esposti all'azione del moto ondoso e degli agenti meteo-marini in corrispondenza dei promontori, e da settori costieri protetti rispetto agli impulsi energetici marini, a costituire baie ed insenature spesso caratterizzate da un notevole sviluppo verso l'entroterra e, al cui interno, è possibile la formazione di spiagge di fondo baia e cale sabbiose. In termini tipologici e genetici i caratteri di questa categoria risultano in generale riconducibili a quelli riferiti in letteratura scientifica alle coste di sommersione e più specificatamente alle "coste

a rias". Questi settori sono caratterizzati da una forte interconnessione sistemica e morfoevolutiva tra le componenti fisiche interne (prevalentemente sistemi di versante) e quelle marino-litoranee. Questa interconnessione si esprime principalmente nel trasporto detritico ad opera di piccoli corsi d'acqua a cui si deve l'alimentazione delle piccole spiagge di fondo baia, note nella letteratura scientifica con il nome di Pocket beach.

4.1.2.2. Il modello geologico e geotecnico dell'area portuale

La definizione del modello geologico e di quello geotecnico dell'area sede del progetto, deriva da campagne di indagini geognostiche e geofisiche che, a più riprese, hanno interessato l'ambito portuale in sede di redazione dei progetti preliminare e definitivo al fine di acquisire le informazioni necessarie per la caratterizzazione dei sedimenti presenti sul fondale e per analizzare la stabilità delle banchine perimetrali della darsena di Cala Camicia.

Le attività d'indagine eseguite nell'area sono consistite in indagini geofisiche, geognostiche, ambientali, batimetriche e analisi meteomarine.

Al fine di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico il sito in esame e geotecnicamente i terreni del fondale è stata eseguita una campagna d'indagine nel dicembre 2011. Tale campagna, che si va ad aggiungere alle campagne d'indagine eseguite nelle precedenti fasi progettuali, è stata così articolata:

- esecuzione di n° 9 sondaggi a carotaggio continuo;
- esecuzione n. 25 Standard Penetration Test;
- prelievo di n. 17 campioni indisturbati o poco disturbati

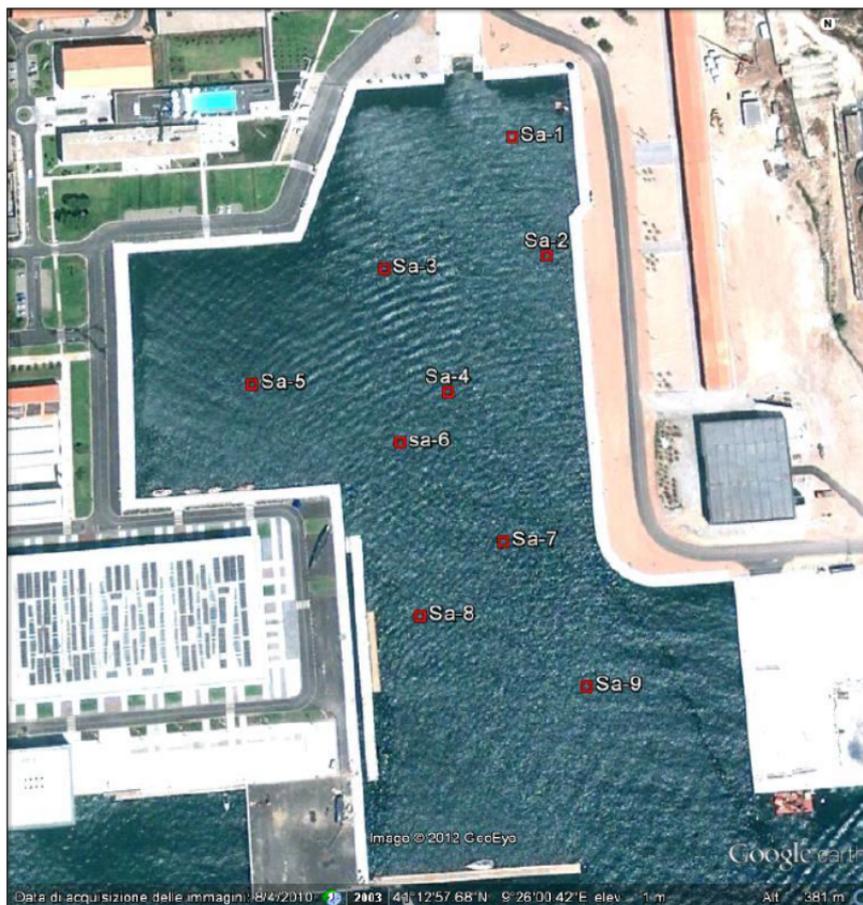


Figura 6: Ubicazione dell'area di progetto con indicazione dei sondaggi realizzati

Lo specchio d'acqua oggetto dei lavori di completamento della bonifica dei fondali presenta una superficie di circa 70.000 m² ed è delimitato lungo i confini ovest, nord ed est da muri di sponda (banchine) a parete verticale che sono stati realizzati per finalità di portualità turistica.

Con riferimento allo specchio d'acqua oggetto del completamento della bonifica, i fondali tendono mediamente a decrescere spostandosi da sud verso nord con profondità che vanno da circa -8,0 ÷ -11,0 m in corrispondenza della zona sud fino a raggiungere profondità minime dell'ordine di -2,5 ÷ -3,0 m nella zona nord in prossimità dello scalo di allaggio.

I fondali si presentano dal punto di vista morfologico estremamente "tormentati" anche a causa della precedente attività di dragaggio eseguita con draga meccanica a benna, come emerge dai documenti relativi ai rilievi di geofisica/geologia marina redatti dall'ISPRA e dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma La Sapienza. In alcune aree sono ben distinguibili le bennate con fronti di scavo sub- verticali che determinano una rilevante irregolarità spaziale degli attuali fondali. All'eterogeneità morfologica, inoltre, si aggiunge una rilevante eterogeneità sedimentologica e geotecnica dei fondali, raramente riscontrabile in altri porti italiani sede di SIN.

La zona in esame è caratterizzata da un substrato roccioso costituito da una formazione granitica (Unità C) rinvenibile a una profondità variabile dal fondale marino compresa fra 2.0 e 11.0. Al di sopra del substrato granitico è presente una formazione costituita dai prodotti di alterazione della formazione sottostante. Tale formazione è costituita perlopiù da sabbia limosa debolmente ghiaiosa (Unità B). Lo spessore di tale unità è compreso fra i 2.0 e i 5.0 m. Lo strato più superficiale è costituito da sedimenti più o meno consistente costituiti essenzialmente da una formazione sabbiosa ghiaiosa e debolmente limosa (Unità A). Anche in questo caso lo spessore è compreso fra i 2.0 e i 5.0 m.



Figura 7: esempio di Log stratigrafico relativo al sondaggio S4.

Sui diciassette campioni che sono stati prelevati durante le operazioni di sondaggio sono state eseguite una serie di prove di laboratorio. Di seguito si riporta un quadro riassuntivo dei valori caratteristici assegnati ai parametri geomeccanici delle unità litologiche individuate dalla campagna d'indagine:

- Unità A
 - Descrizione: Sedimento
 - Pesoperunitàdivolumenaturale $\gamma_n = 18\text{kN/m}^3$
 - Coesioneefficace $c' = 0\text{kPa}$
 - Angolo di attrito efficace $\phi' = 20^\circ$
 - Modulo di Young $E = 10\text{MPa}$

- Unità B
Descrizione: Sabbione
Pesoperunitàdivolumenaturale $\gamma_n = 18 \text{ kN/m}^3$
Coesioneefficace $c' = 0 \text{ kPa}$
Angolo di attrito efficace $\phi' = 38^\circ$
Modulo di Young $E = 40 \text{ MPa}$

- Unità C
Descrizione: Granito Substrato roccioso
Resistenza a compressione monoassiale $\sigma_c = 20 \text{ MPa}$

Caratterizzazione granulometrica dei sedimenti superficiali

Nell'ambito della campagna geognostica relativa alla progettazione del completamento della bonifica dell'ex Arsenale de La Maddalena, sono stati realizzati 9 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo e distruzione di nucleo (contraddistinti dalle sigle da Sa1 a Sa9 in fig. 5) e per ciascun sondaggio è stato effettuato il prelievo di due campioni indisturbati: uno, in seguito denominato C1, preso nei sedimenti marini superficiali ed il secondo, denominato C2, preso nelle sottostanti sabbie di alterazione del basamento granitico.

Tutti i campioni superficiali C1 sono risultati essere costituiti, principalmente, da sabbie più o meno ghiaiose debolmente limose/argillose, con un contenuto d'acqua compreso tra il 17.7% ed il 46.8%; Il colore di tutti i campioni non è omogeneo e spazia dal bruno nocciola al grigio verde.

I campioni profondi C2 sono risultati essere costituiti, principalmente, da sabbie con ghiaie debolmente limose/argillose, con un contenuto d'acqua compreso tra l'11.6% ed il 29.2%; il loro colore varia dal nocciola al rosa e al grigio, con sporadici livelli di colore più marcatamente grigio.

Da un punto di vista granulometrico, le analisi svolte sui depositi sciolti hanno determinato in tutti i campioni la componente sabbiosa (SF) è abbastanza alta, compresa tra 34.1 % (Sa4 C2) e 80.5% (Sa7 C2)).

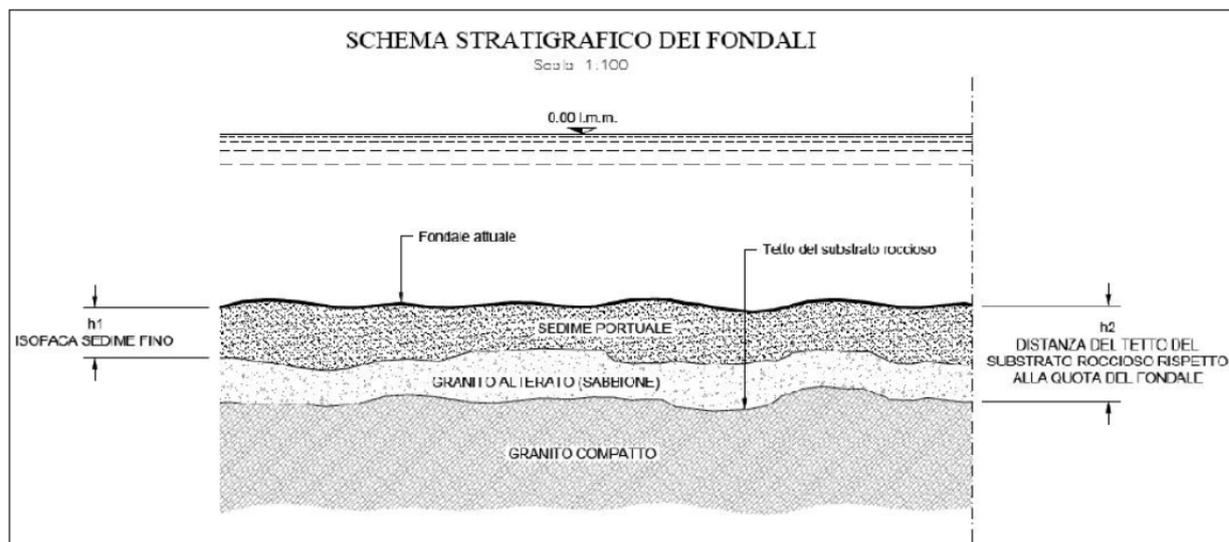


Figura 8: schema stratigrafico del fondale. Sedime portuale = C1; Sabbione granitico = C2).

Sondaggio	Campione	Classificazione granulometrica	Campione	Classificazione granulometrica
Sa1	Sa1-C1	sabbia debolmente ghiaiosa limosa	Sa1-C2	sabbia con ghiaia e limo debolmente argillosa
Sa2	Sa2-C1	ghiaia con sabbia	Sa2-C2	***
Sa3	Sa3-C1	sabbia ghiaiosa debolmente limosa	Sa3-C2	sabbia con ghiaia debolmente limosa
Sa4	Sa4-C1	sabbia ghiaiosa debolmente limosa	Sa4-C2	ghiaia con sabbia debolmente limosa
Sa5	Sa5-C1	sabbia ghiaiosa debolmente limosa	Sa5-C2	sabbia con ghiaia limosa
Sa6	Sa6-C1	sabbia limosa debolmente ghiaiosa argillosa	Sa6-C2	sabbia ghiaiosa limosa
Sa7	Sa7-C1	sabbia limosa debolmente ghiaiosa	Sa7-C2	sabbia debolmente ghiaiosa limosa
Sa8	Sa8-C1	sabbia ghiaiosa debolmente limosa	Sa8-C2	sabbia limosa debolmente ghiaiosa argillosa
Sa9	Sa9-C1	sabbia limosa debolmente argillosa	Sa9-C2	ghiaia con sabbia

Figura 9: classificazione dei campioni analizzati

Sondaggio	Campione N°	Profondità m.	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	W %	γ_w (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	G _s	c' (kPa)	ϕ' (°)
Sa1	1	1.30-1.80	6.2	82.5	8.0	3.3	27.7					
Sa1	2	4.60-5.00	27.7	35.3	29.8	7.2	16.1					
Sa2	1	0.50-1.20	59.5	36.9	2.6	1.1	12.3					
Sa3	1	0.50-1.50	16.5	69.5	9.9	4.1	44.0					
Sa3	2	4.00-4.60	43.6	45.8	7.5	3.1	11.6					
Sa4	1	0.00-0.60	21.5	66.2	8.7	3.5	46.8					
Sa4	2	1.80-2.60	57.9	34.1	5.7	2.3	8.,6					
Sa5	1	1.60-2.00	23.7	65.2	7.9	3.2	20					
Sa5	2	4.50-5.00	25.9	50.4	20.5	3.2	12.1					
Sa6	1	1.00-1.50	13.0	58.5	21.4	7.1	17.7	2.04	1.72	2.65	1.22	37.2
Sa6	2	3.60-4.00	21.7	56.0	19.1	3.3	12.3					
Sa7	1	1.20-1.50	10.7	62.8	19.9	6.6	124.3					
Sa7	2	4.00-4.50	7.2	80.5	9.1	3.2	22.1					
Sa8	1	1.00-1.80	22.3	65.2	8.3	4.1	39.2					
Sa8	2	5.40-6.00	6.5	65.8	19.6	8.1	29.2					
Sa9	1	1.80-2.30	5.7	72.0	19.3	2.9	43.3					
Sa9	2	3.00-3.80	50.1	45.8	2.9	1.2	13.6					

Figura 10: tabella riassuntiva dei risultati delle prove di laboratorio

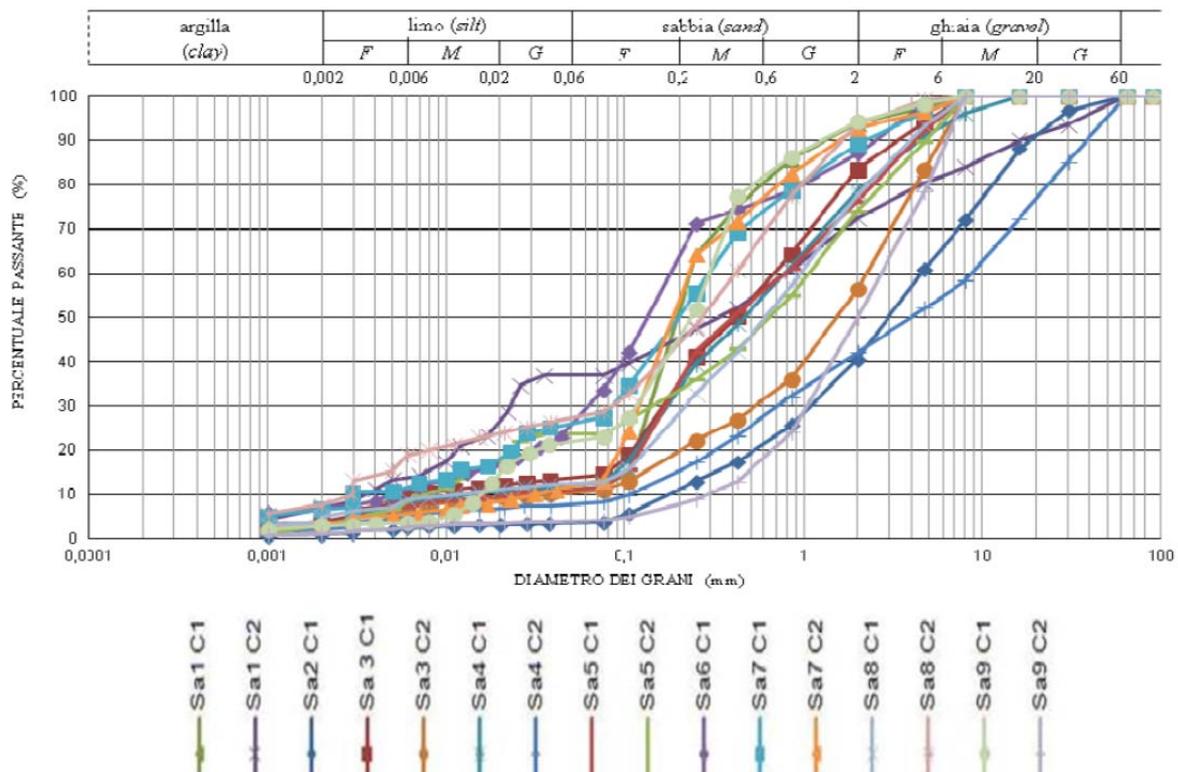


Figura 11: curve granulometriche dei campioni analizzati

In sintesi, i campioni di terreno analizzati risultano avere caratteristiche granulometriche molto simili fra loro. La granulometria prevalente è la frazione sabbiosa, mentre per quanto riguarda la colorazione, essa varia dal nero-grigio scuro dei depositi più superficiali al rosaocra dei depositi sottostanti. In ciascun sondaggio si distinguono infatti i depositi più superficiali, costituiti prevalentemente da sabbie limose ghiaiose con abbondanti resti conchigliari, di spessore variabile tra 1.4 m (Sa4) e 4.5 m (Sa7), dai depositi sottostanti, costituiti in prevalenza da sabbie da medie a grossolane derivanti dall'alterazione del bed-rock granitico, aventi spessori variabili tra 0.4 m (Sa2) e 8.7 m (Sa8). Il granito sottostante si presenta sempre da fratturato a molto fratturato e sovente in condizioni di forte alterazione, in particolare lungo le superfici di frattura.

4.1.2.3. *Analisi morfologica e sedimentologica dei fondali*

I fondali, che come accennato sono stati già oggetto di una attività di dragaggio di prima fase a scopo di bonifica, si presentano dal punto di vista morfologico estremamente "tormentati" anche a causa della precedente attività di dragaggio eseguita con draga meccanica a benna, come emerge dai documenti relativi ai rilievi di geofisica/geologia marina redatti dall'ISPRA e dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma La Sapienza. In alcune aree sono ben distinguibili le bennate con fronti di scavo sub-verticali che determinano una rilevante irregolarità spaziale degli attuali fondali. Come descritto in seguito, all'eterogeneità morfologica si aggiunge una rilevante eterogeneità sedimentologica e geotecnica dei fondali, raramente riscontrabile in altri porti italiani sede di SIN. In fig. 4.2 si riporta la morfologia dei fondali restituita dal rilievo multibeam eseguito dall'OGS estratta dalla corrispondente tavola di progetto dove sono inoltre riportate alcune informazioni aggiuntive, come la presenza di residui di c.a., di manufatti subacquei, di una condotta sottomarina, di stesa di cavi, ecc.

In una apposita tavola di progetto sono inoltre riportate le ubicazioni degli elementi da salpare propedeuticamente all'effettuazione degli interventi di dragaggio. Tali elementi sono per lo più costituiti da corpi morti, catenarie ed elementi di appesantimento delle stesse catenarie. Sono stati inoltre individuati alcuni residui di c.a. appoggiati sul fondo della darsena che dovranno essere rimossi.

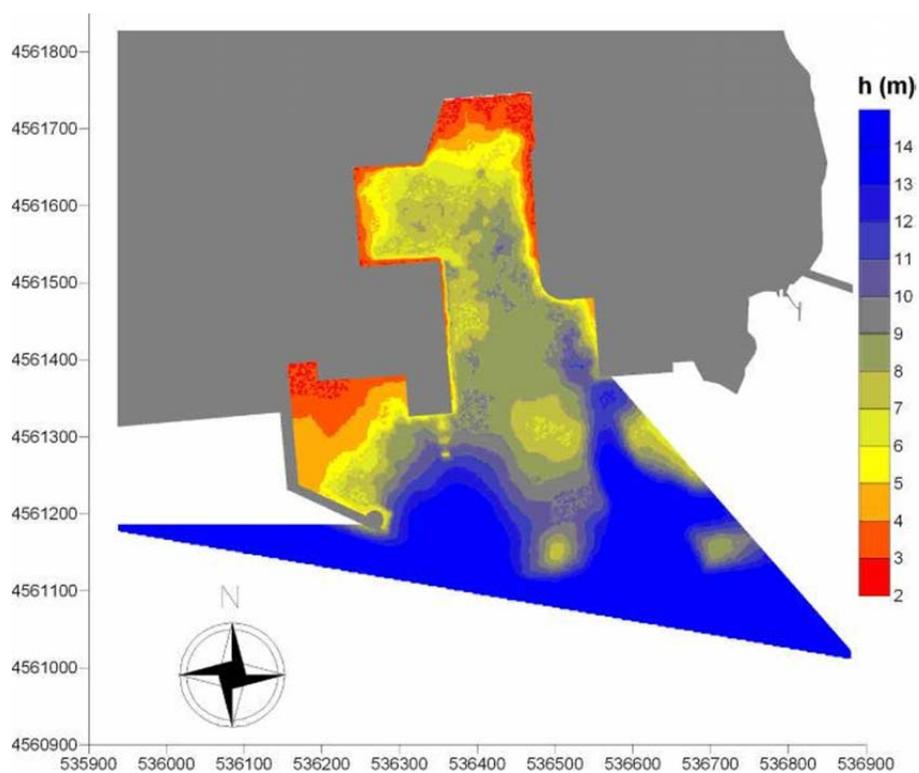


Figura 12: batimetria del fondale

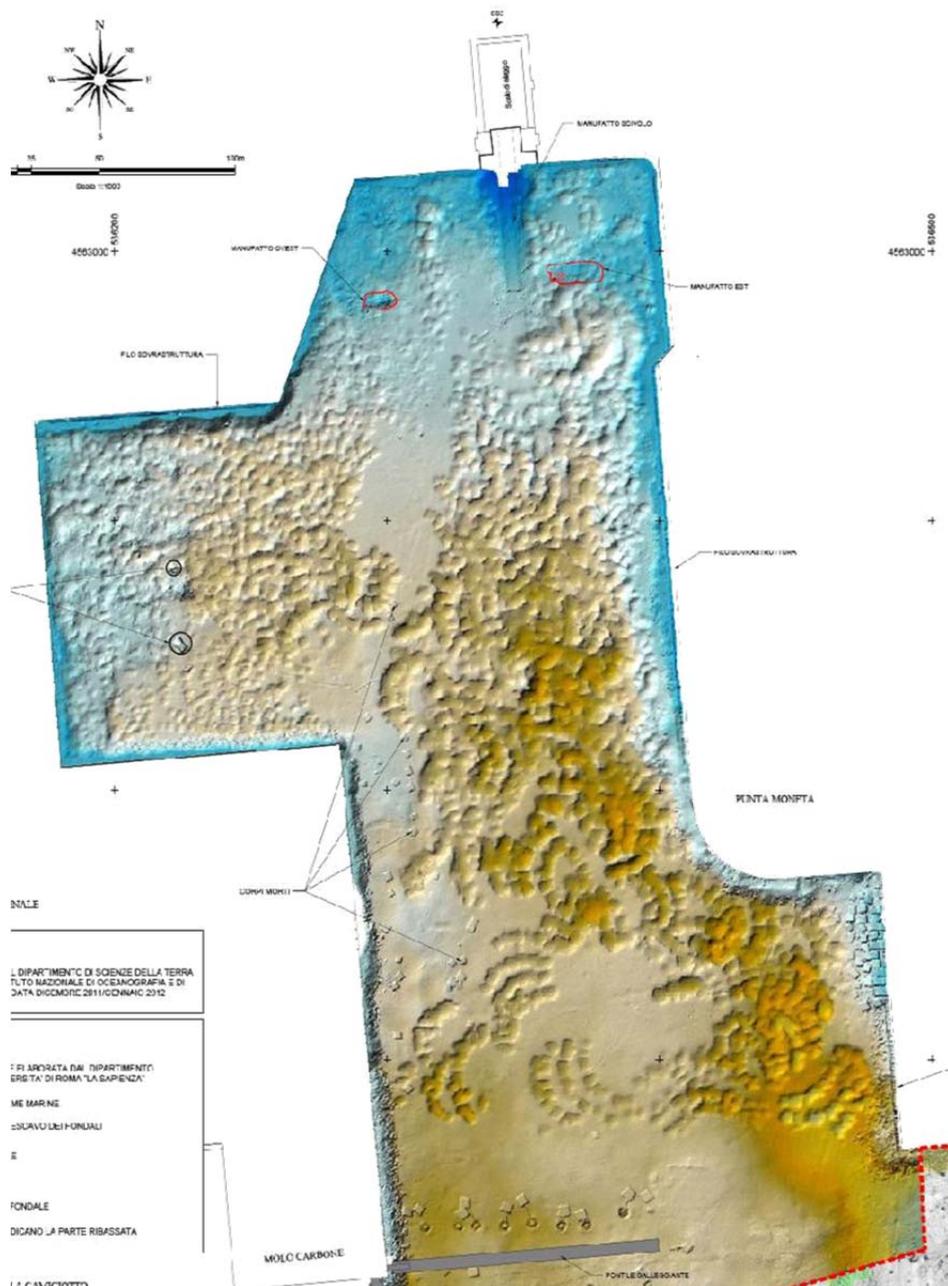


Figura 13: Morfologia dei fondali (da rilievo multi-beam eseguito dall'OGS tra dicembre 2011 e gennaio 2012).

Per quanto riguarda la stratigrafia, le indagini integrative eseguite dall'Università di Firenze e dall'OGS hanno permesso di verificare che l'area è caratterizzata da uno strato di sedimento incoerente (sedime portuale) che si appoggia su uno strato di sedimento roccioso di origine granitica. La transizione tra lo strato incoerente e la roccia avviene attraverso uno strato intermedio costituito dal così detto "sabbione di granito" o "granito alterato" prodotto dal disfacimento della roccia granitica. Questo strato di transizione, che può presentare una certa coerenza, risulta anch'esso fortemente eterogeneo sia dal punto di vista morfologico (spessore)

sia dal punto di vista del comportamento meccanico, potendo presentare gradi di coerenza tali da non poter essere dragato con mezzi meccanici di tipo ambientale.

Lo spessore dei vari strati presenti nell'area è stato valutato dall'OGS di Trieste per mezzo delle indagini geofisiche integrate con i sondaggi geognostici e con le prove cross-hole.

Il substrato roccioso granitico inalterato o debolmente alterato è rinvenibile a una profondità variabile dal fondale marino compresa fra circa 1.0 e 11.0 (vedi fig.15). In particolare i settori in cui il tetto della formazione rocciosa appare più prossima al fondo (tra 1 e 4 metri) sono l'imboccatura del porto e la aree perimetrali interne.

Al di sopra del substrato granitico, come descritto nel precedente paragrafo, è presente una formazione costituita dai prodotti di alterazione della formazione sottostante. Tale formazione è costituita perlopiù da sabbia limosa debolmente ghiaiosa (C2). Lo spessore di tale unità è compreso fra i 2.0 e i 5.0 m. Lo strato più superficiale è costituito da sedimenti più o meno consistente costituiti essenzialmente da una formazione sabbiosa ghiaiosa e debolmente limosa (C1). Anche in questo caso lo spessore è compreso fra i 2.0 e i 5.0 m. I sedimenti sciolti superficiali riferibili al sedime portuale e alla formazione sovrastante il tetto del substrato roccioso, presentano pertanto spessori complessivi compresi tra 0 e 10 metri; gli spessori più significativi delle formazioni sciolte si ritrovano nell'area centrale dell'are portuale e nelle aree perimetrali più prossime all'imboccatura.

Nel settore di Stabilizzazione dell'estremità Lato Mare del Sistema di Tenuta Ambientale, lo spessore dei sedimenti sciolti (sedime portuale + formazione di alterazione granitica) varia da circa 10 metri del margine occidentale, a circa 2 metri del settore centrale e orientale.

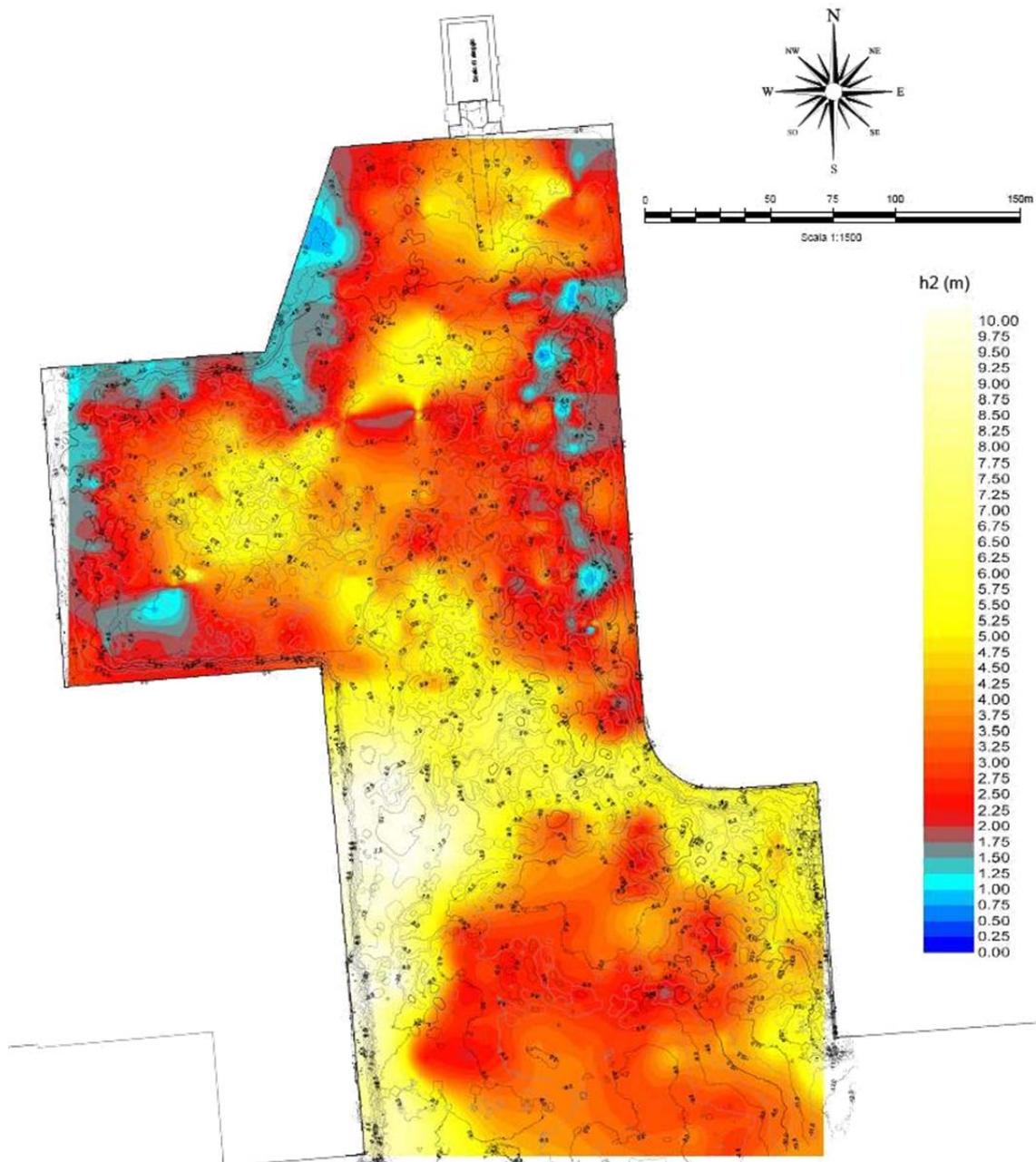


Figura 14: Mappa del tetto del substrato roccioso: i settori in cui il tetto della formazione rocciosa appare più prossima al fondo (tra 1 e 4 metri) sono l'imboccatura del porto e le aree perimetrali interne.

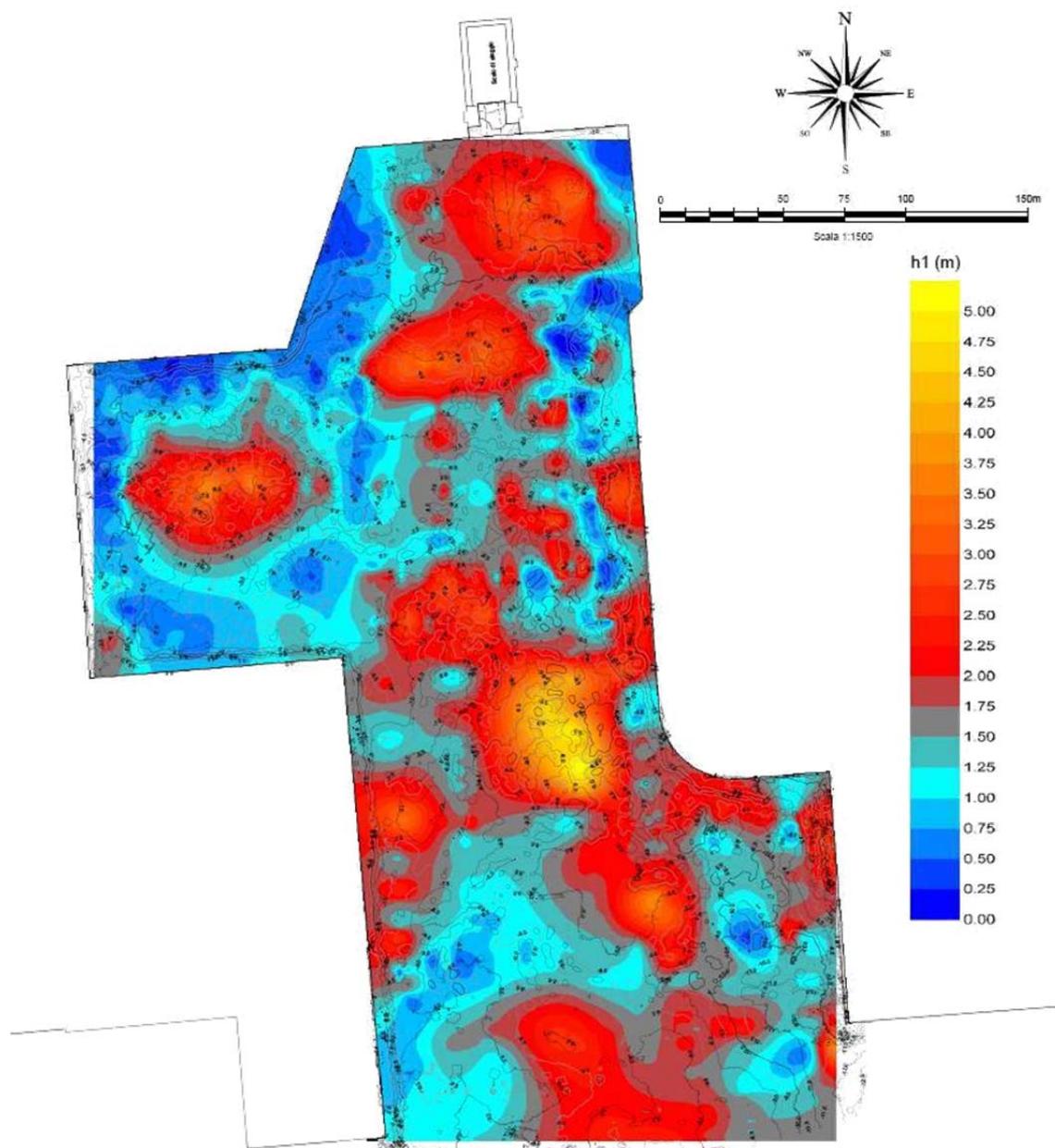


Figura 15: Isopache del sedimento fino

4.1.2.4. *Analisi meteo-marine*

Nell'ambito della stesura della progettazione definitiva, al fine di analizzare e caratterizzare i dati meteomarini a supporto delle attività di progettazione, è stato realizzato uno Studio meteo marino e uno Studio sulla penetrazione del moto ondoso all'interno dell'area portuale.

In particolare sono stati analizzati i seguenti parametri:

- variazioni del livello medio marino indotte dalle maree astronomiche e meteorologiche (mareografia);
- vento (anemometria);
- moto ondoso (ondametria).
- l'agitazione ondosa residua;
- le componenti verticali della velocità delle particelle fluide in prossimità del fondo (circa 0,5 m dal fondo) indotte dal moto ondoso che penetra all'interno del porto.

Per le finalità progettuali, i dati onda metrici e meteo marini sono stati utilizzati per la definizione della velocità di fondo e per l'agitazione del moto ondoso all'interno dell'area portuale. A tal fine è stato predisposto uno Studio della penetrazione del moto ondoso i cui obiettivi sono stati quelli di definire:

1. l'agitazione ondosa residua;
2. le componenti verticali della velocità delle particelle fluide in prossimità del fondo (circa 0,5 m dal fondo) indotte dal moto ondoso che penetra all'interno del porto.

Mareografia

In assenza di misure effettuate direttamente nel sito di interesse, allo scopo di caratterizzare le variazioni di livello forzate da cause astronomiche (marea meteorologica) o meteorologiche (marea meteorologica), si è fatto riferimento principalmente al mareografo della stazione della Rete Mareografica Nazionale (RMN) impiantato presso il Porto Torres. A termine di confronto, sono stati anche analizzati i dati disponibili misurati presso la stazione di Ajaccio, impiantata e gestita dal 'Service Hydrographique et Océanographique de la Marine Militaire Français' (Istituto Idrografico e Oceanografico della Marina Militare Francese). Si osserva come entrambe le stazioni distino un centinaio di chilometri in linea d'aria dal sito di interesse.

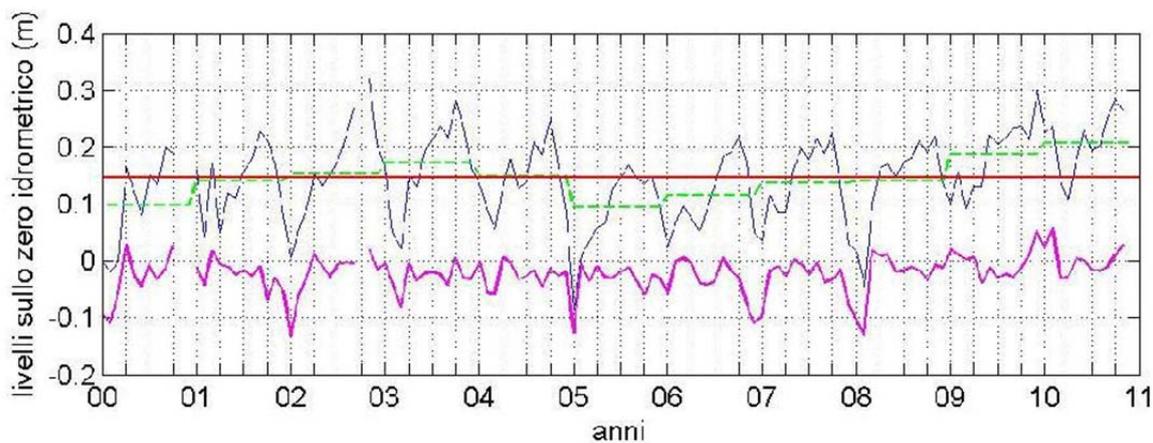
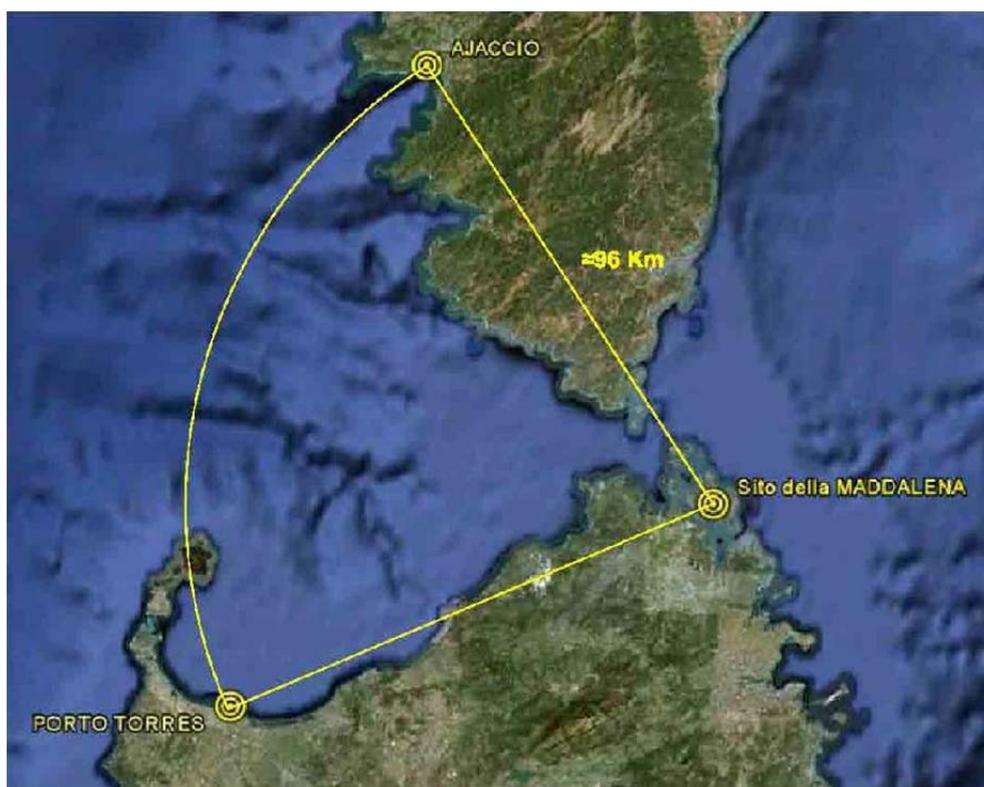


Figura 16: Variazione dei livelli sullo zero idrometrico a Porto Torres (2000-2010).
Livello medio pluriennale (—), Livelli medi annuali (---)
Livelli medi mensili (—), Inverso barico medio mensile (—).

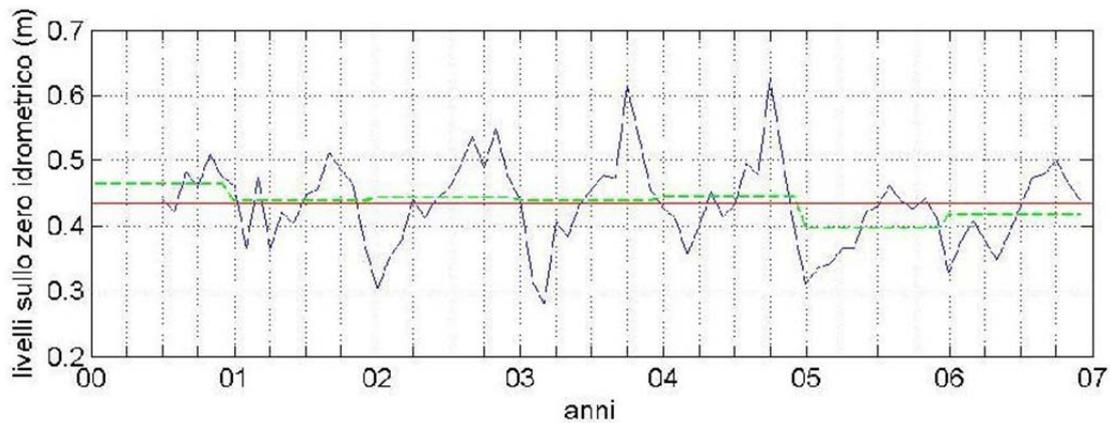


Figura 17: Variazione dei livelli sullo zero idrometrico ad Ajaccio (2000-2006).
Livello medio pluriennale (—), Livelli medi annuali (---), Livelli medi mensili (—).

Per la stazione di Porto Torres il livello medio marino, relativo all'intera serie considerata (2000-2010), risulta 0.14 m superiore allo zero idrometrico del mareografo. Rispetto a tale riferimento, ovvero allo zero idrometrico, il livello di massima alta marea astronomica risulta pari a 0.39 m mentre quello di minima bassa marea astronomica risulta pari a -0.20 m. La massima escursione dei livelli tra alta e bassa marea, ovvero la massima altezza di marea astronomica, appare mediamente di circa 0.25 m. Il ritmico innalzamento e abbassamento del livello marino indotto da cause astronomiche appare disturbato da cause meteorologiche, in particolare dalle variazioni bariche. Il massimo e il minimo livello misurato dal mareografo nell'ambito della serie disponibile risultano rispettivamente pari a +0.66 m e a -0.33 m sullo zero idrometrico (ovvero +0.52 e -0.47 m sul l.m.m.).

Per la stazione di Ajaccio, il livello medio marino, relativo all'intera serie considerata (2000-2006), risulta 0.43 m superiore allo zero idrometrico del mareografo. Rispetto a tale riferimento, il livello di massima alta marea astronomica risulta pari a + 0.73 m mentre quello di minima bassa marea astronomica risulta pari a + 0.23 m. La massima escursione dei livelli tra alta e bassa marea, ovvero la massima altezza di marea astronomica, appare mediamente di circa 0.25 m. Il ritmico innalzamento e abbassamento del livello marino indotto da cause astronomiche appare disturbato da cause meteorologiche, in particolare dalle variazioni bariche. Il massimo e il minimo livello misurato dal mareografo nell'ambito della serie disponibile risultano rispettivamente pari a +0.94 m e a -0.02 m sullo zero idrometrico. Si osserva come, relativamente al l.m.m., i valori massimo e minimo misurati dal mareografo (+0.51 e -0.45 m sul l.m.m.) tendano a coincidere con gli analoghi livelli misurati a Porto Torres.

Anemometria

Per l'analisi delle condizioni anemometriche del paraggio si è resa disponibile la serie storica registrata dalla stazione anemometrica dell'Aeronautica Militare Italiana A.M. 506 – Guardia Vecchia - localizzata ad una quota di 158 m sul l.m.m. in corrispondenza alle coordinate geografiche 41°13'21''N e 09°23'58''E. Il clima anemometrico è caratterizzato da una prevalenza di eventi di Ponente. Il 48.85 % degli eventi ha infatti una direzione di provenienza compresa tra i 250°N e i 290°N. Più in generale il 61.22 % degli eventi risulta provenire dal settore 220°N e i 350°N, mentre il 29.79 % dal settore 40°N e i 140°N. Solo il 8.99 % degli eventi appare provenire da altre direzioni, mostrando la spiccata orizzontalità (asse Ponente-Levante) delle direzioni di provenienza del vento. Tale tendenza appare peraltro confermata dall'analisi del clima anemometrico stagionale. La decisa prevalenza degli eventi di Ponente viene ulteriormente confermata dall'analisi degli eventi caratterizzati da intensità superiori rispettivamente ai 10 kn e ai 16 km. Tali eventi provengono dal settore compresa tra i 250°N e i 290°N rispettivamente per il 39.97 % e 24.41 % dei casi.

DIR (°N)	frequenza percentuale				
	U > 0 kn	U > 6 kn	U > 10 kn	U > 16 kn	U > 21 kn
0	2.87	2.09	1.65	1.07	0.69
30	6.28	5.32	4.35	2.81	1.70
60	6.75	5.47	3.87	1.96	1.02
90	9.95	6.80	3.94	1.56	0.66
120	9.37	6.92	4.42	1.89	0.90
150	2.55	1.48	0.78	0.25	0.08
180	0.90	0.41	0.19	0.06	0.02
210	1.35	0.82	0.50	0.24	0.13
240	11.32	9.78	7.87	5.07	3.13
270	37.30	32.65	26.07	16.04	9.74
300	8.17	6.49	4.70	2.75	1.75
330	3.18	1.83	0.87	0.26	0.13
tot	100.00	80.06	59.20	33.96	19.92

Figura 18: frequenze di accadimento, su base annuale, degli eventi di vento per soglie di velocità e direzioni di provenienza.

Ondametria

In mancanza di misure dirette di moto ondoso condotte con sistematicità e sufficiente continuità nel tempo, si è ritenuto opportuno ricorrere a un modello numerico di ricostruzione indiretta (hindcasting) del moto ondoso sulla base della serie anemometrica misurata presso la Stazione A.M. 506 - Guardia Vecchia - precedentemente analizzata (par. 4) la quale risulta rappresentativa dell'area di generazione. Tra i diversi modelli empirico-parametrici basati su relazioni sperimentali tra stati di vento e caratteristiche del moto ondoso da questi generato, si è scelto di utilizzare quello più noto e collaudato, ovvero il metodo SMB

tale metodo si basa su un bilancio di tipo energetico, esplicitato da formulazioni che richiedono la preliminare conoscenza della velocità del vento in superficie - eventualmente corretta per tener conto del trasferimento dei dati misurati a quote superiori - nonché la durata e l'estensione della perturbazione. In particolare, il metodo prevede la preliminare caratterizzazione d'insieme della traversa (conformazione e profondità media dell'area di generazione) e il calcolo di dettaglio dei 'fetch' efficaci, nonché la definizione della correlazione esistente tra la direzione del vento e quella dello stato di mare generato. Sulla base della serie anemometrica disponibile - rappresentativa dell'area di generazione - definiti i termini correttivi per il trasferimento delle velocità del vento nel modello, viene dunque ricostruita la corrispondente serie dei parametri caratterizzanti il moto ondoso (H, T, λ).

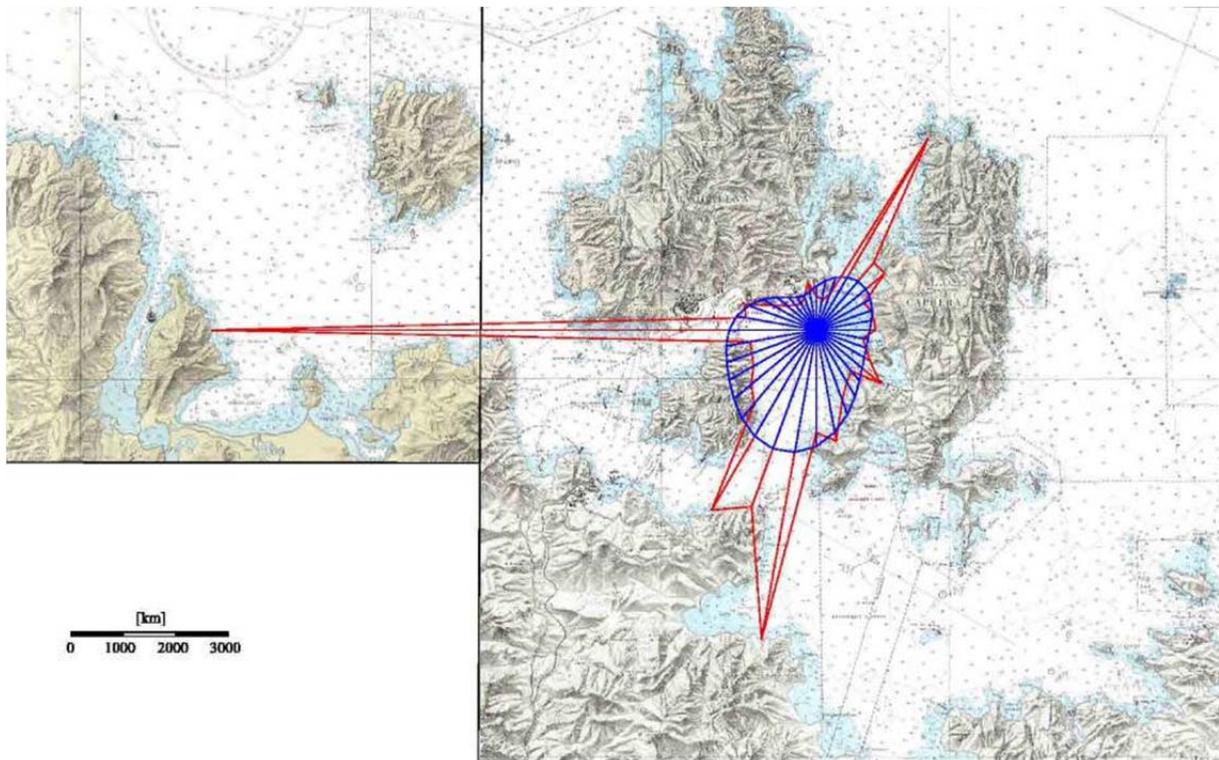


Figura 19: Fetchs geografici (rosso) ed efficaci (blu) nel punto scelto (circa 700 m a Sud dell'imboccatura di Cala Camicia).

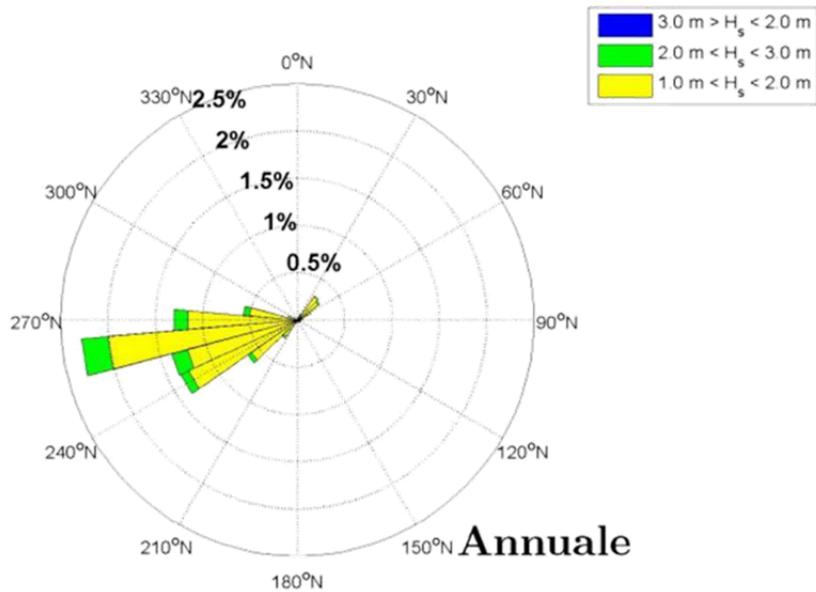


Figura 20: Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso alla Maddalena (Cala Camicia) in base alla serie ricostruita a partire dai dati anemometrici.

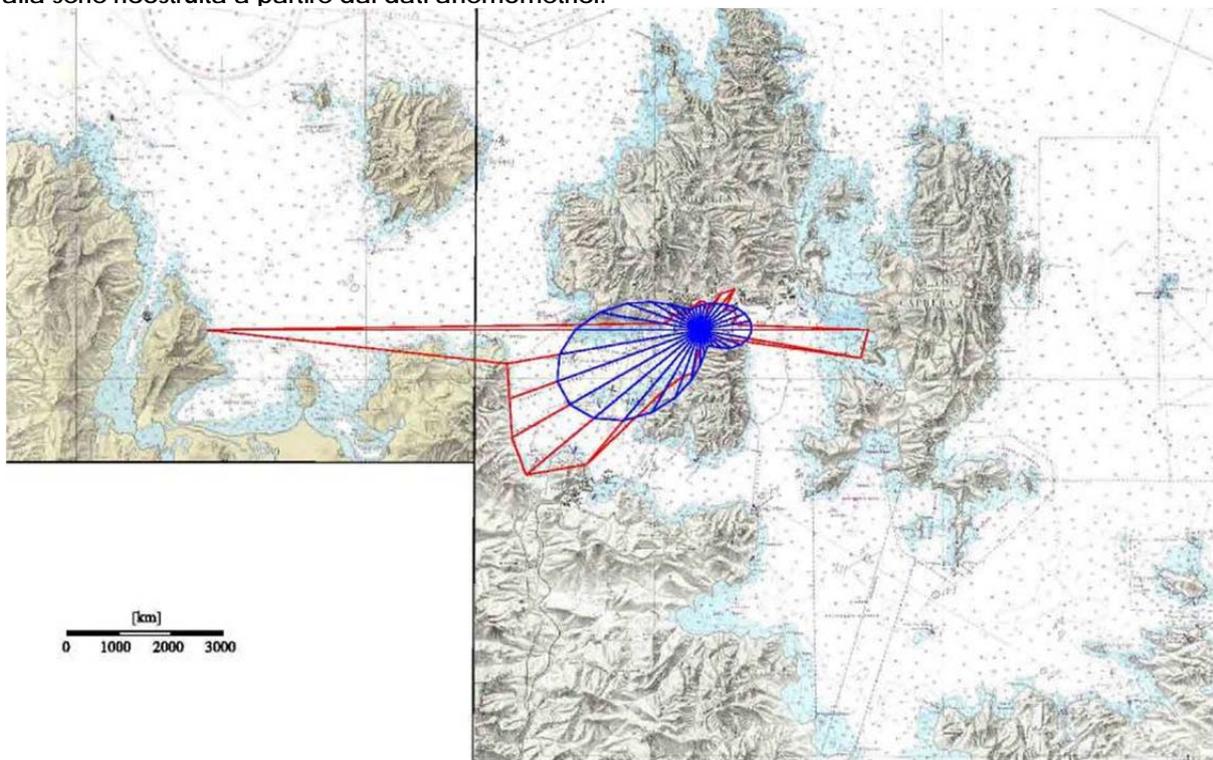


Figura 21: Fetchs geografici (rosso) ed efficaci (blu) nel punto scelto al largo di Punta Chiara.

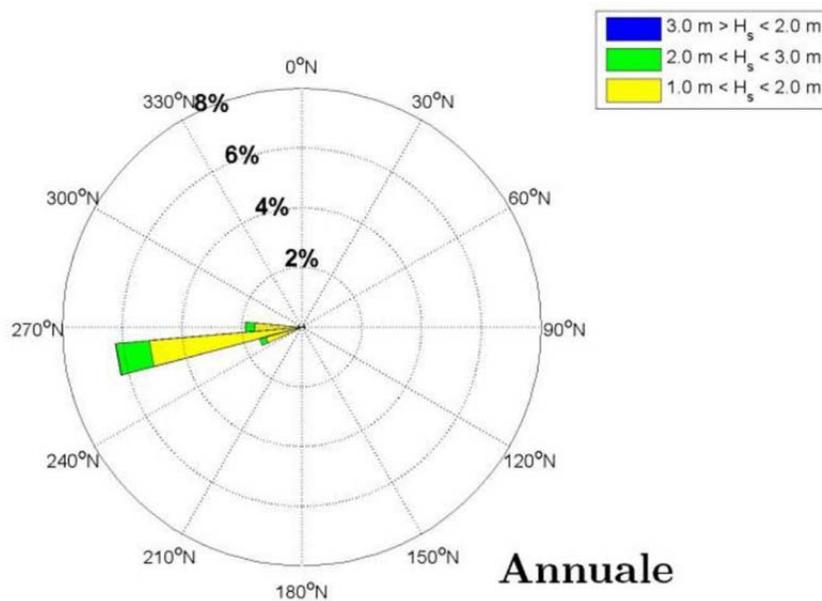


Figura 22: Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso alla Maddalena (Punta Chiara) in base alla serie ricostruita a partire dai dati anemometrici

Per sua collocazione geografica, Cala Camicia è esposta a moto ondoso diretto proveniente dalle direzioni comprese tra gli 80°N e i 270°N. Grazie allo studio meteomarinò è stato possibile mettere in evidenza come da questo settore provenga il 70.75% degli eventi di moto ondoso. Nell'ambito del settore considerato, il 57.25% degli eventi proviene da direzioni comprese tra i 140°N e i 270°N, mentre il restante 13.50% dalle direzioni comprese tra gli 80°N e i 140°N. Si osserva inoltre che del 13.50% degli eventi provenienti dal settore 80-140°N, il 10.92% presenta altezza significativa inferiore ai 0.25 m, il 2.29% risulta di altezza compresa tra 0.25 e 0.5 m, e solo lo 0.29% degli eventi risulta di altezza compresa tra 0.5 e 1.5 m.

Del 57.25% degli eventi proveniente dalle direzioni comprese tra i 140°N e i 270°N, il 28.59% ha altezza inferiore ai 0.25 m, il 16.84% altezza compresa tra 0.25 e 0.5 m, lo

11.70% altezza compresa tra 0.5 e 1.5 m e il restante 0.11% altezza compresa tra 1.5 e 2.5 m.

Inoltre si osserva come del 57.25% degli eventi proveniente dalle direzioni comprese tra i 140°N e i 270°N, il 47.36% provenga da un settore ancora più limitato, ovvero quello compreso tra le direzioni 230-270°N. In particolare, di tale 47.36%, il 21.01% ha altezza inferiore ai 0.25 m, il 15.13% altezza compresa tra 0.25 e 0.5 m, lo 11.11% altezza compresa tra 0.5 e 1.5 m e il restante 0.11% altezza compresa tra 1.5 e 2.5 m.

Relativamente ai periodi del moto ondoso, lo studio meteomarinò ha permesso di mettere in evidenza come il 99.72% degli eventi complessivi (provenienti da tutte le direzioni) abbia periodo inferiore ai 4 s e altezza inferiore a 1.75 m. In particolare, il 58.56% ha periodo inferiore ai

2 s e altezza inferiore ai 0.75 m, il 41.16% ha periodo compreso tra i 2 s e i 4 s e altezza inferiore a 1.75 m e solo lo 0.28% ha periodo superiore ai 4 s.

Agitazione del moto ondoso all'interno dell'area portuale

Relativamente all'agitazione interna, lo studio ha mirato a definire i campi del coefficiente di variazione K_p , ovvero del rapporto tra l'altezza d'onda calcolata nel generico punto del dominio e l'altezza dell'onda incidente $K_p(P)=H(P)/H$. Si osserva infatti che, con ogni evidenza, il prodotto di tale coefficiente per il valore dell'onda incidente fornisce l'altezza d'onda nel punto considerato da cui è possibile ricavare le velocità orizzontale e verticale indotte dal conseguente moto orbitale delle particelle fluide in corrispondenza a profondità diverse.

Allo scopo di facilitare la determinazione delle velocità medie verticali indotte dal moto orbitale delle particelle fluide, in prossimità del fondo, conseguente al moto ondoso, l'area del dominio interna a Cala Camicia è stata suddivisa in aree omogenee e per ciascuna di esse è stato calcolato un coefficiente medio di variazione (fig.16).

Di seguito si riportano gli andamenti della componente verticale della velocità rispetto alle direzioni di provenienza del moto ondoso comprese tra 140°N e 270°N (settore di traversia), per le aree di calcolo CA01, S1 e D1, ritenute le più significative in relazione alle possibili interazioni tra moto ondoso e margine dell'opera di stabilizzazione. Ogni blocco di figure si riferisce a un periodo (2.5 s, 3.0 s, 3.5 s). Le altezze d'onda al largo considerate sono state di 0.25 m, 0.50 m, 1.00 m e 1.50 m.

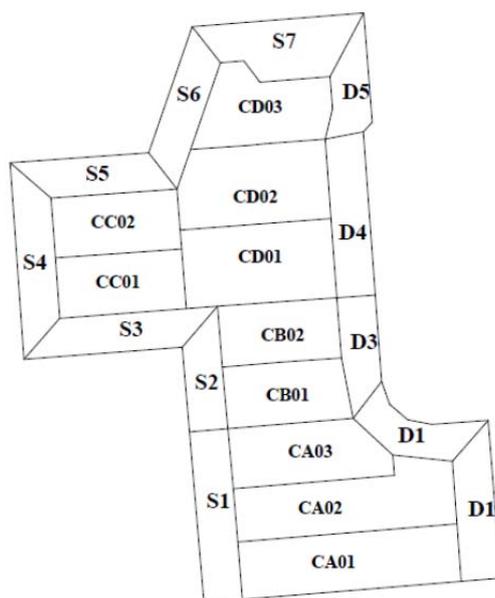
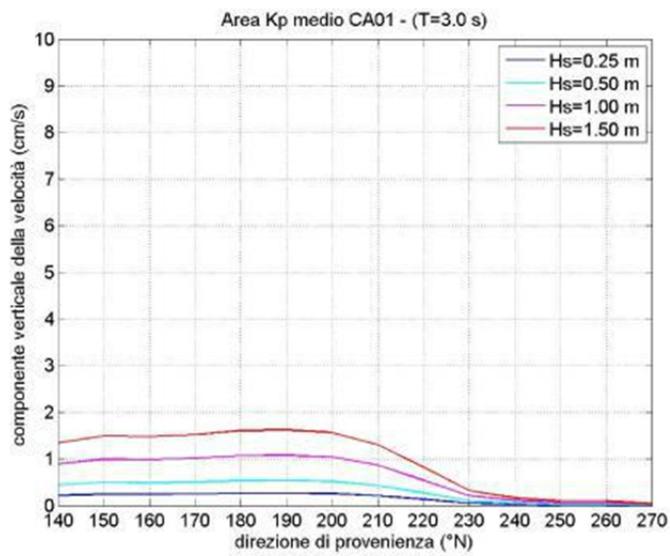
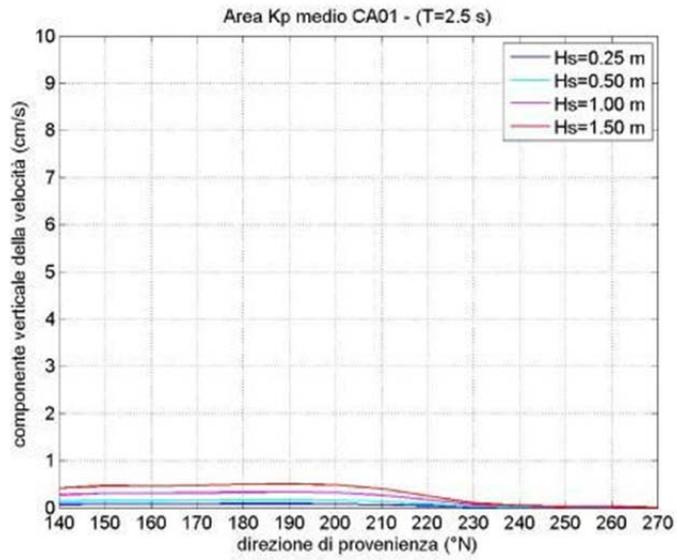
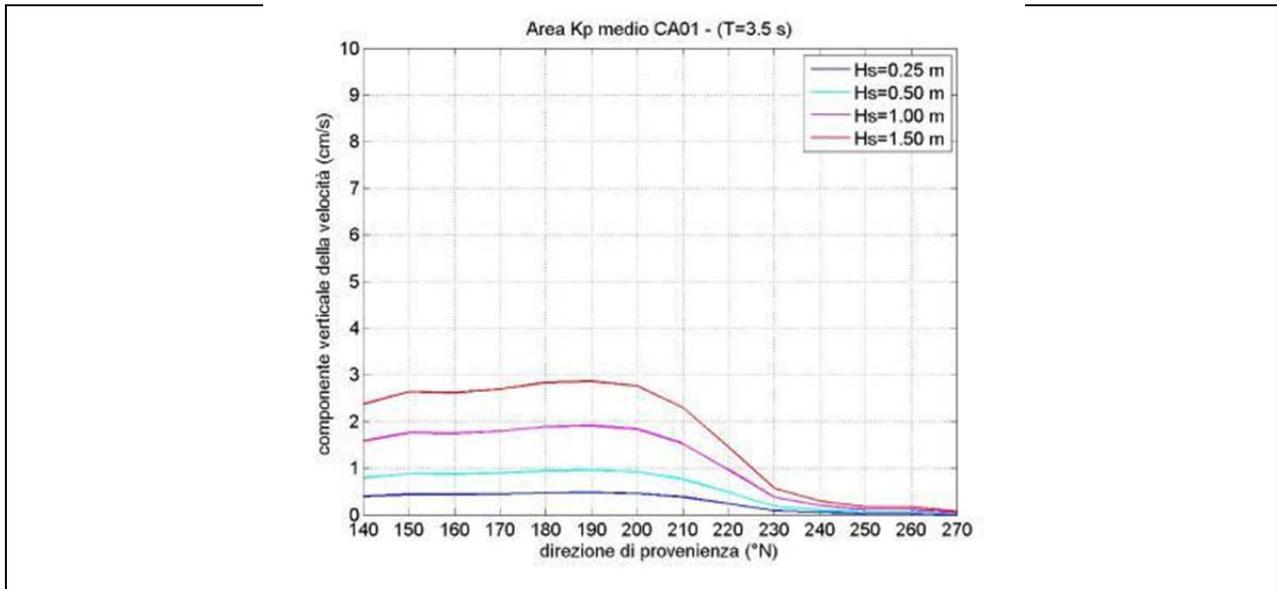


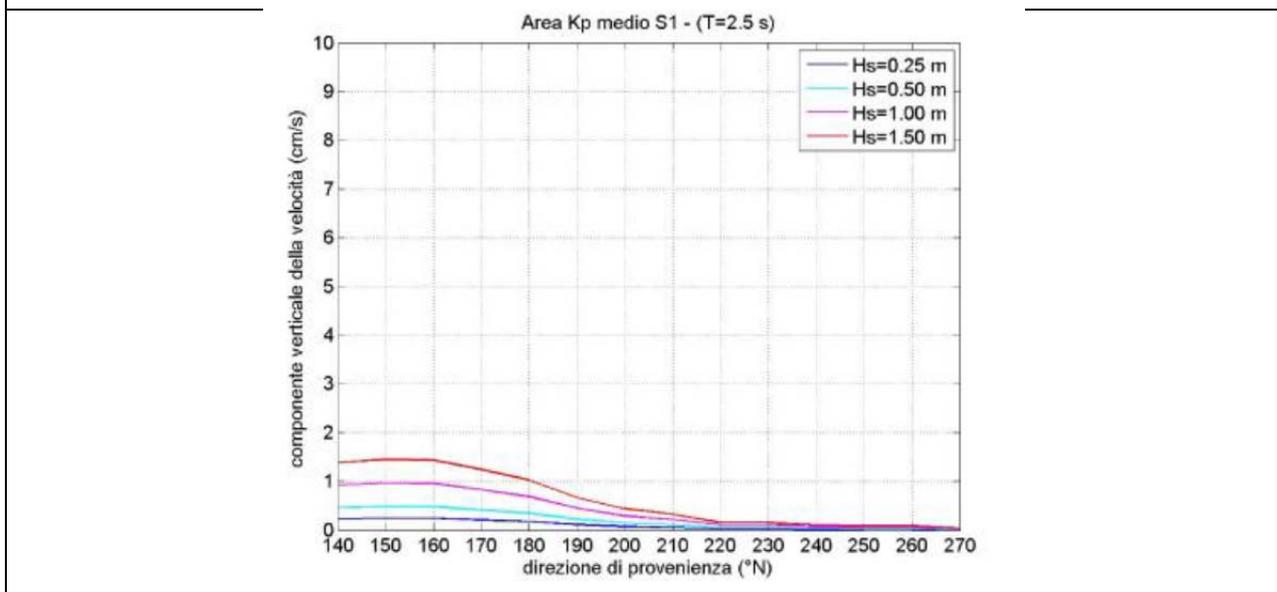
Figura 23: aree di calcolo del coefficiente di variazione medio all'interno dell'area portuale

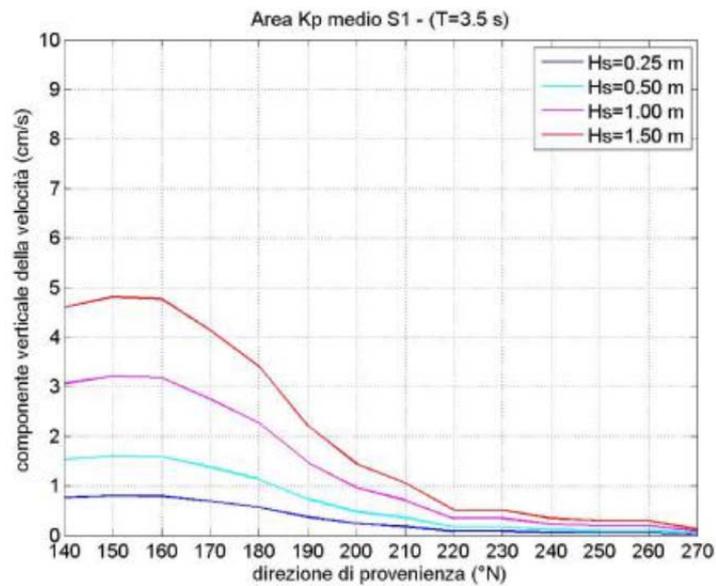
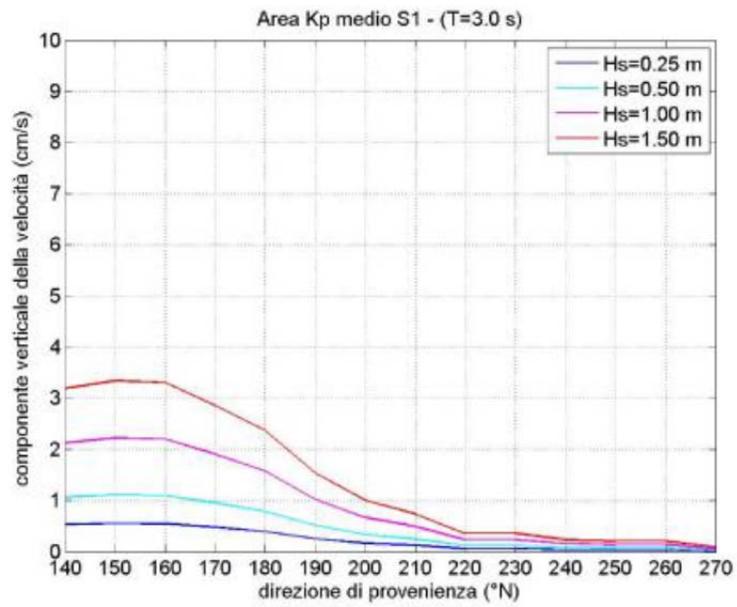
Area di calcolo CA01



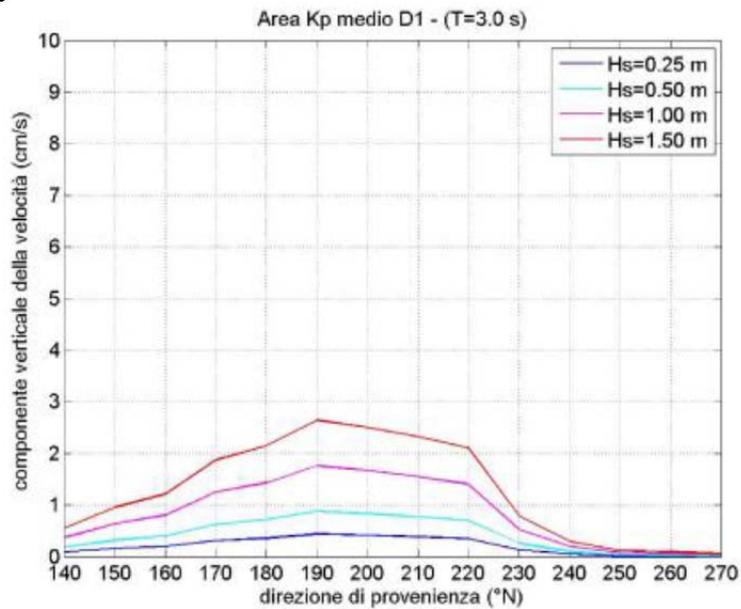
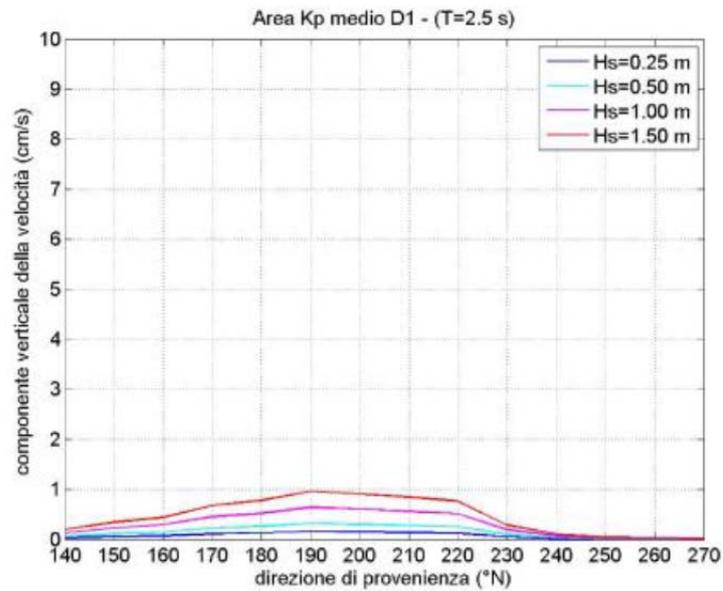


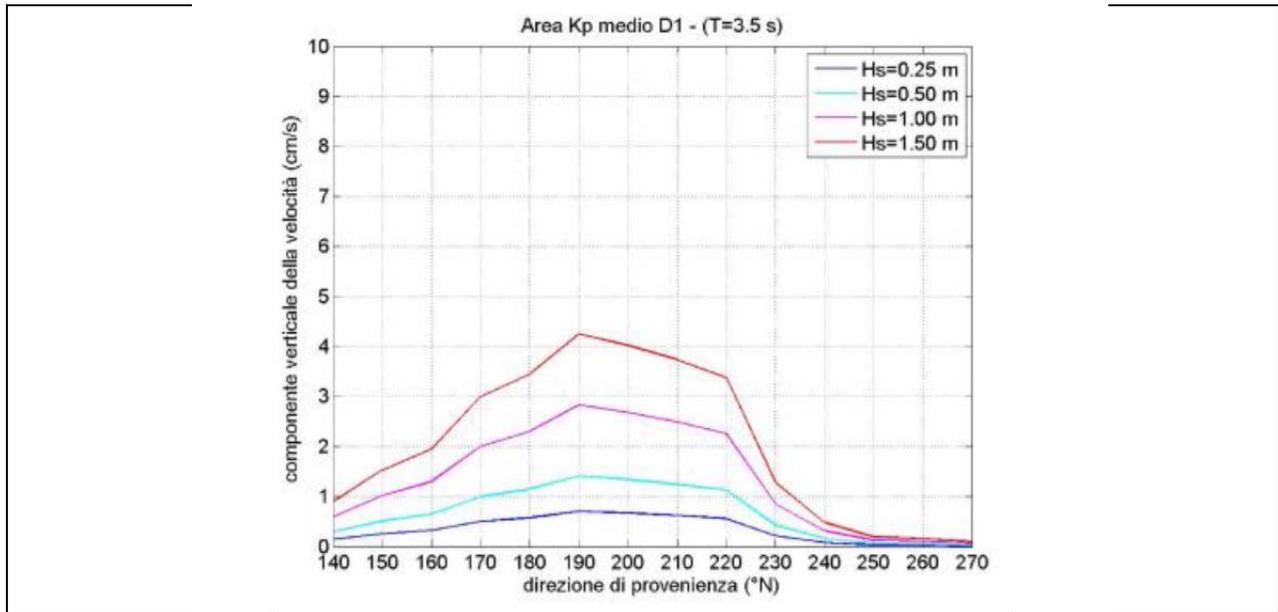
Area di calcolo S1





Area di calcolo D1





DIR (°N)	CLASSI DI VELOCITA' VERTICALE (cm/s)										TOT.
	< 0.5	0.5 + 1	1 + 2	2 + 4	4 + 6	6 + 8	8 + 10	10 + 14	14 + 18	>= 18	
140	1.19										1.19
150	2.12	0.01									2.13
160	3.75	0.03									3.78
170	3.29	0.04									3.33
180	2.57	0.01									2.58
190	1.84	0.01									1.84
200	1.23	0.04	0.01								1.29
210	2.14	0.11	0.03	0.01							2.29
220	3.64	0.09	0.08								3.81
230	13.74	0.19									13.92
240	13.76										13.76
250	15.79										15.79
260	30.97										30.97
270	3.31										3.31
TOT.	99.34	0.53	0.13	0.01							100.00
Tot. cumul.		99.87	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00

Figura 24: distribuzione percentuale degli eventi per classi di velocità verticale della corrente a 50 cm (in cm/s) dal fondo e direzione di provenienza corrispondente all'area di calcolo CA01 del coefficiente di variazione medio

DIR	CLASSI DI VELOCITA' VERTICALE (cm/s)										TOT.	
	(<N)	< 0.5	0.5 + 1	1 + 2	2 + 4	4 + 6	6 + 8	8 + 10	10 + 14	14 + 18		>= 18
140	1.17											1.17
150	2.26											2.26
160	3.97	0.03										4.00
170	3.64	0.04										3.68
180	2.84	0.01										2.85
190	2.02	0.02										2.04
200	1.36	0.03	0.02	0.02								1.42
210	2.36	0.10	0.06	0.03	0.01							2.53
220	3.23	0.63	0.26	0.14								4.25
230	15.60	0.55	0.42	0.01								16.58
240	15.44	0.34										15.78
250	15.40											15.40
260	24.37											24.37
270	3.66											3.66
TOT.	97.32	1.74	0.74	0.19	0.01							100.00
Tot. cumul.		99.06	99.80	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00

Figura 25: distribuzione percentuale degli eventi per classi di velocità verticale della corrente a 50 cm (in cm/s) dal fondo e direzione di provenienza corrispondente all'area di calcolo D1 del coefficiente di variazione medio

DIR	CLASSI DI VELOCITA' VERTICALE (cm/s)										TOT.	
	(<N)	< 0.5	0.5 + 1	1 + 2	2 + 4	4 + 6	6 + 8	8 + 10	10 + 14	14 + 18		>= 18
140	0.92	0.02										0.94
150	1.66	0.02	0.01									1.70
160	3.02	0.03	0.02									3.07
170	2.69		0.03									2.72
180	2.19	0.01										2.20
190	1.54	0.01										1.54
200	1.01	0.01										1.02
210	1.79	0.02	0.01									1.81
220	2.83	0.05										2.88
230	11.47	0.01										11.47
240	11.84											11.84
250	16.58											16.58
260	35.63											35.63
270	6.58											6.58
TOT.	99.76	0.17	0.07									100.00
Tot. cumul.		99.93	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00

Figura 26: distribuzione percentuale degli eventi per classi di velocità verticale della corrente a 50 cm (in cm/s) dal fondo e direzione di provenienza corrispondente all'area di calcolo S1 del coefficiente di variazione medio

Dai risultati delle analisi sull'agitazione ondosa residua e sulle componenti verticali della velocità delle particelle fluide a 0,5 m dal fondo indotte dal moto ondoso che penetra all'interno del porto, emergono alcuni elementi utili per il progetto:

- Nell'area di calcolo S1 si registrano velocità massime di 4,8 cm/sec, per T=3,5 e direzioni 150°N/160°N;
- Nell'area di calcolo d1 si registrano velocità massime di 4,2 cm/sec, per T=3,5 e direzioni 190°N;
- Nell'area di calcolo CA01 si registrano velocità massime di 3,9 cm/sec, per T=3,5 e direzioni 180°N/200°N.

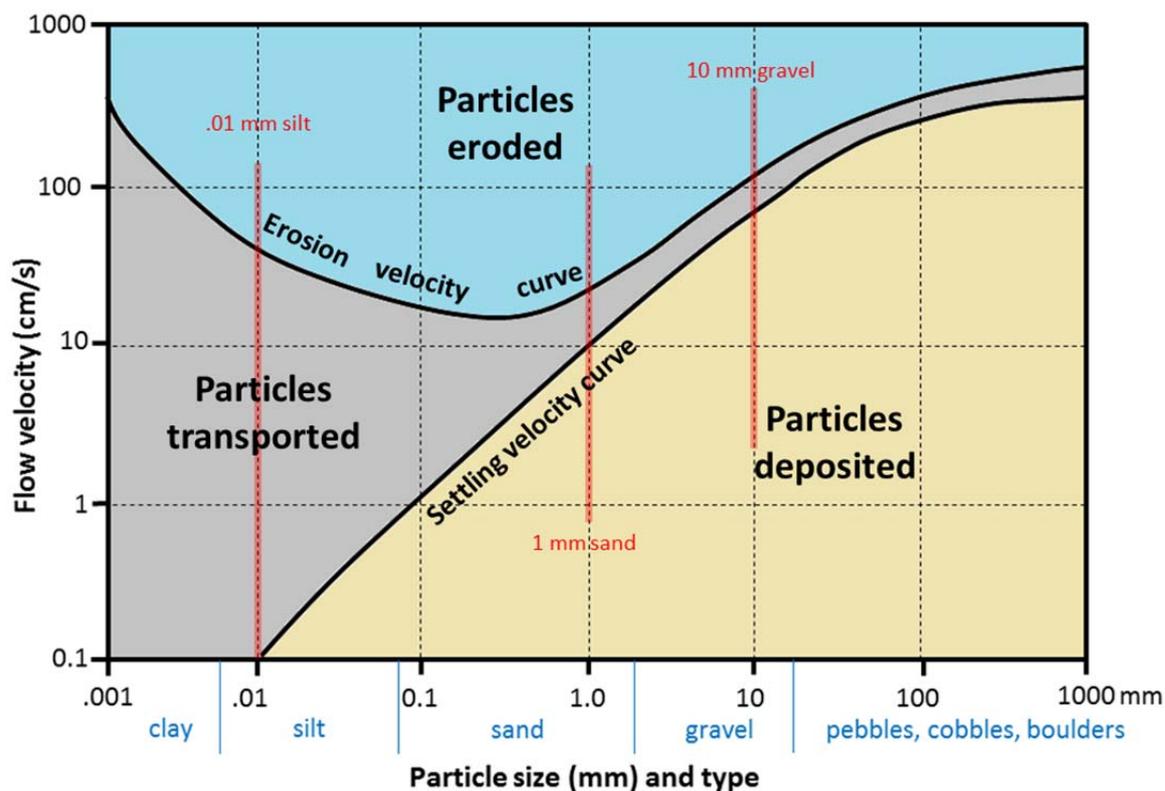
Considerazioni sulla dinamica sedimentaria di fondo

Il prelievo e trasporto in acqua dipende dalla risultante tra la velocità di sedimentazione e la velocità delle particelle d'acqua dovuta a correnti marine, moto ondoso, maree e onde interne. Di seguito si riporta il diagramma della relazione tra velocità di flusso e dimensione dei granuli per un flusso unidirezionale. Ci sono similitudini tra i fenomeni che si verificano su un fondo granulare sotto l'azione di un flusso unidirezionale e quelli causati da un moto oscillatorio dovuto all'azione delle onde. In ambedue i casi c'è una soglia al di sotto della quale non vi è movimento di grani; sotto l'azione delle onde il valore di soglia è influenzato, oltre che dalla velocità della corrente, anche da altri fattori per la presenza di accelerazioni e decelerazioni.

In tal senso si ricorda che Cala Camicia è esposta a moto ondoso diretto proveniente dalle direzioni comprese tra gli 80°N e i 270°N. In riferimento alle altezze d'onda, si osserva che del 13.50% degli eventi provenienti dal settore **80-140°N**, il 10.92% presenta altezza significativa inferiore ai **0.25 m**, il 2.29% risulta di altezza compresa tra **0.25 e 0.5 m**, e solo lo 0.29% degli eventi risulta di altezza compresa tra **0.5 e 1.5 m**.

Invece, del 57.25% degli eventi proveniente dalle direzioni comprese tra i **140°N e i 270°N**, il 28.59% ha altezza inferiore ai **0.25 m**, il 16.84% altezza compresa tra **0.25 e 0.5 m**, lo 11.70% altezza compresa tra 0.5 e 1.5 m e il restante 0.11% altezza compresa tra **1.5 e 2.5 m**.

Da questi dati si desume che, considerate le profondità nell'area di ingresso del porto, comprese tra 8 e 12 metri, si ritiene nulla l'influenza del moto ondoso sul fondale.



S. Earle, 2014

Figura 27: diagramma di Hjulstrom-Sundborg per flussi di corrente unidirezionale

L'ambito di riferimento per il progetto è, come risulta dalle precedenti analisi, un settore di bassa energia in cui l'altezza del moto ondoso e la velocità sul fondo, in linea teorica, non dovrebbe determinare movimentazioni di sedimenti dal fondo, fenomeno che avviene con velocità superiori agli 11 cm/sec per classi granulometriche di 0,1 mm (fig.27).

Come precedentemente illustrato, i depositi presenti sul fondo sono classificabili mediamente come sabbie fini e sabbie grossolane, che compongono in genere circa l'70% dei depositi superficiali, mentre il restante 30% è rappresentato da argille e limi.

In sintesi, valutando nulla l'influenza del moto ondoso sul fondo e considerando i valori di velocità inferiori a 4,8 cm/sec., è possibile ipotizzare l'assenza di mobilitazione del materiale sedimentario presente nel fondo ad opera delle correnti di fondo.

Può tuttavia verificarsi trasporto di materiale sedimentario già mobilizzato, specie per quanto riguarda le frazioni siltose e argillose del sedimento. Infatti per velocità intorno ai 4,8 cm/sec, come quelle massime riscontrabili, il trasporto avviene per frazioni granulometriche inferiori a 0,5 mm, ovvero a partire dalle sabbie medie. Questo aspetto assume importanza specialmente rispetto alla fase di cantiere, durante la quale, le diverse azioni previste dal progetto possono determinare movimentazione di materiale che si troverebbe pertanto in una condizione di

mobilità e di trasporto anche verso i settori esterni all'area di progetto, anche per velocità di corrente estremamente basse.

Mancando misurazioni dirette del regime correntometrico sulla colonna d'acqua e sul fondo, in considerazione dei caratteri stratigrafici, granulometrici e di velocità delle correnti di fondo, sono comunque auspicabili, in misura precauzionale, azioni progettuali finalizzate alla mitigazione di eventuali fenomeni di scalzamento alla base della struttura nel lato a mare per allontanamento di materiale fine ad opera delle correnti di fondo.

Conclusioni ed indirizzi per il progetto

Il presente studio è stato finalizzato alla valutazione dei fattori geologici da cui possono derivare indirizzi progettuali ed elementi di attenzione nelle diverse fasi di realizzazione dell'opera.

In sintesi, gli aspetti di rilevanza sono di seguito evidenziati:

1. Da un punto di vista geologico-stratigrafico si rileva che al di sopra del substrato granitico è presente una formazione costituita da sedimenti sciolti superficiali, riferibili al sedime portuale e alla formazione sovrastante il tetto del substrato roccioso, di spessori complessivi compresi tra 0 e 10 metri; gli spessori più significativi delle formazioni sciolte si ritrovano nell'area centrale dell'area portuale e nelle aree perimetrali più prossime all'imboccatura;
2. Dal punto di vista delle sostanze contaminanti si rileva che la contaminazione dei sedimenti, presente in genere nei primi 50 cm, è dovuta principalmente a mercurio e idrocarburi C_{≥12} (con presenza anche di arsenico, rame, piombo e zinco). Le concentrazioni delle sostanze contaminanti, pur risultando superiori a quelle minime previste dalla colonna B della Tabella 1 Allegato 5 D.lgs 152/08, non risultano tali da dover classificare il materiale contaminato come pericoloso;
3. Nel settore di Stabilizzazione dell'estremità Lato Mare del Sistema di Tenuta Ambientale, lo spessore dei sedimenti sciolti (sedime portuale + formazione di alterazione granitica) varia da circa 10 metri del margine occidentale, a circa 2 metri del settore centrale e orientale,;
4. L'ambito di riferimento per il progetto è, come risulta dalle precedenti analisi, un settore di bassa energia in cui, in linea teorica, non avvengono movimentazioni di sedimenti ad opera delle correnti di fondo e del moto ondoso;
5. E' tuttavia possibile il trasporto di materiale sedimentario già mobilizzato, specie per quanto riguarda le frazioni siltose e argillose del sedimento. Questo aspetto assume importanza specialmente rispetto alla fase di cantiere, durante la quale, le diverse azioni previste dal progetto, possono determinare movimentazione di materiale - e di inquinanti - che si troverebbe pertanto in una condizione di mobilità e di trasporto anche verso i settori esterni all'area di progetto, anche per velocità di corrente estremamente basse;
6. In assenza di misure dirette del regime correntometrico sulla colonna d'acqua e sul fondo, in considerazione dei caratteri stratigrafici, granulometrici e di velocità, sono comunque auspicabili, in misura precauzionale, azioni progettuali finalizzate alla mitigazione di eventuali fenomeni di scalzamento alla base della struttura nel lato a mare per allontanamento di materiale fine ad opera delle correnti di fondo.

4.1.3. Ambiente idrico

4.1.3.1. Qualità delle acque

Sotto il profilo della balneabilità l'isola della Maddalena presenta diversi tratti interdetti alla balneazione rappresentate nella figura seguente.

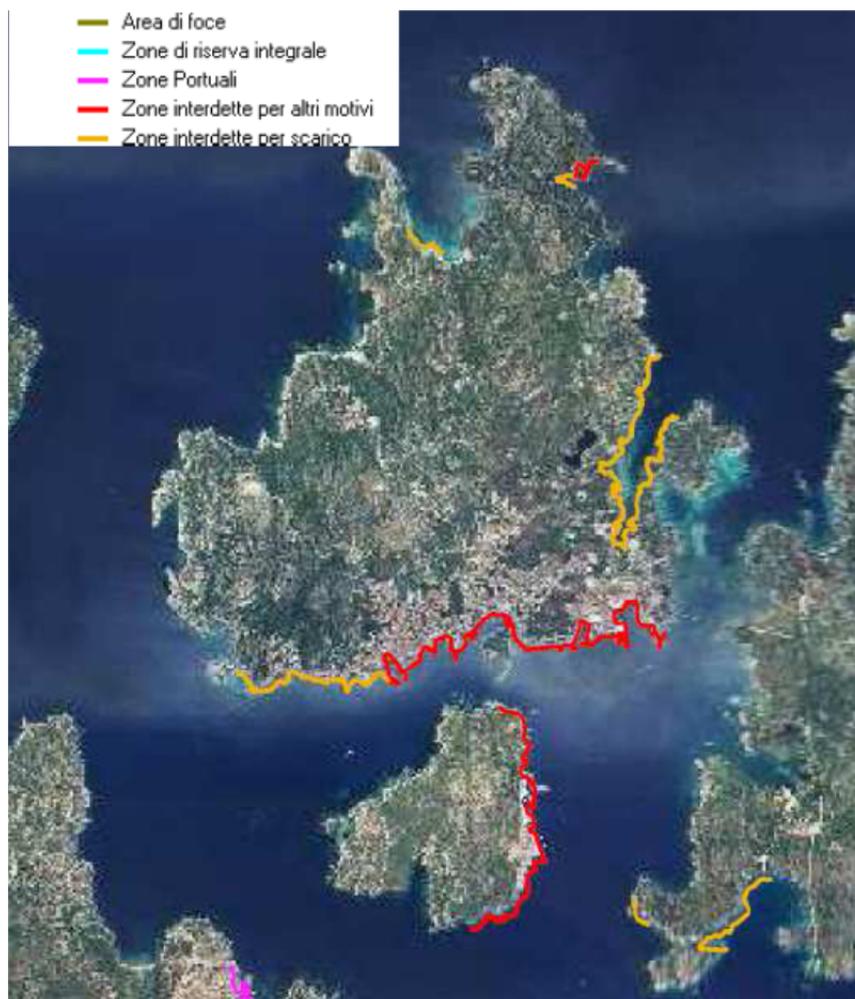


Figura 28: Acque interdette alla balneazione nell'isola La Maddalena
 (sito internet : <http://82.85.20.58/sardegna/Cartografia.asp>)

I tratti non balneabili nell'isola della Maddalena ammontano a più di 17 km su un totale di 43 km di costa,

Tabella 1: Tratti non balneabili nell'isola de La Maddalena

Località	Lunghezza (m)	Motivi
----------	---------------	--------

La Maddalena - Litorale NE	5584	Presenza scarichi
Porto La Maddalena	4142	Zona portuale
La Maddalena	3879	Zona militare
La Maddalena - Litorale sud -	2483	Presenza scarichi
Porto Massimo	623	Zona portuale
Punta Cannone	541	Presenza scarichi
Porto Massimo	400	Presenza scarichi

Le acque marino costiere in riferimento alla balneabilità vengono monitorate secondo quanto stabilito dal Decreto Legislativo del 30 maggio 2008 n. 116 che recepisce la Direttiva 2006/7/CE e dal Decreto del Ministero della Salute del 30 Marzo 2010, a cui ha fatto seguito il Decreto Attuativo del 30 marzo 2010¹.

I tratti potenzialmente balneabili nell'isola di La Maddalena, perché privi di pressioni, ma non controllati perché difficilmente raggiungibili interessano circa 11 km di costa.

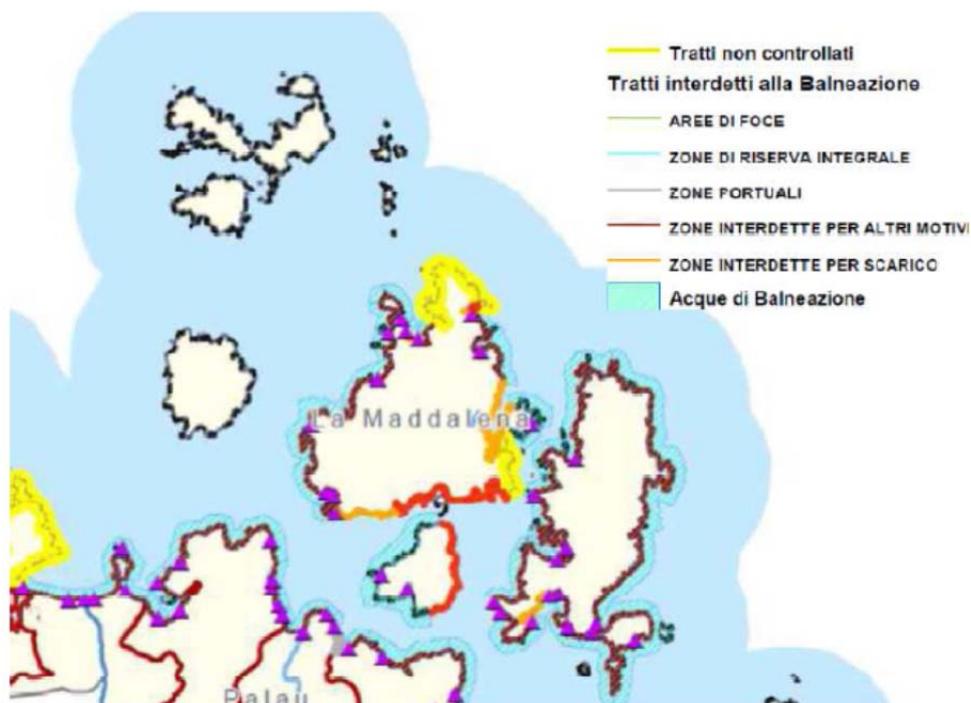


Figura 29: Rappresentazione schematica delle acque controllate, non controllate e interdette alla balneazione dell'intero arcipelago maddalenino. (estratta dalla tav.1 sez.2 allegato 5 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna²) Il triangolo viola indica i punti di campionamento.

¹ Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l'attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione

² Riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna – 2° ciclo di Pianificazione 2016-2021

Per quanto concerne la classificazione dello stato qualitativo delle acque di balneazione i monitoraggi effettuati in 27 punti di cui 12 nell'isola madre, 13 nell'isola di Caprera e 2 nell'isola di Santo Stefano nel 2018 confermano uno stato di qualità per tali acque eccellente.

Lo stato ecologico riferito al periodo 2012-2015 e chimico riferito al periodo 2012-2013 dei corpi idrici marini, nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna, è valutato per entrambi buono³.

4.1.3.2. Risultati delle attività di caratterizzazione dei sedimenti

Come previsto dall'art. 5 del Decreto Attuativo 7 novembre 2008 "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale ai sensi dell'art.1 comma 996 della legge 27 dicembre 2006 n. 296" al termine delle attività di dragaggio è stata eseguita una verifica della qualità dei fondali dragati⁴ dalla quale è risultato un persistere della contaminazione dei sedimenti superficiali (0-50 cm) dei fondali dovuta principalmente a mercurio e idrocarburi (C> 12) distribuita in modo omogeneo in tutta l'area indagata.

Le indagini analitiche effettuate mediante consulenza d'ufficio dalla Procura della Repubblica di Tempio Pausania nel 2011 nell'area marina esterna a Cala Camicia ed antistante la Sala della Main Conference, hanno confermato la contaminazione dei sedimenti dovuta principalmente al mercurio e idrocarburi C_{≥12} (con presenza anche di arsenico, rame, piombo e zinco), oltre i limiti assunti come riferimento⁵.

Tuttavia Le concentrazioni delle sostanze contaminati, pur risultando superiori a quelle minime previste dalla colonna B della Tabella 1 Allegato 5 D.lgs 152/08, non risultano tali da dover classificare il materiale contaminato come pericoloso.

³ Allegato n. 6 Sez. n.1 "Monitoraggio e classificazione delle acque superficiali"

⁴ Verifica di fondo scavo dei fondali dell'ex arsenale nel comune di La Maddalena (OT) Risultati della caratterizzazione ambientale inviato al Consiglio dei Ministri e al Ministero dell'ambiente e della Tutela del Mare in data 5 maggio 2010 (prot. 15254)

⁵ D.Lgs 152/06 Tabelle 1A e 1B

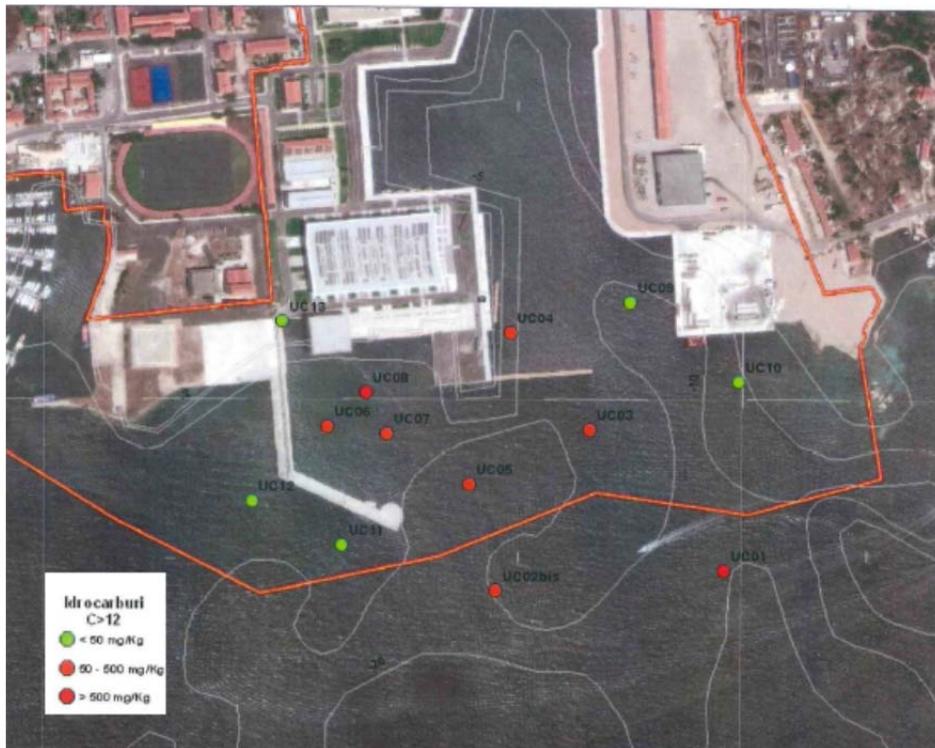


Tabella 2: Punti dell'indagine effettuata su richiesta della Procura della Repubblica di Tempio Pausania nel 2011

Per quanto riguarda lo spessore dei sedimenti contaminati, ulteriori indagini hanno confermato la presenza di uno spessore minimo di a 50 cm.

Per quattro dei dieci carotaggi lo spessore dello strato contaminato è risultato superiore a 50 cm, (campione MA2_5), sino a un massimo di 130 cm (campione MA2_2). I risultati mostrano una elevata eterogeneità spaziale, come evidenziato dagli spessori del materiale contaminato relativi ai campioni MA2_6 e MA2_8 che, pur essendo posti uno in adiacenza all'altro, forniscono rispettivamente spessori di contaminazione pari a 50 e 80 cm.

Il campione che ha fornito il maggiore spessore del sedimento contaminato (campione MA2_2 spessore sedimento contaminato pari a 130 cm) è localizzato nello spigolo nord-est della darsena dove la comparazione tra le batimetrie eseguite prima e dopo l'esecuzione dei lavori di dragaggio di prima fase, ha mostrato un'area, di modeste dimensioni, soggetta ad aumento dei fondali.

Sigla dei Punti di Carotaggio/Prelievo											
	MA2_1	MA2_2	MA2_3	MA2_4	MA2_5	MA2_6	6Geo	MA2_7	MA2_8	MA2_9	MA2_10
X	536309	536386	536219	536288	536366	536376	536376	536313	536363	536400	536335
Y	4562970	4563014	4562833	4562833	4562835	4562722	4562724	4562676	4562726	4562574	4562907
p	0.57	2.30	0.80	2.40	2.30	1.95	2.30	2.00	1.20	2.90	1.60
L	0.65	2.08	0.68	2.12	1.80	1.78	2.85	1.80	1.06	2.95	1.40
c	114.0%	90.4%	85.0%	88.3%	78.3%	91.3%	123.9%	90.0%	88.3%	101.7%	87.5%
H	4.40	3.05	7.10	7.28	9.80	8.00	8.95	8.95	8.10	7.95	7.28

X; Y= Coordinate in UTM WGS84 - fuso 32 (m) X;Y= EstNord

p = Penetrazione (m) del vibrocarotiere

L = Lunghezza (m) del campione prelevato (spessore strato fondale investigato)

c = % percentuale di recupero del carotaggio

H = Profondità (m) del fondale

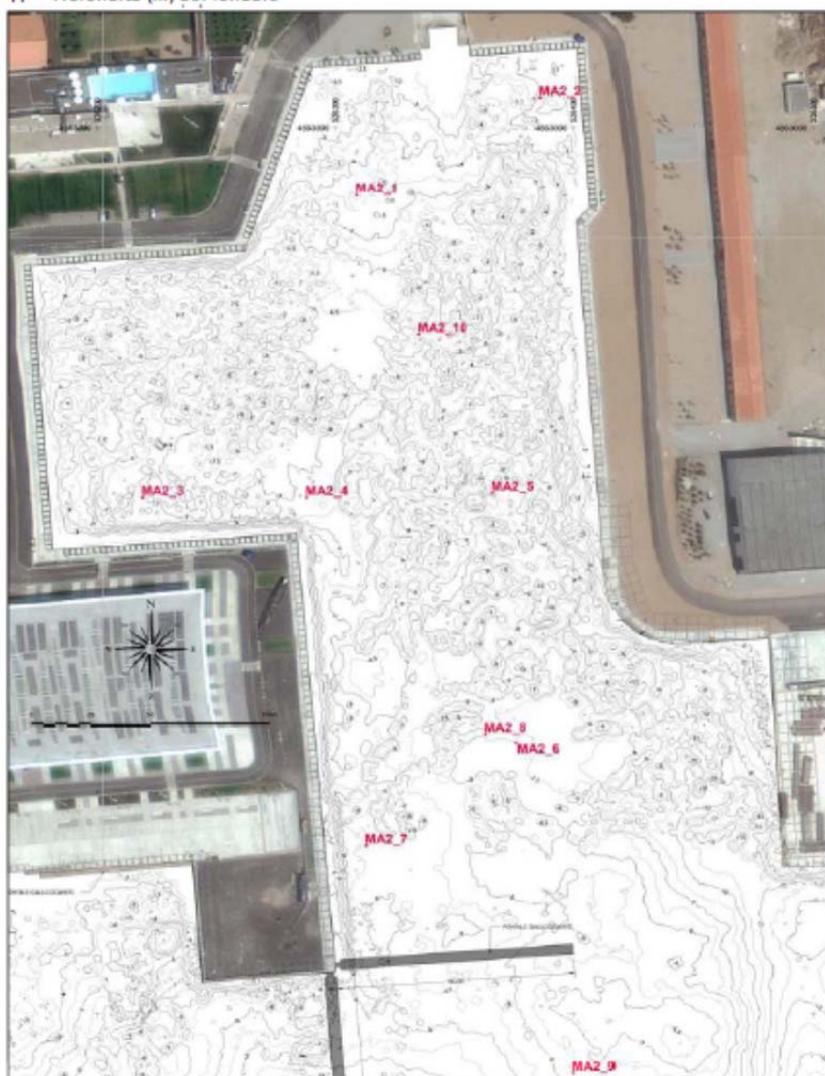


Figura 30: Localizzazione dei punti di prelievo dei campioni eseguiti per le indagini integrative di caratterizzazione dei sedimenti (anno 2011)

<p>Limiti di riferimento dei parametri chimici: LDR-0 = Colonna A della Tabella 1 Allegato 5 D.lgs 152/08 LDR-INF = Tabella 2 della relazione ISPRA Aprile 2010 LDR-SUP = Colonna B della Tabella 1 Allegato 5 D.lgs 152/08</p> <p> ■ CR < LDR-INF ■ CR > LDR-INF & CR < LDR-SUP ■ CR > LDR-SUP </p>							<p>PC = Punto di CAMPIONAMENTO PQF = Profondità di Prelievo campione (cm) dalla Quota Fondale</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<p style="text-align: center;">Parametri (mg/Kg SS)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Arsenico</th> <th>Rame</th> <th>Mercurio</th> <th>Piombo</th> <th>Zinco</th> <th>C_H₁₂</th> </tr> <tr> <th></th> <th>As</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> <th>C>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LDR-0</td> <td>20</td> <td>120</td> <td>1</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>LDR-INF</td> <td>20</td> <td>160</td> <td>0.5</td> <td>180</td> <td>283</td> <td>315</td> </tr> <tr> <td>LDR-SUP</td> <td>50</td> <td>600</td> <td>5</td> <td>1000</td> <td>1500</td> <td>750</td> </tr> </tbody> </table>								Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H ₁₂		As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12	LDR-0	20	120	1	100	150	50	LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315	LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750	<p style="text-align: center;">Parametri (mg/Kg SS)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Arsenico</th> <th>Rame</th> <th>Mercurio</th> <th>Piombo</th> <th>Zinco</th> <th>C_H₁₂</th> </tr> <tr> <th></th> <th>As</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> <th>C>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LDR-0</td> <td>20</td> <td>120</td> <td>1</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>LDR-INF</td> <td>20</td> <td>160</td> <td>0.5</td> <td>180</td> <td>283</td> <td>315</td> </tr> <tr> <td>LDR-SUP</td> <td>50</td> <td>600</td> <td>5</td> <td>1000</td> <td>1500</td> <td>750</td> </tr> </tbody> </table>								Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H ₁₂		As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12	LDR-0	20	120	1	100	150	50	LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315	LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750																																																																																																																																																																																																																																																				
	Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H ₁₂																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LDR-0	20	120	1	100	150	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H ₁₂																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LDR-0	20	120	1	100	150	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<p>PC PQF CR = Concentrazioni rilevate (risultati preliminari)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PC</th> <th>PQF</th> <th>As</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> <th>C_H₁₂</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">MA2 - 01</td> <td>BC</td> <td>52</td> <td>210</td> <td>24</td> <td>520</td> <td>840</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>11</td> <td>22</td> <td>2.2</td> <td>45</td> <td>82</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>20-30</td> <td>8.1</td> <td>24</td> <td>2.3</td> <td>65</td> <td>140</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>30-40</td> <td>14</td> <td>110</td> <td>8.3</td> <td>144</td> <td>220</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>40-50</td> <td>12</td> <td>61</td> <td>8.1</td> <td>110</td> <td>130</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>60-65</td> <td>4.6</td> <td>5.3</td> <td>0.38</td> <td>9.9</td> <td>19</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">MA2 - 02</td> <td>BC</td> <td>65</td> <td>280</td> <td>27</td> <td>700</td> <td>1000</td> <td>410</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>33</td> <td>130</td> <td>12</td> <td>1300</td> <td>1800</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>20-30</td> <td>59</td> <td>240</td> <td>27</td> <td>720</td> <td>1100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>30-40</td> <td>93</td> <td>350</td> <td>35</td> <td>930</td> <td>1500</td> <td>1540</td> </tr> <tr> <td>40-50</td> <td>63</td> <td>330</td> <td>26</td> <td>530</td> <td>1000</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>50-60</td> <td>92</td> <td>370</td> <td>26</td> <td>550</td> <td>1200</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>60-70</td> <td>91</td> <td>380</td> <td>50</td> <td>1400</td> <td>1900</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>70-80</td> <td>96</td> <td>190</td> <td>29</td> <td>520</td> <td>930</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td>90-100</td> <td>2.5</td> <td>5.4</td> <td>0.75</td> <td>26</td> <td>28</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>120-130</td> <td>5.3</td> <td>13</td> <td>1.6</td> <td>30</td> <td>25</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>150-160</td> <td>3.0</td> <td>4.3</td> <td>0.2</td> <td>5.1</td> <td>18.0</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>190-200</td> <td>3.5</td> <td>3.3</td> <td>0.15</td> <td>5.2</td> <td>25</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">MA2 - 03</td> <td>BC</td> <td>72</td> <td>470</td> <td>35</td> <td>820</td> <td>1400</td> <td>310</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>87</td> <td>300</td> <td>27</td> <td>970</td> <td>1100</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>20-30</td> <td>80</td> <td>250</td> <td>24</td> <td>310</td> <td>640</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>30-40</td> <td>100</td> <td>240</td> <td>30</td> <td>620</td> <td>880</td> <td>980</td> </tr> <tr> <td>40-50</td> <td>110</td> <td>110</td> <td>31</td> <td>430</td> <td>880</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>60-68</td> <td>1.9</td> <td>4.1</td> <td>0.37</td> <td>10</td> <td>70</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">MA2 - 04</td> <td>BC</td> <td>56</td> <td>280</td> <td>33</td> <td>230</td> <td>1100</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>59</td> <td>480</td> <td>11</td> <td>200</td> <td>1900</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>20-30</td> <td>100</td> <td>130</td> <td>29</td> <td>320</td> <td>520</td> <td>610</td> </tr> <tr> <td>30-40</td> <td>27</td> <td>70</td> <td>22</td> <td>160</td> <td>230</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>40-50</td> <td>5.2</td> <td>15</td> <td>1.3</td> <td>28</td> <td>51</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>60-70</td> <td>10</td> <td>23</td> <td>3.6</td> <td>50</td> <td>82</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>80-90</td> <td>3.5</td> <td>3</td> <td><0.05</td> <td><1</td> <td>5.1</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>100-110</td> <td>3.6</td> <td>2.8</td> <td><0.05</td> <td>2</td> <td>6.7</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>120-130</td> <td>3.4</td> <td>1.9</td> <td><0.05</td> <td><1</td> <td>5.4</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>140-150</td> <td>3.0</td> <td>1.6</td> <td><0.05</td> <td><1</td> <td>5.3</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">MA2 - 05</td> <td>BC</td> <td>40</td> <td>200</td> <td>17</td> <td>390</td> <td>650</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>12</td> <td>88</td> <td>6.2</td> <td>140</td> <td>200</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>20-30</td> <td>34</td> <td>120</td> <td>43</td> <td>120</td> <td>270</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>30-40</td> <td>52</td> <td>130</td> <td>12</td> <td>290</td> <td>480</td> <td>720</td> </tr> <tr> <td>40-50</td> <td>40</td> <td>140</td> <td>14</td> <td>310</td> <td>520</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>50-60</td> <td>51</td> <td>120</td> <td>16</td> <td>330</td> <td>480</td> <td>620</td> </tr> <tr> <td>70-80</td> <td>2.9</td> <td>2.8</td> <td>0.086</td> <td>1.58</td> <td>7.1</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>90-100</td> <td>3.0</td> <td>2.0</td> <td><0.05</td> <td><1</td> <td>5.1</td> <td>25.0</td> </tr> <tr> <td>100-110</td> <td>3.5</td> <td>2.7</td> <td><0.05</td> <td>1.1</td> <td>6.3</td> <td><5</td> </tr> <tr> <td>120-130</td> <td>3.0</td> <td>2.2</td> <td><0.05</td> <td>1.2</td> <td>5.7</td> <td><5</td> </tr> </tbody> </table>							PC	PQF	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C _H ₁₂	MA2 - 01	BC	52	210	24	520	840	220	10-20	11	22	2.2	45	82	230	20-30	8.1	24	2.3	65	140	120	30-40	14	110	8.3	144	220	340	40-50	12	61	8.1	110	130	370	60-65	4.6	5.3	0.38	9.9	19	28	MA2 - 02	BC	65	280	27	700	1000	410	10-20	33	130	12	1300	1800	<5	20-30	59	240	27	720	1100	100	30-40	93	350	35	930	1500	1540	40-50	63	330	26	530	1000	54	50-60	92	370	26	550	1200	1000	60-70	91	380	50	1400	1900	1800	70-80	96	190	29	520	930	1900	90-100	2.5	5.4	0.75	26	28	67	120-130	5.3	13	1.6	30	25	<5	150-160	3.0	4.3	0.2	5.1	18.0	<5	190-200	3.5	3.3	0.15	5.2	25	<5	MA2 - 03	BC	72	470	35	820	1400	310	10-20	87	300	27	970	1100	370	20-30	80	250	24	310	640	370	30-40	100	240	30	620	880	980	40-50	110	110	31	430	880	450	60-68	1.9	4.1	0.37	10	70	<5	MA2 - 04	BC	56	280	33	230	1100	160	10-20	59	480	11	200	1900	330	20-30	100	130	29	320	520	610	30-40	27	70	22	160	230	270	40-50	5.2	15	1.3	28	51	42	60-70	10	23	3.6	50	82	130	80-90	3.5	3	<0.05	<1	5.1	<5	100-110	3.6	2.8	<0.05	2	6.7	<5	120-130	3.4	1.9	<0.05	<1	5.4	<5	140-150	3.0	1.6	<0.05	<1	5.3	<5	MA2 - 05	BC	40	200	17	390	650	300	10-20	12	88	6.2	140	200	220	20-30	34	120	43	120	270	140	30-40	52	130	12	290	480	720	40-50	40	140	14	310	520	600	50-60	51	120	16	330	480	620	70-80	2.9	2.8	0.086	1.58	7.1	18	90-100	3.0	2.0	<0.05	<1	5.1	25.0	100-110	3.5	2.7	<0.05	1.1	6.3	<5	120-130	3.0	2.2	<0.05	1.2	5.7	<5
PC	PQF	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C _H ₁₂																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
MA2 - 01	BC	52	210	24	520	840	220																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	10-20	11	22	2.2	45	82	230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	20-30	8.1	24	2.3	65	140	120																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	30-40	14	110	8.3	144	220	340																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	40-50	12	61	8.1	110	130	370																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	60-65	4.6	5.3	0.38	9.9	19	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
MA2 - 02	BC	65	280	27	700	1000	410																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	10-20	33	130	12	1300	1800	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	20-30	59	240	27	720	1100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	30-40	93	350	35	930	1500	1540																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	40-50	63	330	26	530	1000	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	50-60	92	370	26	550	1200	1000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	60-70	91	380	50	1400	1900	1800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	70-80	96	190	29	520	930	1900																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	90-100	2.5	5.4	0.75	26	28	67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	120-130	5.3	13	1.6	30	25	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
150-160	3.0	4.3	0.2	5.1	18.0	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
190-200	3.5	3.3	0.15	5.2	25	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MA2 - 03	BC	72	470	35	820	1400	310																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	10-20	87	300	27	970	1100	370																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	20-30	80	250	24	310	640	370																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	30-40	100	240	30	620	880	980																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	40-50	110	110	31	430	880	450																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	60-68	1.9	4.1	0.37	10	70	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	MA2 - 04	BC	56	280	33	230	1100	160																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
10-20		59	480	11	200	1900	330																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
20-30		100	130	29	320	520	610																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
30-40		27	70	22	160	230	270																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
40-50		5.2	15	1.3	28	51	42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
60-70		10	23	3.6	50	82	130																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
80-90		3.5	3	<0.05	<1	5.1	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
100-110		3.6	2.8	<0.05	2	6.7	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
120-130		3.4	1.9	<0.05	<1	5.4	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
140-150		3.0	1.6	<0.05	<1	5.3	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
MA2 - 05	BC	40	200	17	390	650	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	10-20	12	88	6.2	140	200	220																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	20-30	34	120	43	120	270	140																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	30-40	52	130	12	290	480	720																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	40-50	40	140	14	310	520	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	50-60	51	120	16	330	480	620																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	70-80	2.9	2.8	0.086	1.58	7.1	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	90-100	3.0	2.0	<0.05	<1	5.1	25.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	100-110	3.5	2.7	<0.05	1.1	6.3	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	120-130	3.0	2.2	<0.05	1.2	5.7	<5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Figura 31: Sintesi dei risultati delle analisi integrative di caratterizzazione dei sedimenti eseguite sui campioni MA2-01, MA2-02, MA2-03, MA2-04 e MA2-05

Parametri (mg/Kg SS)						
	Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H
	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12
LDR-0	20	120	1	100	150	50
LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315
LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750

Parametri (mg/Kg SS)						
	Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H
	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12
LDR-0	20	120	1	100	150	50
LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315
LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750

Parametri (mg/Kg SS)						
	Arsenico	Rame	Mercurio	Piombo	Zinco	C _H
	As	Cu	Hg	Pb	Zn	C>12
LDR-0	20	120	1	100	150	50
LDR-INF	20	160	0.5	180	283	315
LDR-SUP	50	600	5	1000	1500	750

PC	PQF	CR = Concentrazioni rilevate (risultati preliminari)					
MA2-06	BC	24	150	11	150	270	200
	10-20	14	65	15	220	130	59
	20-30	6.5	18	3.6	49	41	46
	30-40	5.5	14	2.8	39	28	50
	40-50	7.9	23	5.1	100	90	190
	70-80	2.9	4.3	<0.05	1.6	5.2	6
	90-100	2.0	2.3	<0.05	1.0	3.2	61.0
	120-130	2.7	1.6	<0.05	1.1	3.5	55
	150-160	3.8	1.4	<0.05	1.2	5.3	<5
	170-178	9.0	1.3	<0.05	4.6	29.0	70.0

PC	PQF	CR = Concentrazioni rilevate (risultati preliminari)					
MA2-07	BC	17	130	8	150	270	190
	10-20	20	71	6.7	230	260	460
	20-30	21	60	7.3	95	120	190
	30-40	14	27	5.3	82	100	120
	40-50	6.7	17	1.3	46	77	84
	70-80	2.9	4.6	<0.05	1.6	6	15
	90-100	3.2	4.1	<0.05	1.5	5.8	78
	120-130	2.8	3.8	<0.05	<1	5.8	12
	150-160	5.7	2.1	<0.05	2.5	9.3	29
	170-180	5.4	3.3	<0.05	6.6	16	16

PC	PQF	CR = Concentrazioni rilevate (risultati preliminari)					
MA2-08	BC	8.5	30	2.6	38	86	55
	10-20	7.0	30.0	4.1	57.0	70.0	28.0
	20-30	7.7	38	3.2	65	77	<5
	30-40	9.2	47	6.3	70	140	44
	40-50	7.1	34	4.4	63	88	<5
	70-80	9.0	31.0	2.3	41.0	66.0	43.0
	90-100	5.6	2.1	0.078	11	14	47
	100-106	6.7	1.6	<0.05	5.3	14	42

PC	PQF	CR = Concentrazioni rilevate (risultati preliminari)					
MA2-09	BC	17.00	70.00	4.70	70.00	120.00	120.00
	0-2	21.67	104.40	8.68	100.31	166.28	
	2-4	19.38	63.60	8.29	104.07	166.83	
	4-6	15.64	61.67	7.30	90.85	130.97	
	6-8	13.61	57.41	3.74	90.35	145.10	
	8-10	13.75	39.29	5.50	70.09	89.64	
	10-12	11.23	30.59	4.22	61.16	75.35	
	12-14	12.72	32.40	3.39	47.44	72.79	
	14-16	12.78	36.93	5.05	58.35	112.01	
	16-18	13.47	52.73	6.36	67.82	113.46	
	18-20	9.94	39.60	5.56	56.52	89.19	
	20-22	11.46	33.62	4.28	53.30	84.20	
	28-30	8.10	20.80	1.80	27.29	43.17	
	38-40	6.53	9.88	0.77	6.33	19.65	
	48-50	6.29	12.53	0.63	12.97	25.68	
	58-60	5.50	10.11	0.17	6.59	19.23	
	68-70	6.15	9.90	0.07	5.50	18.22	
	78-80	7.09	9.96	0.13	5.24	19.97	
	88-90	8.35	8.23	0.04	6.39	16.74	
	98-100	8.03	9.44	0.03	5.17	17.86	
	118-120	9.43	9.70	0.00	4.19	18.10	
	138-140	6.29	9.91	0.02	1.10	18.63	
	158-160	6.94	10.02	0.02	6.29	18.69	
	178-180	8.58	9.82	0.01	1.95	18.32	
	198-200	10.13	10.07	0.02	4.49	21.55	
	218-220	7.63	11.09	0.02	5.14	21.24	
	238-240	11.13	10.33	0.02	5.01	22.19	
	258-260	8.82	9.77	0.02	7.86	22.57	
	278-280	11.90	12.38	0.02	7.89	27.10	
	293-295	12.07	13.08	0.02	8.40	28.16	

PC	PQF	CR = Concentrazioni rilevate (risultati preliminari)					
MA2-10	BC	26.00	130.00	10.00	260.00	470.00	300.00
	0-2	4.65	235.99	34.76	301.59	561.94	
	2-4	3.40	167.57	18.89	244.26	433.71	
	4-6	4.03	131.64	10.04	242.25	381.40	
	6-8	3.39	122.24	18.96	251.21	515.21	
	8-10	4.20	118.21	9.21	176.40	426.40	
	10-12	2.07	56.63	16.07	167.00	250.65	
	12-14	1.68	37.29	10.22	128.14	139.27	
	14-16	1.35	28.29	5.77	103.18	112.29	
	16-18	1.53	29.66	5.36	82.17	84.04	
	18-20	1.29	24.53	3.93	73.97	98.22	
	20-22	0.76	17.50	4.31	52.32	61.71	
	28-30	0.91	17.68	2.71	60.31	55.10	
	38-40	1.10	30.32	5.46	419.07	67.76	
	48-50	0.43	7.02	0.15	2.96	15.32	
	58-60	0.63	7.95	0.21	7.75	22.06	
	68-70	0.58	6.99	0.06	3.32	18.76	
	78-80	5.39	6.09	0.08	1.51	16.46	
	88-90	5.71	6.00	0.05	3.60	19.24	
	98-100	4.13	3.37	0.05	1.98	14.66	
	118-120	4.59	4.06	0.05	1.78	13.22	
	138-140	12.67	3.84	0.12	14.12	38.77	

Figura 32: Sintesi dei risultati delle analisi integrative di caratterizzazione dei sedimenti eseguite sui campioni MA2-06, MA2-07, MA2-08, MA2-09 e MA2-10

4.1.4. Flora, fauna e biodiversità

4.1.4.1. Inquadramento bioclimatico

La definizione dell'assetto bioclimatico del settore studiato è stata effettuata prendendo in considerazione le risultanze termopluviometriche ricavate dalla stazione meteorologica di Guardavecchia, situata a 159 m.s.l.m., e localizzata all'interno dell'arcipelago; sono state considerate le temperature e le precipitazioni rilevate nel corso del trentennio intercorso tra il 1981 e il 2010.

L'andamento termico mostra un picco di temperature concentrato nei mesi estivi, dove la temperatura media del mese più caldo (agosto) è di 23,5 °C; per contro la temperatura media del mese più freddo (gennaio) è risultata essere di 10,45 °C.

Si registrano precipitazioni annue medie di 469,1 mm, con un decremento significativo nei mesi estivi; il mese più piovoso è risultato dicembre.

Tabella 3. Dati termo-pluviometrici registrati nella stazione meteorologica di Guardavecchia (159 m.s.l.m) nel trentennio 1981-2010.

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
T max media °C	12,9	13,4	13,8	15,8	19,3	23,4	26,5	26,7	23,7	20	16,1	13,4
T min media °C	8	7,9	8,8	10,4	13,5	17	19,6	20,2	18,2	15,1	11,4	8,8
Medie annuali °C	10,45	10,65	11,3	13,1	16,4	20,2	23,05	23,45	20,95	17,55	13,75	11,1
Precipitazioni mm	43,6	48,3	49,6	35,7	24,7	11,1	11,7	18,8	29,5	61,2	60,6	74,3

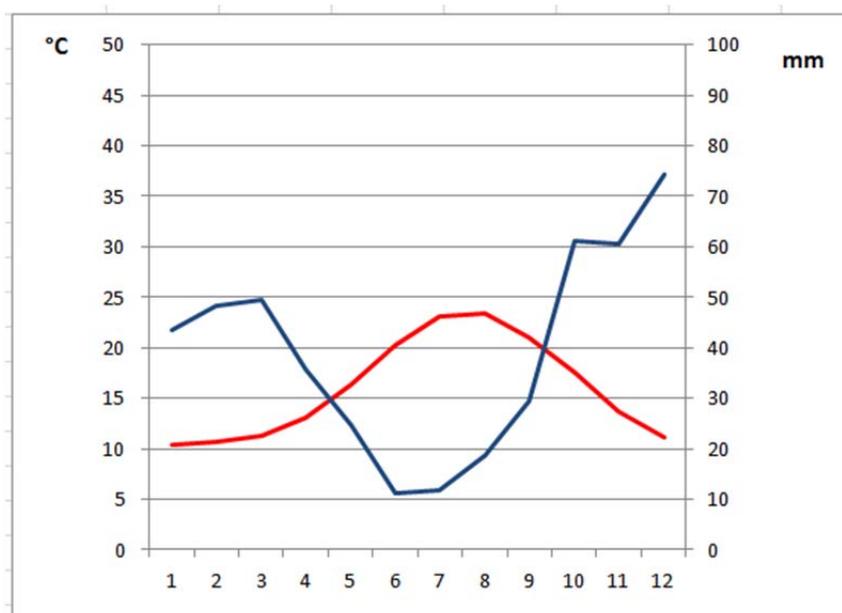


Figura 33: Diagramma termo-pluviometrico relativo alla stazione meteorologica di Guardavecchia (159 m.s.l.m.) nel trentennio 1981-2010. La curva rossa indica le temperature, quella blu le precipitazioni.

Da un punto di vista bioclimatico si è tenuto conto della classificazione globale indicata da Rivas-Martínez e degli indici bioclimatici proposti dallo stesso⁶; l'integrazione di tali dati con le risultanze termopluviometriche indicano come l'area rientri nel macrobioclima mediterraneo, bioclima mediterraneo pluviostagionale oceanico.

Il piano bioclimatico nell'area è il termomediterraneo superiore, con ombrotipo secco superiore. Il diagramma termopluviometrico evidenzia come sia presente un clima di tipo mediterraneo, con *deficit* idrico concentrato nei mesi estivi, rappresentato dallo spazio fra le due curve riscontrabile fra maggio e settembre.

4.1.4.2. *Uso del Suolo*

La Carta di Uso del Suolo in scala 1:25.000 realizzata dalla RAS nel 2003, stilata secondo la classificazione CORINE Land-Cover, presenta 5 grandi classi di suddivisione del territorio, arrivando per talune aree alla definizione di un livello 5 di conoscenze.

Le classi di identificazione primaria del territorio utilizzate sono le seguenti:

1. TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE. Sono incluse in questa classe le aree urbane gli insediamenti produttivi e di servizi, la viabilità e il tessuto urbano ed extraurbano discontinuo.
2. TERRITORI AGRICOLI. In questa classe sono inclusi i territori modificati dall'uomo per scopi agricoli, laddove sussistano le condizioni adeguate per lo sviluppo delle colture.
3. TERRITORI BOSCATI E ALTRI AMBIENTI SEMINATURALI. Tale categoria, estremamente ampia ed eterogenea, comprende le formazioni botaniche appartenenti a tutti gli strati fisionomici della copertura vegetale.
4. TERRITORI UMIDI. Comprende le zone che sono anche temporaneamente saturate dall'acqua. Sono incluse in tale gruppo le paludi interne, gli stagni, le saline e i pascoli inondati con prevalenza di specie floristiche alofile.
5. CORPI IDRICI. Sono inclusi in tale gruppo le aree che sono perennemente interessate dalla presenza di acqua, sia in ambito continentale che marino.

Per la determinazione delle classi di uso del suolo presenti nell'area di studio è stato utilizzato lo standard europeo di classificazione; a partire dalle 5 grandi classi sopra descritte (corrispondenti al Livello 1), si è sceso nel corso della trattazione al Livello III, funzionale agli obiettivi delle analisi ambientali.

Di seguito sono descritte in maniera analitica le diverse classi e sottoclassi riscontrate nel territorio dell'isola dell'arcipelago di La Maddalena, al fine di fornire un quadro di sintesi delle tipologie di uso del suolo utili per una futura pianificazione del territorio.

⁶ Rivas-Martínez (1995). Classification bioclimatica de la Tierra. Folia Bot. Madritensis 16: 1-29

1 - TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE

11 - Zone urbanizzate. Sono comprese in tale gruppo tutte le zone urbanizzate ad esclusione delle aree industriali, delle zone estrattive o cantieri, delle zone verdi artificiali non agricole.

111 – Tessuto urbano continuo. Spazi occupati dagli edifici e dalla viabilità. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente occupano più del 50% della superficie totale. La vegetazione non lineare e il suolo nudo rappresentano l'eccezione. Nel caso di abitati a sviluppo lineare l'ampiezza minima è di 50 m (sempre che la superficie raggiunga 1,5 ha).

112 - Tessuto urbano discontinuo. Spazi caratterizzati dalla presenza significativa di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione o coltivate e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili.

12 – Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione.

123 – Aree portuali.

13 – Zone estrattive, discariche e cantieri.

131- Aree estrattive.

133 – Cantieri.

14 - Zone verdi artificiali non agricole. Comprende le sistemazioni a verde degli spazi urbani e extraurbani.

142 – Aree ricreative, sportive e archeologiche urbane e non urbane.

143 – Cimiteri.

2 - TERRITORI AGRICOLI

21 – Seminativi. Sono classificate in tale categoria i territori agricoli associati a colture in prevalenza cerealicole in aree irrigue o non irrigue.

211 – Seminativi in aree non irrigue. Sono da considerarsi perimetri non irrigui le aree dove non siano individuabili per fotointerpretazione canali o strutture di pompaggio. Vi sono inclusi i seminativi semplici, compresi gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie.

24 – Zone agricole eterogenee. Sono comprese aree con colture temporanee, e mosaici agricoli di colture temporanee o permanenti.

242 – Sistemi colturali e particellari complessi.

243 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti.

244 – Aree agroforestali. Colture temporanee o pascoli sotto copertura arborea di specie forestali inferiore al 20%. La specie forestale arborea è diversa dalla sughera.

3 – TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI

31 - Zone boscate. Aree con copertura arborea costituita da specie forestali a densità superiore al 20%.

311 – Boschi di latifoglie. Formazioni vegetali costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali latifoglie. La superficie a latifoglie costituisce almeno il 75% della componente arborea forestale. Sono compresi in tale classe anche le formazioni boschive di ripa e gli uliveti abbandonati ricolonizzati da vegetazione naturale anche in una fase avanzata di evoluzione a bosco.

312 – Boschi di conifere.

313 – Boschi misti di conifere e latifoglie.

32 – Associazioni vegetali arbustive e/o erbacee. Sono classificate in tale categoria le formazioni spontanee di macchia, gli arbusteti e le zone erbacee, le aree di pascolo naturale.

321 – Aree a pascolo naturale. Aree foraggere localizzate nelle zone meno produttive talvolta con affioramenti rocciosi non convertibili a seminativo. Sono spesso situate in zone accidentate e/o montane. Possono essere presenti anche limiti di particella (siepi, muri, recinti) intesi a circoscriverne e localizzarne l'uso.

322 – Cespuglieti ed arbusteti.

323 – Aree a vegetazione sclerofilla. Formazioni basso-arbustive o arbustivo-alte dominate da specie sempreverdi di sclerofille.

324 – Aree a vegetazione arborea e arbustiva in evoluzione.

33 – Zone aperte con vegetazione rada o assente. Tale classe comprende le spiagge, le coste rocciose e in generale tutte le aree con vegetazione naturale sporadica con coperture basse.

331 – Spiagge, dune e sabbie. In tale gruppo sono inserite le spiagge, le dune e le distese di sabbia e di ciottoli di ambienti litorali e continentali, compresi i letti sassosi dei corsi d'acqua a regime torrentizio.

332 – Pareti rocciose e falesie. Presenza sporadica di vegetazione litofila.

333 – Aree con vegetazione rada >5% e <40%. Sono classificate in questo gruppo tutte le aree costiere e interne che possiedono vegetazione di qualsiasi tipo rara con coperture medio-basse.

4 – TERRITORI UMIDI

42 – Zone umide marittime. Zone non boscate, saturate parzialmente, temporaneamente o in permanenza da acqua salmastra o salata.

421 – Paludi salmastre.

5 – CORPI IDRICI

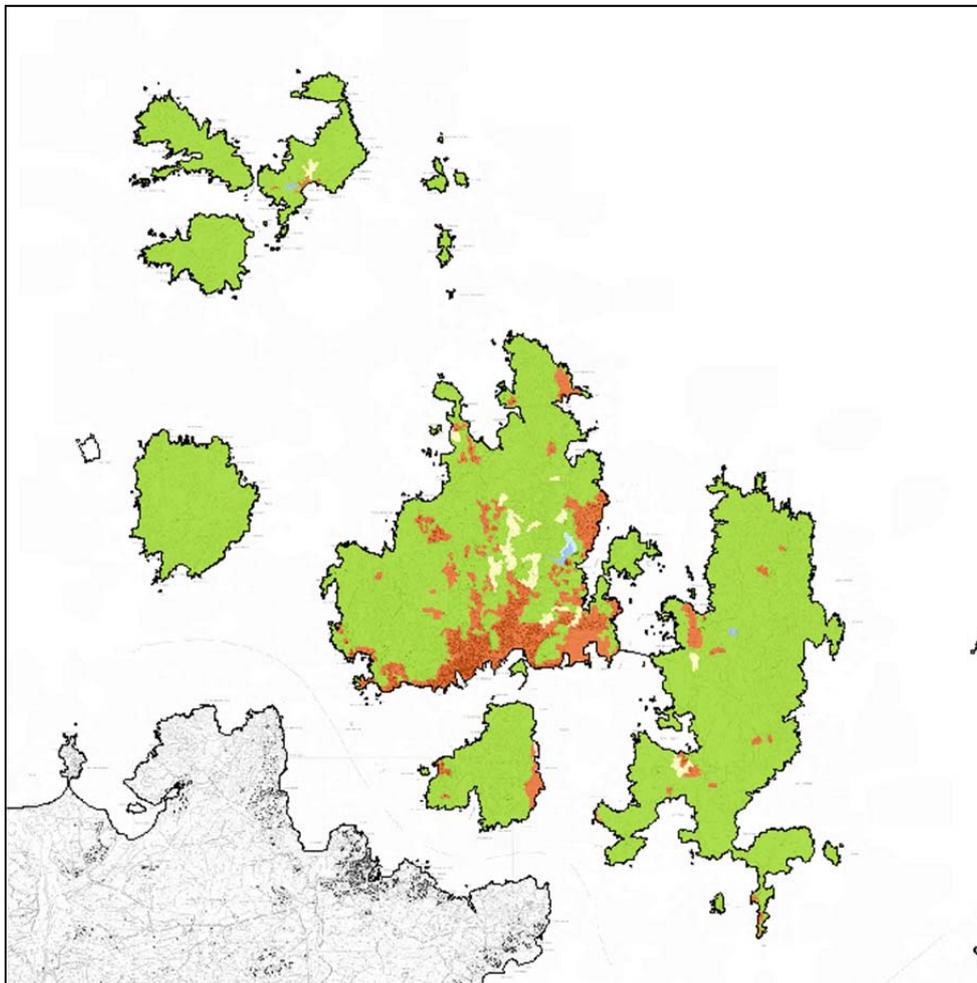
51 – Acque continentali. Sono comprese in tale classe le acque correnti o ferme del settore continentale.

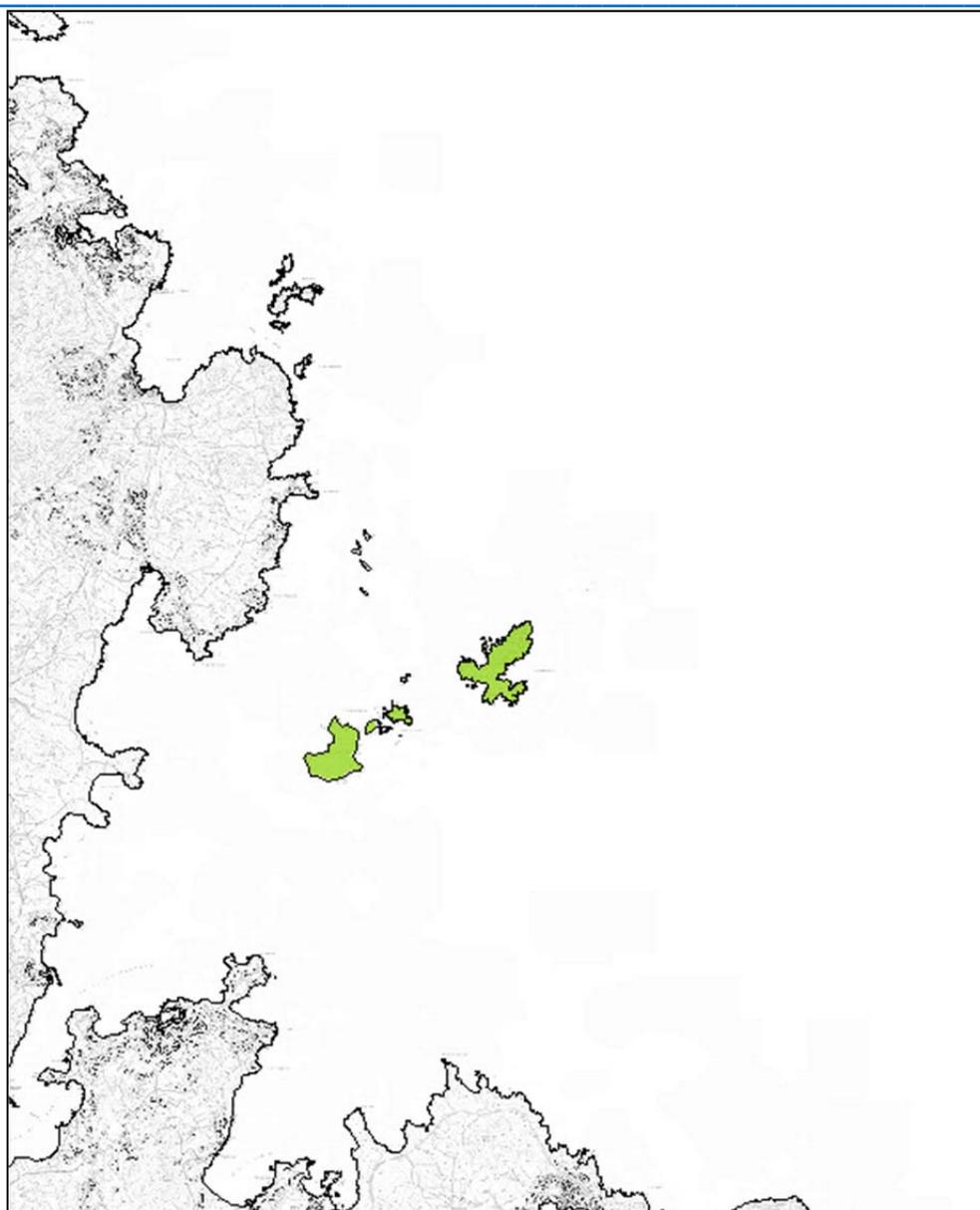
512 – Bacini d'acqua. Superfici naturali o artificiali coperte da acque, destinate o meno all'uso agricolo o ittico.

52 – Acque marittime. Sono comprese in tale classe le acque del settore marino.

521 – Acquaculture in lagune, laghi e stagni costieri.

523 – Mari





UdS I Livello

- 1 - Territori modellati artificialmente
- 2 - Territori agricoli
- 3 - Territori boscati ed altri ambienti seminaturali
- 4 - Territori umidi
- 5 - Corpi idrici

Figura 34: Usi del Suolo di Livello I presenti nel territorio dell'arcipelago

L'area di intervento è rappresentata nella sua porzione terrestre in via prioritaria da ambienti antropizzati, e offre una scarsa diversificazione ambientale dominata da superfici urbanizzate e infrastrutture. La parte marina è caratterizzata da settori a produzione ittica naturale.

Si individuano le seguenti categorie di uso del suolo di III livello, codificate utilizzando la classificazione Corine Land Cover:

- 111 – Tessuto residenziale compatto
- 112 – Tessuto residenziale rado e nucleiforme
- 121 – Aree portuali
- 142 – Aree ricreative e sportive
- 323 – Gariga
- 523 – Mari

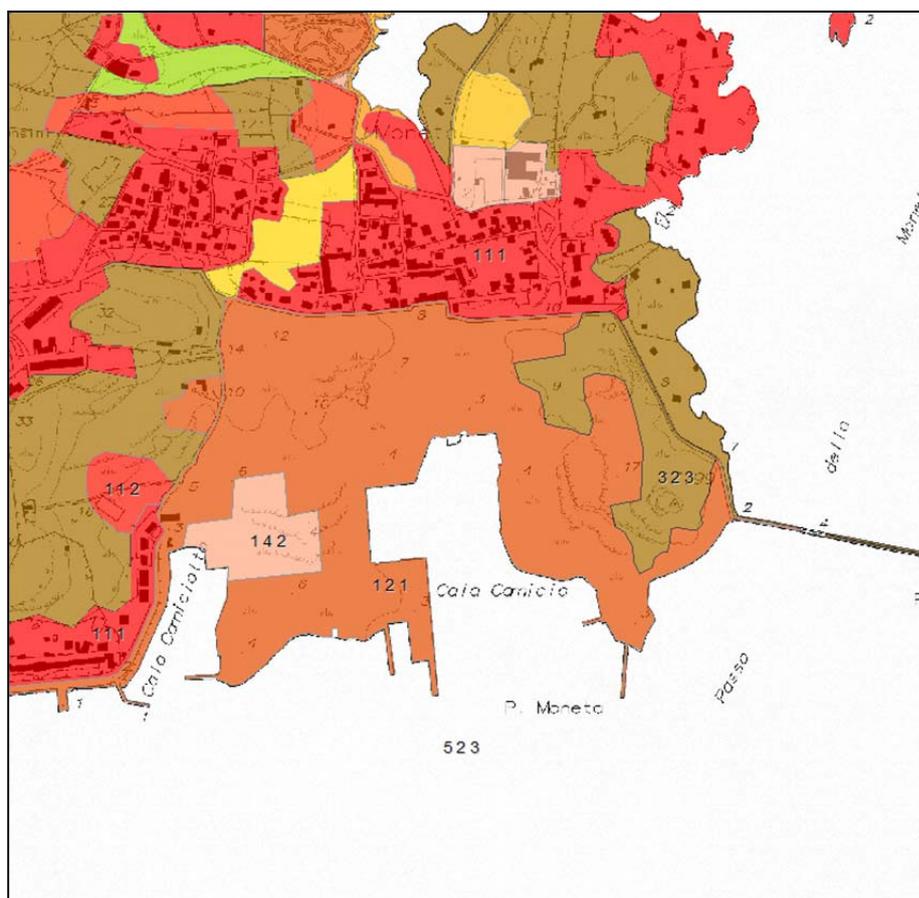


Figura 35: Usi del Suolo di Livello III presente nel settore di intervento

4.1.4.3. Aree tutelate

L'arcipelago di La Maddalena è un complesso insulare costituito da sette isole maggiori, più isole minori e scogli adiacenti, per uno sviluppo costiero totale pari a km 176,2, ed una superficie territoriale complessiva di circa 49 kmq per un totale di oltre 60 isole e isolotti di natura silicea, per lo più granitica. Queste isole sono caratterizzate da una vegetazione di tipo mediterraneo, con habitat naturali terrestri e marini di interesse comunitario secondo la Direttiva Habitat⁷.

Tutto l'arcipelago è incluso nel Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, istituito con Legge n. 10 del 04/01/1994. Il successivo D.P.R. 17 maggio 1996 individua l'Ente Parco e ne definisce le norme di salvaguardia.

⁷ Direttiva 92/43/CEE

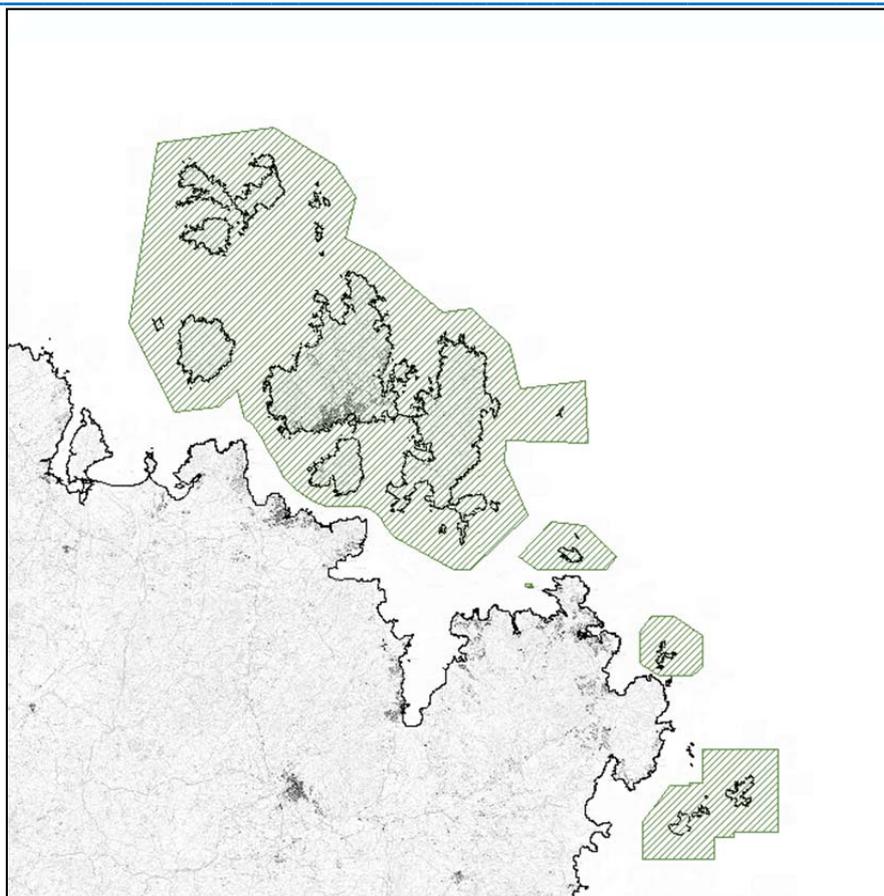


Figura 36: Delimitazione dei confini del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena

La quasi totalità della superficie dell'arcipelago è ricompresa all'interno delle aree della Rete Natura 2000 SIC/ZPS ITB010008 – "Arcipelago di La Maddalena". Il Sito di Importanza Comunitaria (SIC) "Arcipelago La Maddalena" che coincide spazialmente con la Zona di Protezione Speciale (ZPS) "Arcipelago La Maddalena" si sovrappone in parte nelle sopraccitate aree. L'area SIC/ZPS identifica in ambito emerso e sommerso 28 Habitat di interesse comunitario, taluni dei quali (1120*, 1150*, 2250*, 2270*, 6220*) definiti come prioritari ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat". Nei siti sono presenti specie faunistiche e floristiche dall'elevato valore conservazionistico, definite ai sensi dell'Art. 4 della Direttiva Uccelli e dell'Allegato II della Direttiva Habitat e/o contenute all'interno di importanti convenzioni internazionali (Conv. Di Berna, Conv. Di Bonn, Conv. Di Washington) o incluse nelle Liste Rosse delle specie minacciate di estinzione.

L'intero territorio dell'Arcipelago (parte a terra e a mare) è ricompreso nell' IBA (*Important Bird Area*) 170 "Arcipelago della Maddalena e Capo Ferro", alla luce del ruolo strategico ricoperto dalle isole nel mantenimento degli equilibri ecologici e per la conservazione di popolazioni di uccelli selvatici.

Porzioni dell'arcipelago ricadono all'interno di Oasi Permanenti di Protezione Faunistica, istituite con L.R. n. 23 del 28/04/1978.

La superficie marina dell'arcipelago è inoltre parte integrante del Santuario dei Cetacei, istituito in Italia dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con il nome di Santuario per i mammiferi marini e noto in Francia come Santuario Pelagos, speciale area marina protetta che si estende per circa 90.000 km² nel Mediterraneo nord-occidentale tra Italia, Francia e Sardegna comprendendo la Corsica e l'Arcipelago Toscano. Tale aree protetta è stata istituita con la Legge 11 ottobre 2001, n. 391 "Ratifica ed esecuzione dell'Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un santuario per i mammiferi marini", fatto a Roma il 25 novembre 1999 tra Italia, Francia e Principato di Monaco. Nel novembre 2001 le Parti della Convenzione di Barcellona hanno deciso di iscrivere il Santuario nella lista delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM). A seguito della ratifica da parte di Monaco (2000), Francia (2001) e Italia (2002), l'accordo è entrato in vigore il 21 febbraio 2002.

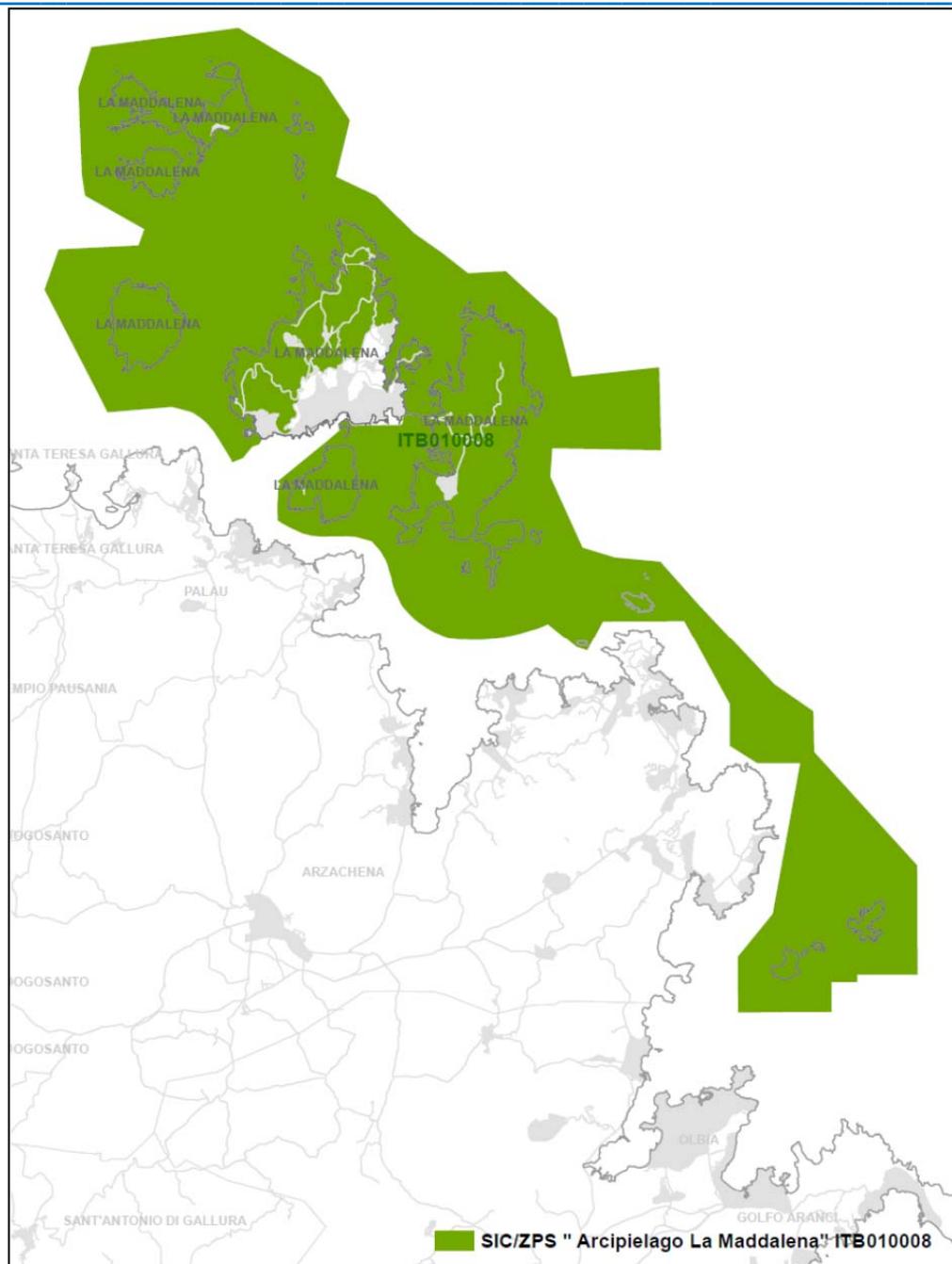


Figura 37: Delimitazione delle aree della Rete Natura 2000 presenti nel sito



Figura 38: Delimitazione della IBA 170 "Arcipelago della Maddalena e Capo Ferro"

L'area di intervento ricade all'interno dei confini del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena e del Santuario dei Cetacei, mentre è esterna ai confini di aree della Rete Natura 2000, pur tuttavia rimanendo prossima ad esse per quanto riguarda la parte marina.

Il SIC/ZPS "Arcipelago La Maddalena" presenta in prossimità dell'area di intervento estensioni riconducibili all'Habitat di interesse comunitario definito come prioritario 1120* - Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*), con coperture su sabbia. Nello stesso ambito sono altresì presenti gli habitat marini 1160 - "Grandi cale e baie poco profonde" e 1170 - "Scogliere". Superfici attribuibili agli habitat 1170 e 1160 sono inoltre presenti in forma scarsamente rappresentativa all'interno dell'area di intervento. Di seguito sono descritte le caratteristiche di tali Habitat di interesse comunitario alla scala del SIC/ZPS, con indicazioni sito-specifiche.

Codice e denominazione

1120 * Praterie di posidonie (*Posidonium oceanicae*)

Caratterizzazione generale delle formazioni vegetali

La *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile si presenta sotto forma di praterie.

Le praterie sono caratteristiche del livello infralitorale del Mar Mediterraneo. Sono presenti da

qualche decina di centimetri fino a 30-40 metri in funzione della disponibilità di luce e della salinità, su substrato duro o mobile; queste praterie costituiscono uno dei principali climax. Tollerano le variazioni di temperatura e idrodinamismo, temono invece gli apporti naturali d'acqua dolce: sono stenohaline. Necessitano generalmente di una salinità compresa tra 36 e 39 per mille. Il posidonieto è caratterizzato da un fitto insieme di specie che vivono a diversi livelli: infauna, al livello dei rizomi ed al livello delle foglie.

Animali: Molluschi: *Pinna nobilis*, Prosobranchi: *Rissoa* sp., Opistobranchi: *Aplysiella* sp.; Echinodermi: *Asteria pancerii*, *Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*; Pesci: *Epinephelus guaza*, *Hippocampus ramulosus*, *Sarpa salpa*; Briozoi: *Microporella johannae*, *Schizobrachiella*, Crostacei: copepodi: *Porcellidium* sp., Isopodi: *Idotea* sp., Decapodi: *Alpheus* sp., *Palaemon* sp. Tunicati: *Halocynthia papillosa*, Idrozoi.

Vegetali: Rodophyceae, Melobesie, Feophyceae.

L'insieme delle specie animali e vegetali che abitano il posidonieto costituiscono un pabulum per una moltitudine di pesci, molluschi e crostacei oggetto di pesca professionale.

Per le vaste superfici che ricoprono, le praterie di *Posidonia* esercitano un ruolo chiave nel mantenimento dell'equilibrio e della ricchezza dell'ecosistema costiero: contribuiscono all'ossigenazione dell'acqua del sistema litorale, alla stabilizzazione del substrato, alla difesa dall'erosione del litorale sia nelle forme vegetanti che nella fase morta di banquettes ed egagropile.

Stato di conservazione

Lo stato di conservazione generale dell'habitat nel SIC/ZPS è buono. Talora ad opera di un eccessivo ancoraggio si vengono a determinare aree di erosione che vengono poi accentuate dalle correnti fino a portare ad una frammentazione dell'habitat. Alcune aree soffrono la presenza dell'alga alloctona originaria del Mar Rosso *Caulerpa racemosa*, presenza confermata anche nel settore prossimo all'area di intervento. Tale specie è fortemente invasiva, e tende a sottrarre areali biologici colonizzabili dalle praterie a *Posidonia oceanica*.

Nel sito non vengono segnalate condizioni di degrado se non in maniera puntiforme relativamente all'area di Porto Madonna e di Santo Stefano nell'area antistante l'Arsenale, dove si presenta su fondali sabbiosi.

Codice e denominazione

1170 Scogliere

Caratterizzazione generale delle formazioni vegetali

Substrati rocciosi e concrezioni biogeniche permanentemente sotto il livello del mare o esposti durante la bassa marea, che sorge dal fondo marino della zona sublitorale ma possono estendersi alla zona costiera, dove la zonazione delle comunità vegetali e animali è ininterrotto. Queste scogliere offrono una stratificazione di diverse comunità bentoniche di alghe e animali incrostanti, o biocostruzioni.

Vegetali:

Associazioni a *Lithophyllum byssoides* e *Nemalion helminthoides* e *Rissoella verruculosa*.

Alghe brune (specie del genere *Cystoseira*), alghe rosse (specie della famiglia delle *Corallinaceae*), alghe verdi. Altre specie: *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica*, *Halopteris scoparia*.

Animali:

Invertebrati marini su substrati duri (spugne, briozoi, crostacei cirripedi nonché molluschi lamellibranchi e gasteropodi (mitili e patelle ad es. *Patella ferruginea*).

Stato di conservazione

Lo stato di conservazione dell'habitat nel SIC/ZPS è buono, tuttavia la *Caulerpa racemosa* ha colonizzato alcune aree a discapito delle specie algali autoctone.

Nell'area di interazione diretta si presenta in alternanza alle coperture su sabbia a *Posidonia oceanica* (habitat 1120*) e associato all'habitat 1160. In prossimità delle banchine dell'area di intervento sono presenti aspetti biocenotici riconducibili a associazioni caratteristiche di tale habitat, seppur con caratteri di semplificazione ecologica e bassa rappresentatività generale. In prossimità del promontorio di Punta Moneta si riscontrano aspetti di tale habitat in condizione di maggiore qualità ecologica generale.

Codice e denominazione

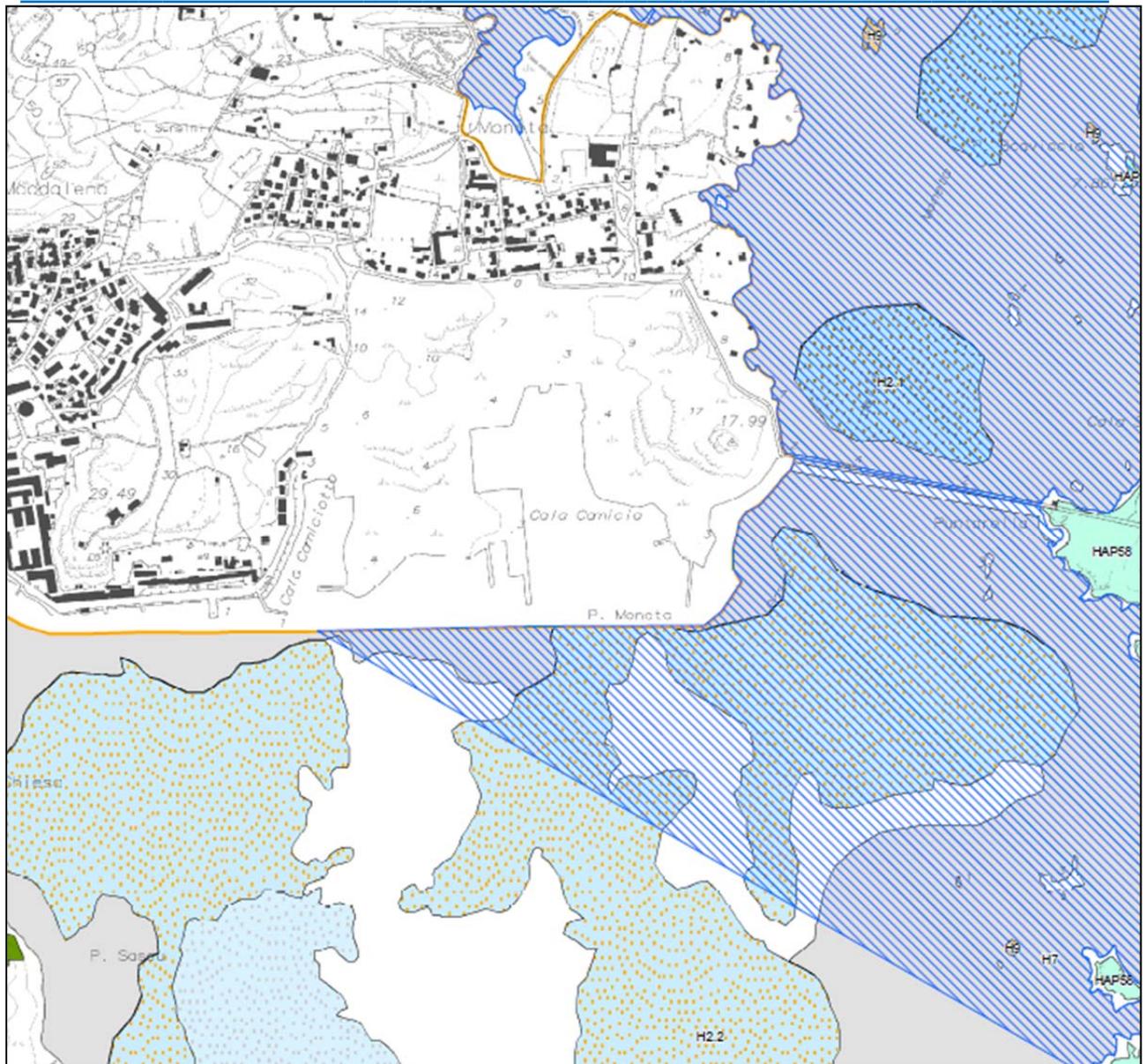
1160 Grandi cale e baie poco profonde

Caratterizzazione generale delle formazioni vegetali

A questo habitat sono da riferire le grandi cale e le baie poco profonde, localizzate in rientranze della costa riparate dal moto ondoso e caratterizzate da un complesso mosaico di comunità bentoniche. Nel SIC/ZPS questo habitat su fondali rocciosi è caratterizzato da popolamenti fotofili perlopiù a *Cystoseira* sp. Tale habitat soffre generalmente le condizioni di scarso irraggiamento.

Stato di conservazione

Lo stato di conservazione dell'habitat nel SIC/ZPS è buono. Nell'area di interazione diretta si presenta in associazione con gli habitat 1120* e 1170; nell'area di intervento presenta le caratteristiche strutturali idonee alla propria identificazione, seppur con scarsa rappresentatività a causa delle condizioni di trasformazione generate dalle attività antropiche.



Habitat di interesse comunitario

(*) hab. prioritario; (dom.) hab. dominante/i; (sub.) hab. subordinato/i

 Perimetro del SIC/ZPS

 H06 - 1160

 H07 - 1170

 H02.1 - 1120* - Banchi di Posidonia oceanica su roccia

 H02.2 - 1120* - Banchi di Posidonia oceanica su sabbia

 H02.4 - 1120* - Facies dei rizomi morti (mattes mortes) Posidonia oceanica

Figura 39: Stralcio della Carta degli Habitat di interesse comunitario del SIC/ZPS ITB010008 – "Arcipelago La Maddalena" del settore antistante all'area dell'ex Arsenale (Fonte: Piano di Gestione del SIC/ZPS, ottobre 2016. Tav. 1/b, Distribuzione degli Habitat di interesse comunitario – Modificata)

L'area di intervento è inoltre ricompresa all'interno dell' IBA 170 "Arcipelago della Maddalena e Capo Ferro", mentre è esterna ai confini di Oasi Permanenti di Protezione Faunistica istituite.

4.1.4.4. Assetto ecologico terrestre

Inquadramento floro-vegetazionale

Da un punto di vista della dinamica vegetazionale l'assetto generale dell'arcipelago può essere inquadrato nelle seguenti seriazioni e geosigmeti⁸:

Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato (*Erico arboreae-Juniperetum turbinatae*).

Serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*).

Geosigmeto sardo dei sistemi rupicoli costieri (*Crithmo-Limonietea*), su substrati rocciosi esposti all'azione dell'aerosol marino.

Geosigmeto sardo, psammofilo, termo mediterraneo dei sistemi dunari litoranei (*Cakiletea, Ammophiletea, Crucianellion maritimae, Malcolmietalia, Juniperion turbinatae*).

Geosigmeto sardo, alofilo, termomediterraneo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (*Ruppietea, Thero-Suaedetee, Saginetea maritimae, Salicornietea fruticosae, Juncetea maritimi, Phragmito-Magnocaricetea*).

⁸ Bacchetta G., Bagella S., Biondi E., Farris E., Filigheddu R., Speranza, Mossa L. (2009) Vegetazione forestale e serie di vegetazione della Sardegna (con rappresentazione cartografica alla scala 1:350.000). Pavia, Società italiana di fitosociologia. 82 p. (Fitosociologia, 46 (1) - Suppl. 1).

Figura 40: Carta della seriazione vegetazionale dell'arcipelago di La Maddalena (Fonte: PFAR – Sardegna, TAV. 3 - Carta delle Serie di Vegetazione, Distretto 01 Alta Gallura – Modificata)

Le principali formazioni vegetali attualmente riscontrabili nell'arcipelago sono quelle tipiche della fascia costiera mediterranea rappresentata da boscaglie e formazioni arbustive alte e basse dominate da sclerofille sempreverdi, da garighe che sfumano nella vegetazione casmofila e litofila discontinua sui rocciai granitici. Il paesaggio vegetale delle isole è fortemente condizionato da vari fattori ecologici come il vento, l'insolazione, un prolungato periodo di aridità estiva, dalla povertà dei suoli, dall'altitudine e dalla distanza dall'isola madre.

Il settore costiero delle isole dell'arcipelago presenta una alternanza di coste basse-rocciose e arenili sabbiosi; si riscontrano fitocenosi psammofile riconducibili alle categorie sintassonomiche della *Cakiletea*, *Crucianellion maritimae*, *Ammophiletea*, *Malcolmietalia* e *Juniperion turbinatae*, con differenti gradi di evoluzione, rappresentatività e conservazione. Nei settori dunari stabilizzati e semi-stabilizzati sono diffusi elementi quali *Juniperus phoenicea* L. ssp. *turbinata* (Guss.) Nyman, *Juniperus oxycedrus* L. ssp. *macrocarpa* (Sm.) Neilr. e *Pistacia lentiscus* L., in contatto catenale con la porzione camefitica rappresentata in via prevalente da *Crucianella maritima* L., *Pancratium maritimum* L. e *Helichrysum microphyllum* Camb. ssp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso. Le dune primarie presentano coperture discontinue con *Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth, *Elytrigia juncea* (L.) Nevski, *Cakile maritima* Scop. e *Ammophila arenaria* (L.) Link.



Figura 41: Vegetazione psammofila nel settore costiero di Bassa Trinità (Isola La Maddalena)

Le coste rocciose presentano le tipiche fitocenosi alorupicole delle coste mediterranee, con popolamenti a bassa copertura riconducibili alla classe sintassonomica della *Crithmo-Staticetea* la quale ospita localmente elementi floristici dall'elevato valore fitogeografico e/o conservazionistico; in tale ambito sono presenti locali popolamenti a dominanza di *Helichrysum microphyllum* Camb. ssp. *tyrrhenicum* Bacch., *Brullo et Giusso* e di *Senecio leucanthemifolius* Poir., mentre nei settori maggiormente esposti all'azione dell'aerosol marino si afferma il *Crithmum maritimum* L. In tasche di suolo su roccia presenza di elementi isolati di *Juniperus phoenicea* L. ssp. *turbinata* (Guss.) Nyman.



Figura 42. Vegetazione rupicolo-costiera nel settore costiero di Spalmatore (Isola La Maddalena)
Gli ambiti di spiaggia ospitano localmente ambienti umidi, all'interno dei quali si ritrovano formazioni igrofile e alofile delle classi Juncetea maritimi, Sarcocornietea fruticosae e Phragmito-Magnocaricetea, con prevalenza di *Phragmites australis* (Cav.) Trin., *Juncus maritimus* L., *Juncus acutus* L., *Sarcocornia fruticosa* (L.) Scott. e presenza di formazioni riparie arbustive con prevalenza di *Rubus* gr. *ulmifolius* Scott.



Figura 43: Vegetazione igrofila nel settore costiero di Monti D'Arena (Isola La Maddalena)

Nei settori interni si affermano fitocenosi termofile riconducibili alla Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato con vegetazione termofila dominata tra le altre da *Juniperus phoenicea* L. ssp. *turbinata* (Guss.) Nyman associato a *Pistacia lentiscus* L., *Erica arborea* L. e *Phyllirea angustifolia* L., e della serie termo-mesomediterranea del leccio con formazioni forestali che presentano, tra le altre, *Quercus ilex* L., *Erica arborea* L., *Arbutus unedo* L., *Pistacia lentiscus* L. e relative forme arbustive di sostituzione secondaria. In prossimità di forme di degrado delle coperture forestali e arbustive si affermano formazioni erbacee terofitiche ed emicriptofitiche comprese nelle classi sintassonomiche della *Stellarietea mediae*, *Galio-Urticetea*, *Lygeo-Stipetea*, *Poetea bulbosae* e *Artemisietea vulgaris*.

Localmente si riscontrano le condizioni per l'identificazione di Habitat di interesse comunitario definiti ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat".

Il settore di interazione diretta è caratterizzato da un territorio fortemente modificato dalle attività antropiche, con presenza di sporadiche fitocenosi spontanee con carattere di ruderalità e sinantropia. A tal proposito sono presenti popolamenti erbacei riconducibili alle classi sintassonomiche della *Poetea*, della *Artemisietea* e della *Stellarietea*. Cospicuo il contingente di entità floristiche alloctone.

Flora di interesse naturalistico

La flora dell'Arcipelago è costituita da più di 950 entità di cui circa 50 endemiche; il maggior numero di endemismi sono esclusivi sardi o sardo-corsi.

Di particolare interesse fitogeografico e conservazionistico la presenza delle specie *Silene velutina* Pour. (endemismo di Sardegna e Corsica valutato come in pericolo critico (CR) a livello regionale nelle Liste Rosse della flora italiana) e *Limonium strictissimum* (Salzm.) Arrigoni (endemismo puntiforme del settore che vegeta negli ambienti rupicoli costieri dell'isola di Caprera valutato come minacciato (EN) a livello regionale nelle Liste Rosse della flora italiana). Entrambe le specie sono elencate nell'Allegato II della Direttiva Habitat.

Tra le altre specie endemiche e/o di interesse fitogeografico presenti nell'arcipelago si segnalano in particolare *Colchicum corsicum* Baker (endemismo di Sardegna e Corsica), *Dracunculus muscivorus* (L.) Engl. (endemismo di Sardegna, Corsica e isole Baleari), oltre che un numeroso contingente di specie endemiche del genere *Limonium*.

Tabella 4. Entità floristiche contenute nell'All. II della Dir. Habitat e relativi gradi di tutela

Specie floristiche			Endemismo	Stato di protezione					
Cod.	Nome scientifico	Nome comune		Direttiva Habitat	Conv. Berna	Cites	Lista rossa		
							EUR	ITA	SAR
1643*	<i>Limonium strictissimum</i>	Limonio strettissimo	x	II, IV			EN	CR	CR
1465*	<i>Silene velutina</i>	Silene vellutata	x	II, IV	I		NT	VU	EN

Il settore oggetto di intervento non presenta entità floristiche dal valore fitogeografico e/o conservazionistico.

Inquadramento faunistico

L'Arcipelago ospita una fauna terrestre altamente eterogenea con diverse caratteristiche ecologiche. La presenza di un'avifauna nidificante e di passo con specie di elevato interesse comunitario quali il marangone dal ciuffo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), la berta maggiore (*Calonectris diomedea*) e il gabbiano corso (*Larus audouinii*), quest'ultima endemica, hanno determinato l'inserimento di quest'area tra le ZPS.

Il sistema delle piccole isole tra la Sardegna e la Corsica rappresenta, inoltre, una tappa importante per la sosta degli uccelli migratori transahariani nel passo preriproduttivo.

Sono ben rappresentate, tra i rettili, popolazioni di specie endemiche del sistema sardo-corso come *Archaeolacerta bedriagae*, o altre di interesse conservazionistico quali *Euleptes europaea*, *Testudo hermanni* e *Testudo marginata*.

Le specie di vertebrati segnalate nei Formulari Standard del sito sono in totale 125, mentre le specie di invertebrati segnalate sono in totale 31.

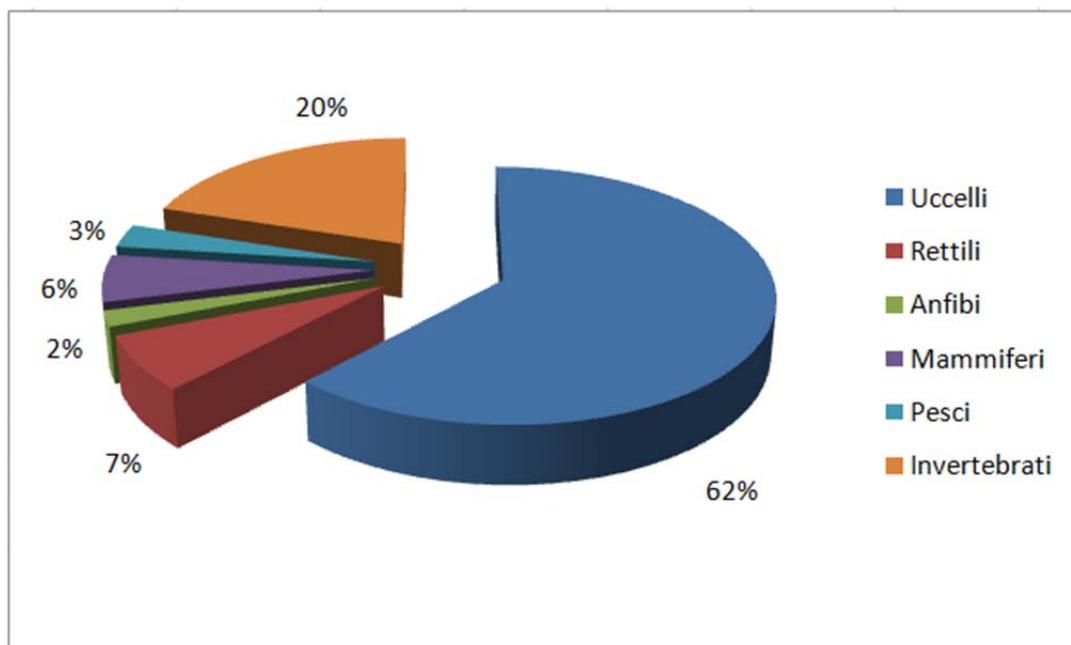


Figura 44: Rappresentazione grafica della distribuzione numerica dei *taxa* faunistici inseriti nei Formulari Standard della Rete Natura 2000 del SIC/ZPS "Arcipelago La Maddalena"

Dal grafico si evince come la prevalenza del contingente faunistico presente nell'arcipelago e riportato all'interno dei Formulari Standard dei siti Natura 2000 sia attribuibile alla classe degli uccelli (62% del totale); delle specie avifaunistiche segnalate, 38 (40%) sono elencate nell'Allegato I della Direttiva Uccelli, e di queste 14 risultano nidificanti nel sito. Cospicuo il numero di invertebrati (circa il 20% del totale), mentre la classe faunistica meno rappresentata è quella degli anfibi (2% del totale).

Relativamente al settore di intervento, sulla base delle interazioni esistenti tra le categorie di uso del suolo e le categorie faunistiche, è stato possibile sintetizzare le classi di idoneità faunistica potenziale, categorizzate nella seguente tabella; l'idoneità alta (3) rappresenta una tipologia ambientale che fornisce habitat adeguati per l'alimentazione, la riproduzione e la nidificazione; l'idoneità media (2) fornisce habitat favorevoli all'alimentazione, mentre l'idoneità bassa (1) rappresenta aree in cui sporadicamente le specie interessate possono recarsi all'occorrenza per motivi alimentari o di sosta.

Id.	Descrizione
1	Idoneità bassa
2	Idoneità media

3

Idoneità alta

Viene di seguito proposta una rappresentazione delle idoneità faunistiche del settore ottenuta incrociando le specie faunistiche presenti nel SIC/ZPS "Arcipelago di La Maddalena" elencate nell'Art. IV della Direttiva Uccelli e nell'Allegato II della Direttiva Habitat e gli usi del suolo attuali.

Tabella 5: Idoneità faunistiche del settore sulla base delle categorie di uso del suolo del Corine Land Cover (1= idoneità bassa; 2= idoneità media; 3= idoneità alta) e le specie faunistiche presenti nel SIC/ZPS "Arcipelago di La Maddalena" elencate nell'Art. IV della Direttiva Uccelli e nell'Allegato II della Direttiva Habitat.

Gruppo	Cod.	Nome scientifico	112	123	142	323	523
Anfibi	1190	<i>Discoglossus sardus</i>			1	1	
Invertebrati	1055	<i>Papilio hospiton</i>				2	
Mammiferi	1316	<i>Myotis capaccinii</i>				3	
Mammiferi	1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	1		1	1	
Mammiferi	1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	1		1	1	
Rettili	1220	<i>Emys orbicularis</i>		1	1	1	
Rettili	6137	<i>Euleptes europaea</i>		1	1	1	
Rettili	1217	<i>Testudo hermanni</i>		1	1	3	
Rettili	1218	<i>Testudo marginata</i>		1	1	3	
Uccelli	A029	<i>Ardea purpurea</i>					1
Uccelli	A222	<i>Asio flammeus</i>				1	
Uccelli	A060	<i>Aythya nyroca</i>					2
Uccelli	A243	<i>Calandrella brachydactyla</i>				2	
Uccelli	A010	<i>Calonectris diomedea</i>				2	3
Uccelli	A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>				3	
Uccelli	A196	<i>Chlidonias hybridus</i>					2
Uccelli	A197	<i>Chlidonias niger</i>					1
Uccelli	A084	<i>Circus pygargus</i>				2	
Uccelli	A231	<i>Coracias garrulus</i>	3			3	
Uccelli	A026	<i>Egretta garzetta</i>				2	1
Uccelli	A100	<i>Falco eleonora</i>				2	2
Uccelli	A095	<i>Falco naumanni</i>	3				
Uccelli	A103	<i>Falco peregrinus</i>					1
Uccelli	A321	<i>Ficedula albicollis</i>				2	
Uccelli	A014	<i>Hydrobates pelagicus</i>					2
Uccelli	A338	<i>Lanius collurio</i>				3	
Uccelli	A181	<i>Larus audouinii</i>				2	2
Uccelli	A180	<i>Larus genei</i>					2
Uccelli	A176	<i>Larus melanocephalus</i>		3			2
Uccelli	A392	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>				1	2
Uccelli	A464	<i>Puffinus yelkouan</i>				2	3
Uccelli	A195	<i>Sterna albifrons</i>					1
Uccelli	A193	<i>Sterna hirundo</i>					1
Uccelli	A191	<i>Sterna sandvicensis</i>		3			3
Uccelli	A301	<i>Sylvia sarda</i>				3	
Uccelli	A302	<i>Sylvia undata</i>				3	
Uccelli	A097	<i>Falco vespertinus</i>				2	
Uccelli	A072	<i>Pernis apivorus</i>				2	

La classe faunistica maggiormente rappresentata è quella degli uccelli, tra i quali sono maggiormente rappresentati i laridi e gli accipitriformi. L'erpetofauna è rappresentata da 3 cheloni e 1 sauro per la classe dei rettili e da un anuro per la classe degli anfibi. I mammiferi presentano idoneità faunistiche per i chiroteri.

4.1.4.5. *Assetto ecologico marino*⁹

Biocenosi

L'assetto biocenotico marino generale dell'arcipelago si presenta altamente eterogeneo e differenziabile su base geomorfologica e batimetrica. Le isole maggiori presentano negli orizzonti più superficiali dell'infralitorale roccioso biocenosi ad alghe fotofile, mentre nelle coste basse e sabbiose si ritrovano le biocenosi delle sabbie fini ben classate, come nel caso dei settori meridionali dell'isola di La Maddalena. A nord dell'isola madre, in prossimità dei tratti di costa maggiormente frastagliata si ritrovano biocenosi delle sabbie infralitorali, dominate da alghe fotofile e ricomprese all'interno dell'isobata dei 5 metri.

La fascia costiera compresa fra l'isobata dei 5 e dei 40 metri è diffusamente occupata dalla prateria a *Posidonia oceanica*, presente in modo sub-continuo su tutto il perimetro dell'isola madre.

Oltre il limite inferiore della prateria si riscontrano biocenosi circa litorali rappresentate in massima parte da fanghi terrigeni costieri e detritico-costieri.

Il versante occidentale dell'isola di La Maddalena in località Carlotta, e la porzione meridionale in località Punta Tegge è interessato dalla presenza dell'alga alloctona *Caulerpa racemosa*.

Si segnala la presenza di importanti formazioni coralli gene del circa litorale nella porzione mediana del canale fra La Maddalena e Budelli.

L'isola di Caprera presenta una distribuzione biocenotica simile a quella dell'isola madre, con la massima diffusione e rappresentatività del posidonieto nella porzione meridionale.

Il settore occidentale dell'arcipelago, comprendente le isole di Spargi, Spargiotto, Budelli, S. Maria e Razzoli, presenta una elevata eterogeneità delle biocenosi. L'isola di Spargi presenta a partire dal piano mediolitorale importanti formazioni a *Lithophyllum byssoides*; la porzione meridionale della stessa isola vede l'affermarsi della *Caulerpa racemosa*, favorita verosimilmente dal diportismo nautico.

Il canale compreso fra le isole di Spargi e Budelli presenta importanti formazioni del coralligeno circa litorale, con facies a gorgonacei, con prevalenza di *Eunicella cavolinii* e *Paramuricea clavata*.

⁹ Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, 2010. Piano e Regolamento del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena – QCr.02 – Relazione di Analisi del Sistema Biologico

L'isola di Budelli è per tre quarti circondata da biocenosi di fondo duro, in genere con dominanza di alghe fotofile in associazione alla prateria a *Posidonia oceanica*, che afferma il proprio limite inferiore intorno ai 35 metri di profondità. La spiaggia rosa deve la sua particolare colorazione per la concentrazione nelle sabbie dei resti di *Miniacina miniacea*, un foraminifero di ambienti sciafili abbondante nelle porzioni rizomiali della *Posidonia oceanica*.

Il tratto di mare denominato Passo degli Asinelli, compreso fra Budelli, S. Maria e Razzoli, presenta un situazione analoga a quella precedentemente descritta per l'isola di Budelli.

L'isola di Razzoli, che segna il limite nord-occidentale del settore considerato, è quasi interamente circondata da fondi duri ad alghe fotofile, in contatto con la prateria a *Posidonia oceanica* la quale trova interruzione nella parte settentrionale nella secca di Razzoli.

Il settore orientale dell'arcipelago, delimitato a nord dagli isolotti Monaci e, a sud, dall'isola delle Bisce, comprende un ampio tratto di mare in buona parte esterno ai confini del parco. Intorno alle isole si osserva una prateria a *P. oceanica* che lascia posto, negli orizzonti profondi, a biocenosi del coralligeno su spettacolari pareti rocciose, come nella porzione occidentale degli isolotti Monaci, e con importanti popolamenti a laminarie, come nella porzione orientale dell'isola delle Bisce.

Il settore meridionale dell'arcipelago, composto dalle isole di Li Nibani, Mortorio, Mortoriotto, Le Camere e Soffi, presenta anch'esso estese superfici coperte da praterie a *Posidonia oceanica* con soluzioni di continuità di tipo erosivo negli orizzonti superficiali dove è presente la *Caulerpa racemosa*.

Fauna marina di rilievo naturalistico

La porzione settentrionale dell'isola di La Maddalena, caratterizzata dalla presenza di coste rocciose, offre i siti ideali per l'affermarsi di colonie sessili dell'infralitorale.

Fra i poriferi si segnala la presenza di *Spirastrella cunctatrix*, *Hemimycale columella*, *Chondrilla nucula*, *Phorbas cencio*; nei pressi di Punta Cannone si segnala inoltre la presenza di *Aplysina aerophoba*, specie protetta secondo RAC/SPA (Annesso II del protocollo ASPIM).

Nella porzione orientale dell'isola di Caprera è presente il porifero *Axinella polypoides*, mentre nei settori settentrionali dell'isola ricopre un elevato valore naturalistico l'esacorallo *Parazooanthus axinellae*.

La fauna di rilievo ecologico riscontrabile nel settore settentrionale dell'arcipelago è rappresentata da *Sciaena umbra*, *Diplodus sargus*, *D. anularis* e numerosi labridi nelle secche a ovest di budelli, dove è ugualmente rilevabile la presenza di grossi pelagici come *Seriola dumerili*. Banchi di *Sphyrena sphyrena* sono invece osservabili nel tratto di mare prospiciente il faro di Barrettinelli.

Nelle zone a maggiore idrodinamismo sono ancora ben rappresentate delle facies a *Eunicella cavolinii*. Procedendo verso sud, a Punta Zanotto e nella secca di Spargiottello, si possono ancora osservare delle importanti facies a *Paramuricea clavata*.

Il settore sud-occidentale dell'arcipelago, comprendente le isole Li Nibani, Mortorio, Mortoriotto, Le Camere e Soffi presenta negli orizzonti superficiali dell'infralitorale roccioso degli interessanti popolamenti a *Anemonia solcata*, che si stabilisce nei tratti con massi e ciottoli vicini al margine superiore della prateria a *P. oceanica*. Gli ambienti più profondi sono inoltre ben rappresentati con le specie tipiche già citate per le isole maggiori.

Nelle zone a elevato idrodinamismo si riscontrano popolamenti a *Patella ferruginea*, la quale presenta un elevato rischio di estinzione su vasta scala e deve il suo progressivo declino al consistente prelievo umano per fini collezionistici e alimentari.

La popolazione attualmente stimata inclusa all'interno dei confini del parco ammonta a circa 700 individui; la ripartizione spaziale di *Patella ferruginea* nei diversi settori dell'arcipelago appare disomogenea, con oltre il 60% dei popolamenti localizzabili nel settore occidentale, con Spargi e Budelli le isole a maggiore concentrazione di individui.

Altro elemento di particolare rilevanza, è il lamellibranco *Pinna nobilis*, il più grande bivalve europeo, incluso nell'annesso II del protocollo ASPIM e nell'Allegato IV della Direttiva 92/43/CEE "Habitat".

Tale specie vive prevalentemente sui fondi molli secondari costituiti da matte morta e prateria vivente a *Posidonia oceanica*. Nel caso dell'Arcipelago di La Maddalena, tali ambienti si rinvencono frequentemente nei pressi di cale e baie poco profonde e in altre aree riparate che sono, a loro volta, zone di intensa frequentazione per le attività balneari e il diporto nautico. Da quanto espresso, si evince la necessità di migliorare le conoscenze sulla specie, almeno in tali aree sensibili, al fine di conciliare le prescrizioni relative alla conservazione con le attività antropiche.

Nell'arcipelago sono inoltre presenti le specie inserite negli Allegati della Direttiva "Habitat" *Caretta caretta* e *Alosa fallax*. La tartaruga caretta è un rettile acquatico inserito negli Allegati II e IV della Direttiva "Habitat", nell'Allegato II della Convenzione di Berna, nell'Allegato I della Convenzione di Bonn, nonché indicata come in pericolo di estinzione (*EN=Endangered*) nelle Liste Rosse della fauna italiana. La cheppia è un pesce compreso negli Allegati II e IV della Direttiva "Habitat" e nell'Allegato II della Convenzione di Berna. La specie è indicata come in pericolo di estinzione (*EN=Endangered*) nelle Liste Rosse della fauna italiana.

L'arcipelago di La Maddalena è inoltre inserito all'interno di un ampio contesto di tutela marina internazionale denominato "Santuario dei Cetacei"; il settore marino dell'arcipelago ospita infatti abitualmente popolamenti di tursiope (*Tursiops truncatus*). Per quanto riguarda le specie maggiormente pelagiche si osserva la presenza della *Balenoptera physalus* che durante i mesi di febbraio e marzo si nutre del plancton presente nel tratto di mare delle Bocche di Bonifacio.

Assetto florovegetazionale e algale dell'ambiente sommerso

La vegetazione algale dell'arcipelago è rappresentata prevalentemente da popolamenti alloctoni riconducibili al *Caulerpetum racemosae*. Queste sono alghe termofile diffuse nei mari

tropicali e sub-tropicali; la specie maggiormente diffusa è la *Caulerpa racemosa*. Tale specie originaria del Mar Rosso forma popolamenti psammofilo-pelofili che occupano le nicchie ecologiche abitualmente colonizzate da *Posidonia oceanica* su sabbia. I prati algali mostrano una struttura orizzontale, più o meno inframmezzati alle formazioni autoctone. La vegetazione a *Caulerpa racemosa* possiede una elevata invasività e il proprio trend appare in incremento nel bacino del Mediterraneo.

Ben rappresentate anche le cenosi della *Entophysalidetea*, con cenosi diffuse nel piano sopra- e mesolitorale e della *Litophylletea*, comprendente la vegetazione sciafila dell'infra- e del circa litorale su diverse tipologie di substrato.

Le fanerogame marine presenti nell'arcipelago sono rappresentate principalmente dalla *Posidonia oceanica*, la quale forma una fascia quasi continua intorno a tutte le isole dell'arcipelago, eccetto che nel canale tra La Maddalena e Santo Stefano, nel passo della Moneta e a sud dell'isola di Spargi. Le fitocenosi a posidonia sono ricomprese nel *Posidonietum oceanicae*.

Di rilievo ecologico anche le cenosi della classe *Zosteretea*, la quale forma dense praterie mosaicate localmente a popolamenti algali, e del *Cymodoctum nodosae*, su sedimenti sabbiosi con prevalenza di elementi fini scarsamente ossidati.

L'area di interazione diretta, come descritto e rappresentato graficamente nel paragrafo dedicato alla Rete Natura 2000, presenta nel settore antistante all'ex Arsenale superfici riconducibili agli Habitat di interesse comunitario definiti ai sensi della Direttiva "Habitat" 1120*, 1160 e 1170, con presenza locale di coperture vegetali a *Posidonia oceanica* (L.) Delile e fanerogame marine; di queste ultime, ad integrazione dei dati forniti nel corso della trattazione, viene rappresentato di seguito l'areale di distribuzione sulla base di talune pubblicazioni relative all'area di intervento.

I settori interni all'area di intervento presentano superfici che per caratteristiche biocenotiche e morfologiche sono riconducibili agli Habitat di interesse comunitario 1170 e 1160, pur tuttavia risentendo dell'elevato grado di trasformazione del comparto ambientale e presentandosi in condizioni di scarsa rappresentatività e qualità ecologica.

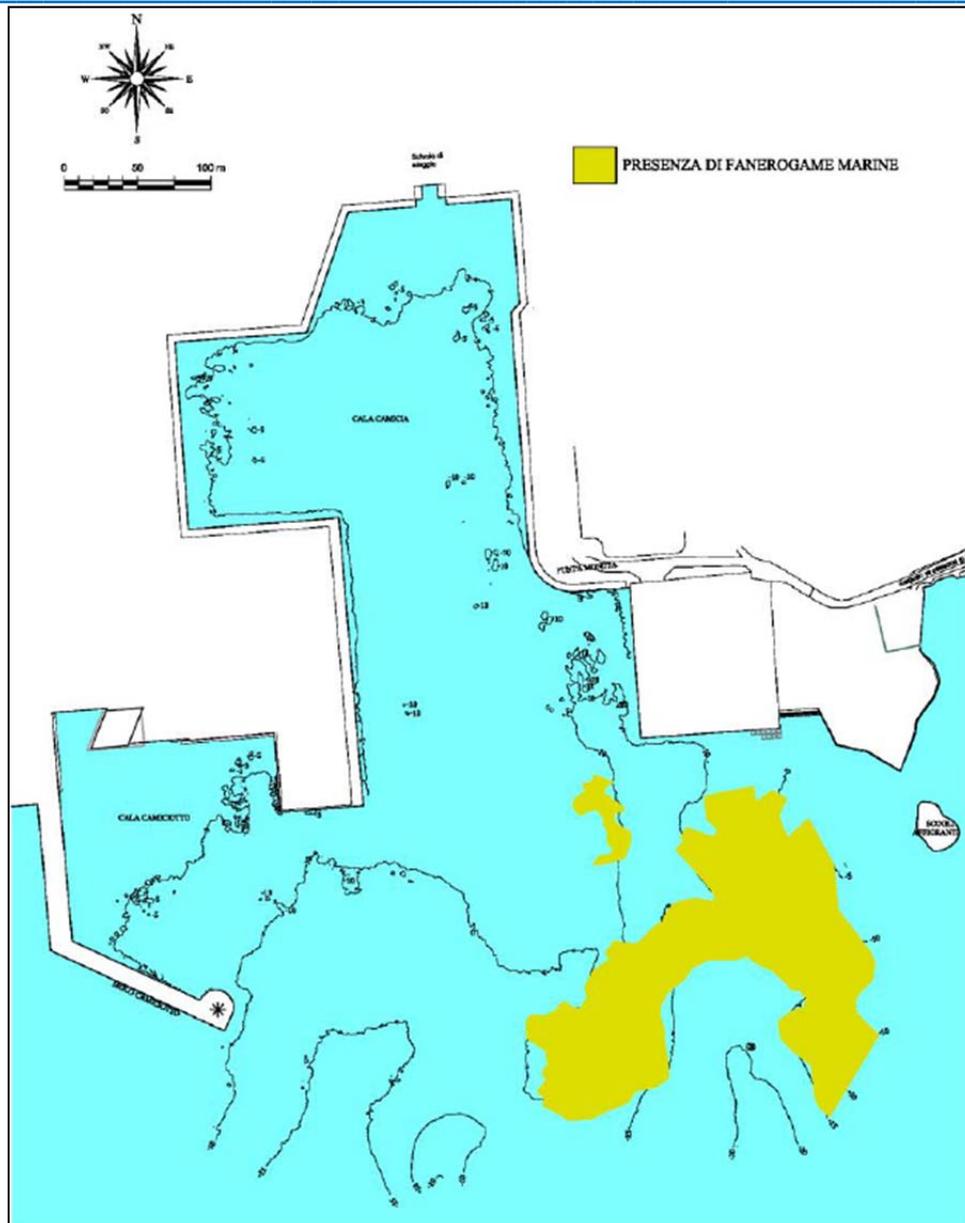


Figura 45: Superfici con presenza di fanerogame marine nell'area antistante l'ex Arsenale (Fonte: Completamento opere di bonifica specchio d'acqua ex Arsenale di La Maddalena, maggio 2016 – Relazione generale, Modificata)

4.1.5. Insediamento e popolazione

4.1.5.1. L'evoluzione dell'insediamento urbano¹⁰

Lo sviluppo di La Maddalena, sia urbano che sociale, è stato notevolmente influenzato dalla presenza militare che ha portato ad oggi ad avere un territorio scarsamente urbanizzato. Infatti oltre all'isola di La Maddalena dove sorge la città omonima, e alcuni insediamenti extraurbani, l'Arcipelago è del tutto disabitato, conservando fondamentalmente l'assetto insediativo originario.

¹⁰ Arcipelago esplorazioni progettuali sulle isole di La Maddalena - Gangemi Editore

La perimetrazione del centro abitato, localizzato nel settore Sud dell'Isola Madre, comprende gli elementi della strutturazione urbana originaria che hanno contraddistinto le fasi della sua formazione, a partire dalla data della sua fondazione fino al 1887. Tali fasi sono l'esito del processo di fusione equilibrata fra la componente residenziale e quella militare e marinara.

Il Centro di Antica e Prima formazione del centro urbano di La Maddalena, coincide con il primo nucleo abitato realizzato nella seconda metà del 700 sotto il presidio militare sabauda in prossimità di Cala Gavetta. Si tratta di un tessuto edilizio compatto caratterizzato da palazzi signorili con sviluppo su più livelli, molti dei quali hanno preservato nel tempo i loro caratteri architettonici originari. Sul porto storico si affaccia la piazza XXIII febbraio, interessata dalla presenza della colonna Garibaldi.

Negli anni successivi, su suggerimento dei comandanti della Marina sarda, vennero realizzate diverse opere pubbliche importanti tra cui la costruzione della Chiesa di Santa Maria Maddalena, la realizzazione delle strade che conducevano ai forti Santa Teresa e Carlo Felice e la realizzazione di alcuni importanti edifici militari come uffici, magazzini, la caserma, il bagno penale e il cimitero. L'ampliamento della città avvenne a partire dalla fine dell'800, periodo in cui la Maddalena riassunse un ruolo importante come base navale della Marina Militare. In questi anni fu realizzato a sud-est dell'isola l'impianto dell'Arsenale militare marittimo e il ponte di collegamento tra l'isola madre e Caprera. Ciò portò allo sviluppo dell'insediamento secondo due direttrici: una "civile" verso nord e verso occidente ed una "militare" ad oriente interessante la Moneta, Cala Camicia e la Peticchia.

Nello specifico, l'Arsenale della Marina Militare nasce nel 1895, contestualmente alle strutture militari che sorgono in tutto l'Arcipelago, dall'insediamento della Base Navale Italiana avvenuto nel 1887.

Nella vicina Piazza Umberto I vennero realizzate le palazzine del comando e, nel declivio retrostante, gli alloggi per i militari e i civili addetti all'arsenale secondo un piano regolatore basato su uno schema ortogonale e una tipologia edilizia a palazzina su più livelli. Nel rione Moneta, a nord dell'Arsenale, si realizzarono gli alloggi degli operai del cantiere navale e ulteriori alloggi per i militari e le famiglie.

L'Arsenale in particolare provvedeva alle manutenzioni, riparazioni e assistenza delle navi della Marina, a mantenere in buono stato i macchinari, le armi, gli edifici di tutte le strutture appartenenti al Ministero della Difesa, nonché alle necessità di tutti i semafori marini della Sardegna.

Per la Maddalena, che era stata prima una colonia penale, comincia così l'evoluzione che la condurrà a legare la sua economia quasi esclusivamente alle installazioni militari della Marina italiana e, negli ultimi 35 anni circa, fino al gennaio del 2008, anche alla base Nato con i sommergibili nucleari americani.

Negli anni '70, momento della sua massima efficienza, l'Arsenale comprendeva 134.600 mq di superficie destinati a funzioni differenti, tra cui: dieci Officine per i lavori, il Nucleo Logistico, l'Autoreparto, la Caserma dei Carabinieri, l'Ufficio Spedizioni e Trasporti, il Nucleo S.D.A.I. dei Sommozzatori, l'Eliporto, il Bacino da 2000 tonnellate, il Parco Rottami. Le Officine occupavano uno spazio di 16.720 mq utili, gli uffici della Direzione 1.158 mq, il Distaccamento Marinai 585 mq. Lo smantellamento della Base Navale nel dopoguerra segna per l'Arsenale un periodo di declino, solo parzialmente corretto dopo il 1951 con il trasferimento a La Maddalena dei corsi per meccanici e nocchieri.

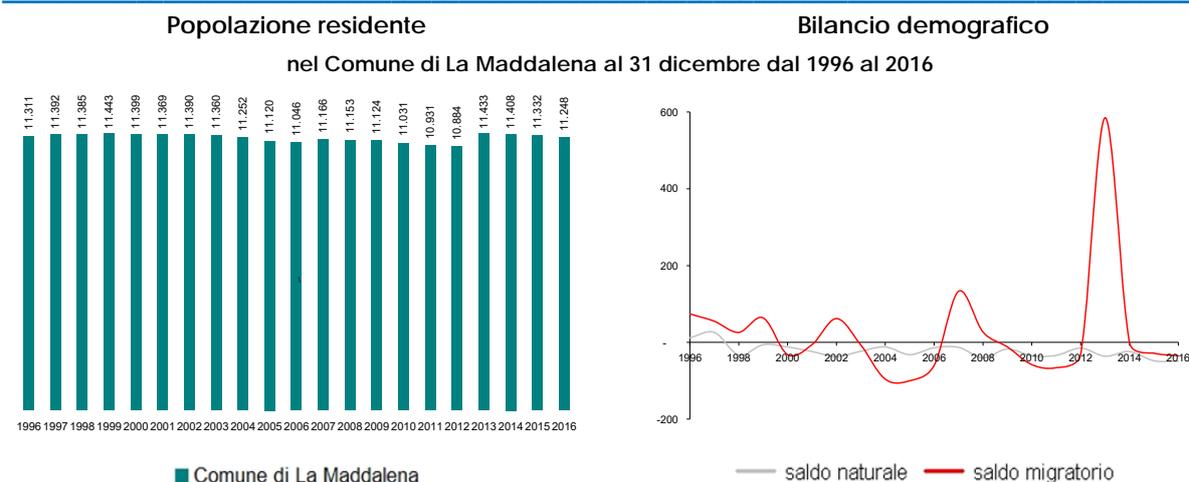
L'abbandono dell'isola da parte della Marina sarda portò ad un rallentamento dell'evoluzione insediativa nel territorio maddalenino, ad eccezione di modeste abitazioni intorno al nucleo originario e la realizzazione della dimora di Garibaldi a Caprera.

4.1.5.2. La popolazione

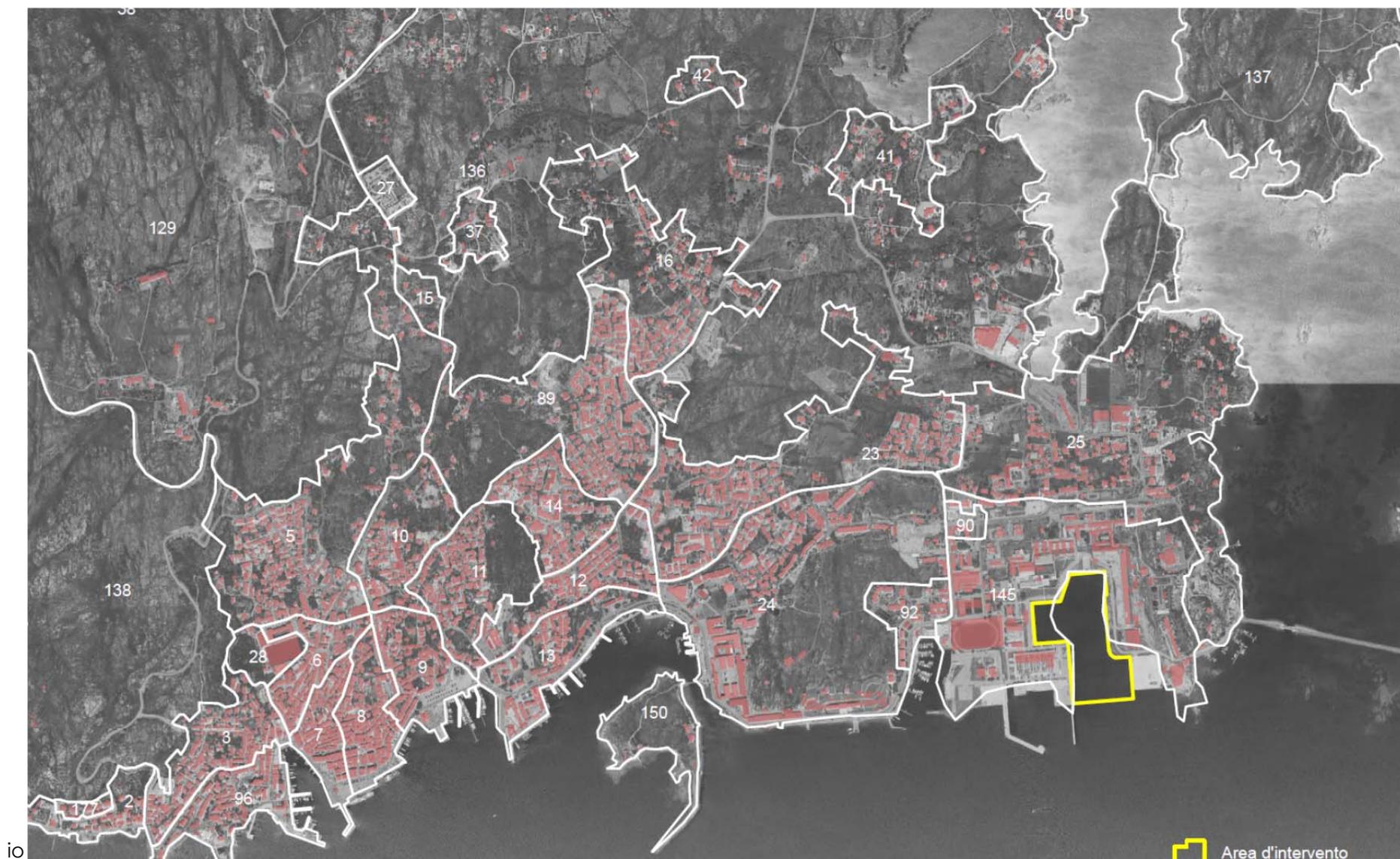
Il Comune di La Maddalena si estende su un territorio di superficie pari a 52 km² con una popolazione residente al 31 dicembre 2016 pari a 11.248 unità. Nel periodo compreso tra il 1996 e il 2016, l'andamento demografico mostra valori spesso decrescenti, quasi del tutto compensati dal significativo incremento registrato nel corso del 2013, determinato da operazioni post-censuarie di revisione anagrafica svolte dagli uffici comunali¹¹ e non da un effettivo incremento dei trasferimenti di residenza o della natalità; il decremento complessivo della popolazione residente nel corso dell'ultimo ventennio è pari a 63 unità.

Nel periodo considerato, è il saldo naturale ad aver contribuito al decremento demografico, facendo registrare valori costantemente negativi, con l'eccezione del primo biennio, con saldi medi annui pari a -24 unità circa, tendenzialmente decrescenti. Nel corso dell'ultimo ventennio il saldo migratorio mostra un andamento oscillante, caratterizzandosi per valori annui mediamente pari a +21 unità circa.

¹¹ Iscrizioni di persone erroneamente cancellate per irreperibilità e successivamente ricomparse; iscrizioni di persone non censite, e quindi non entrate a far parte del computo della popolazione legale, ma effettivamente residenti.



Per quanto attiene l'ambito di interazione diretta con l'intervento, esso ricade all'interno della sezione censuaria n. 145, per la quale il Censimento Istat Popolazione e Abitazioni registra una popolazione residente pari a 405 unità.



io

4.1.6. *Paesaggio ed assetto storico culturale*

L'Arcipelago di La Maddalena, avente un'estensione di circa 5.134 ettari a terra e uno sviluppo di costa pari a 180 km, si inserisce nel settore nord-orientale della Sardegna. Costituito da oltre 60 isole e isolotti minori, l'Arcipelago di La Maddalena rappresenta un complesso strettamente interdipendente di mare e terra in cui le limitate trasformazioni dal punto di vista insediativo hanno portato ad una conservazione di naturalità sia nel contesto terrestre che nel settore marino.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio è costituito da rocce di natura granitica, le cui forme costituiscono veri e propri monumenti naturali. La notevole esposizione alle correnti meteo-marine ha portato ad avere una costa prevalentemente rocciosa frastagliata interrotta in alcuni punti dalla presenza di cale sabbiose di modeste dimensioni denominate *pocket - beach*.

Al fine di tutelare il sistema marino-costiero e regolamentarne la fruizione, è stato istituito il Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena mediante Decreto del Presidente della Repubblica del 17 maggio 1996. L'ambito del parco si estende per una superficie di circa 18.000 ettari includendo sia la parte terrestre che il settore marino sommerso circostante.

Per orientare e disciplinare l'ambito dell'arcipelago de La Maddalena è stata definita la zonizzazione che prevede l'individuazione di "zone" con differente grado di protezione atteso. Per ciascuna zona sono definiti gli usi consentiti e i divieti.

Per quanto riguarda il settore sommerso gli ambiti definiti sono due:

- MB che corrisponde al limite dei 300 metri dalla costa;
- MA che corrisponde al settore marino sottoposto a tutela integrale.

Per quanto riguarda il settore emerso le norme di salvaguardia sono articolate in tre categorie:

- TA: ambito di rilevante interesse naturalistico, con limitato o inesistente grado di antropizzazione;
- TB: ambito di rilevante interesse naturalistico, paesaggistico e storico e con maggior grado di antropizzazione;
- TC: ambito con accentuato grado di antropizzazione.

L'ambito dell'ex arsenale ricade all'interno della categoria TC.

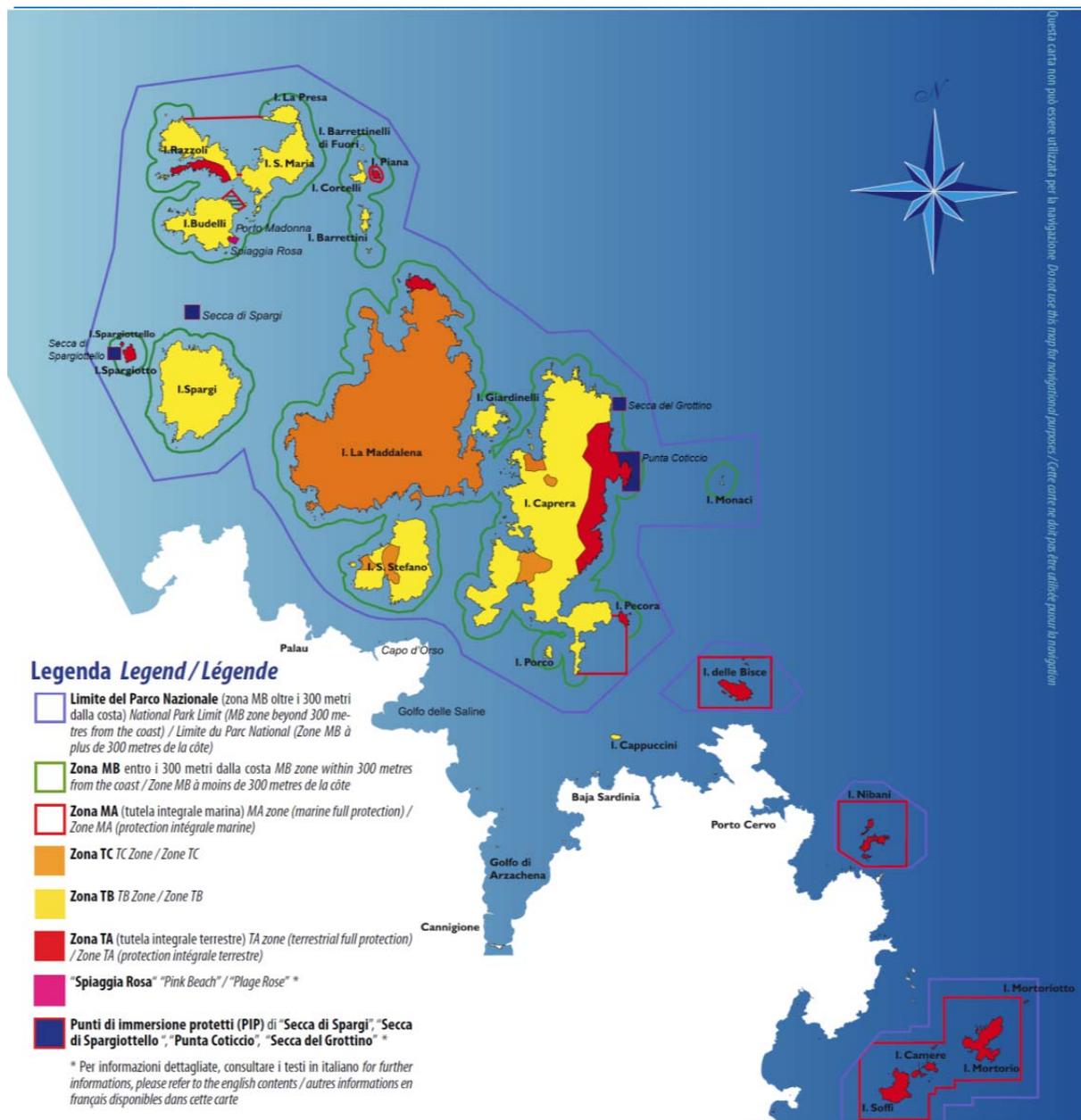


Figura 46: Zonizzazione Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena

I peculiari aspetti ambientali hanno favorito l'insediamento di numerose specie faunistiche e vegetali di elevata valenza naturalistica. Per questo motivo l'intero territorio dell'Arcipelago è inoltre tutelato dalle misure di salvaguardia previste dalle direttive comunitarie "Habitat" 92/43/CEE e "Uccelli" 79/409/CEE.

Il 15 giugno 2010 l'Italia e la Francia hanno dato il via ad una collaborazione transfrontaliera tra l'Ente Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena e l'Office de l'Environnement de la Corse con l'istituzione del Parco Internazionale "Bocche di Bonifacio". Al fine di facilitare e promuovere la cooperazione transfrontaliera tra le parti, il 24 maggio 2013 è stato istituito il GECT (Gruppo Europeo di Cooperazione Territoriale) avente nello specifico il compito di promuovere la protezione, la gestione e la valorizzazione congiunta delle risorse naturali e culturali in modo

da creare strategie comuni in materia di sviluppo dell'intero territorio ricadente all'interno del Parco Internazionale.

L'intero territorio dell'Arcipelago (parte a terra e a mare) è inoltre ricompresa nell' IBA 170 "Arcipelago della Maddalena e Capo Ferro" poiché considerata un habitat importante per la conservazione di popolazione di uccelli selvatici.

Come descritto precedentemente, L'Arcipelago di La Maddalena è interamente compreso all'interno dell'Ambito di Paesaggio Costiero n.17 "Gallura Costiera Nord-Orientale".

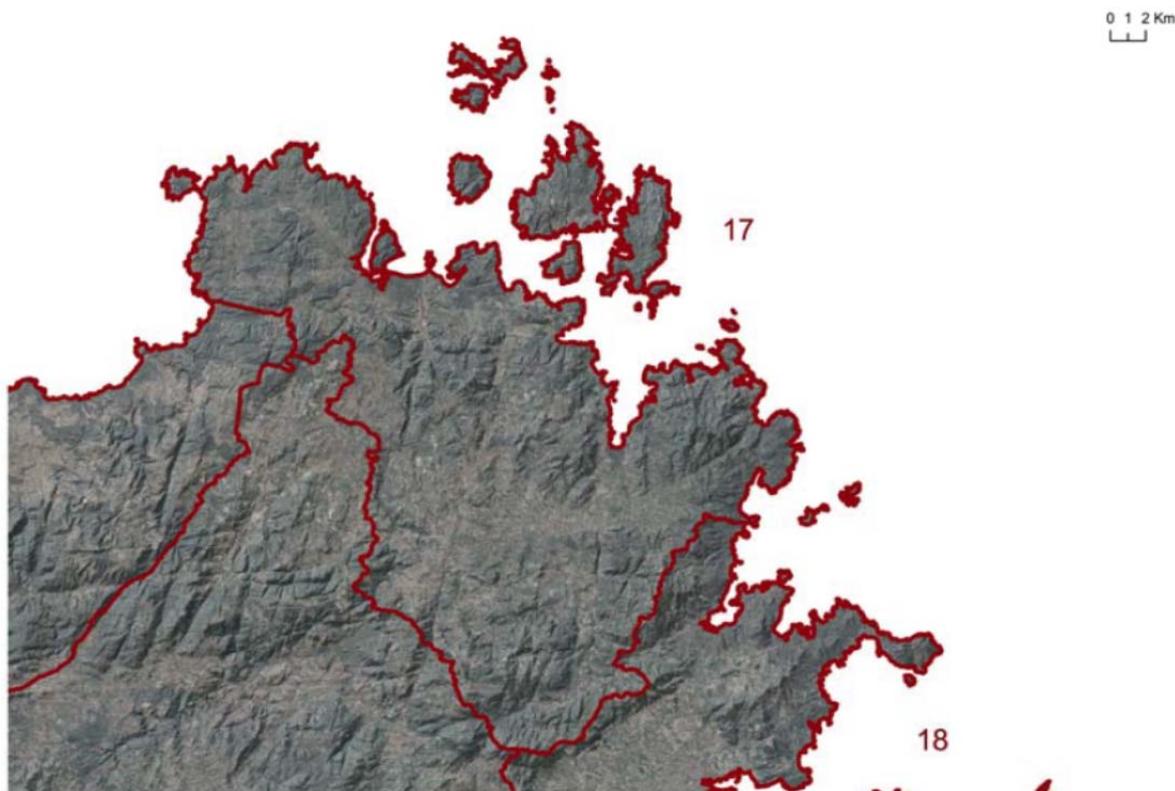


Figura 47: Inquadramento Ambito di Paesaggio n.17 del PPR

Per quanto attiene il sistema paesaggistico e storico-culturale, gli elementi caratterizzanti il territorio in esame sono principalmente rappresentati da:

- l'esteso Arcipelago della Maddalena, caratterizzato a sua volta da singolari sistemi di spiaggia, piccole baie e promontori, segnato dalla continua presenza delle diverse morfologie granitiche che caratterizzano il paesaggio costiero e interno all'Ambito: emergenze rocciose tafonate, blocchi sferoidali, tor granitici e rilievi isolati;
- il Compendio Garibaldino ed il museo nazionale la "Casa Bianca" di Caprera;
- il centro storico di fondazione della Maddalena;
- il sistema di architetture militari settecentesche dell'isola madre di La Maddalena e dell'isola di Santo Stefano (il forte S. Vittorio, soprannominato della "Guardia Vecchia", la

batteria Balbiano, la batteria S. Agostino, il forte S. Andrea, il forte S. Teresa, detto anche Sant'Elmo o Tegge, il forte Carlo Felice o Camicia sull'isola La Maddalena e la Torre casamattata ed il forte S. Giorgio a Santo Stefano. I così detti "forti" del "campo trincerato" e le batterie ottocentesche come: l'Opera Nido d'Aquila, l'Opera Punta Tegge, l'approdo di Punta Sardegna, l'Opera Punta Rossa, l'Opera Tre Monti, e le alture circostanti, per permettere i firi ad arcata: l'Opera Guardia Vecchia, l'Opera Colmi, l'Opera Trinita, l'Opera Punta Villa);

- la grande nave oneraria romana che, affondata tra il 120 e il 110 A.C. nelle acque di Spargi (Secca Corsara), è un'emergenza archeologica subacquea che costituisce sistema con i poli culturali terrestri dell'isola stessa e del museo archeologico navale di La Maddalena dedicato all'archeologo Nino Lamboglia.

Il patrimonio storico – culturale dell'Arcipelago

La posizione strategica nel Mediterraneo del territorio comunale di La Maddalena ha portato alla realizzazione di strutture difensive e di supporto alla navigazione realizzate mediante i materiali del luogo e collegati tra loro da percorsi ricavati sul terreno roccioso. Si tratta principalmente di architetture semplici, ma allo stesso tempo sofisticate per la scelta dei punti strategici in cui inserirli e la loro mimetizzazione. Il sistema delle fortificazioni dell'arcipelago rappresenta una dominante fondamentale dell'insediamento urbano e costituisce la più importante risorsa dal punto di vista storico-culturale. Si possono individuare tre grandi ordini relativi alle differenti epoche storiche in cui sono stati edificati.

I forti sardo – piemontesi (1767 – 1857). Durante questo periodo si crearono due trinceramenti principali: Guardia Vecchia, collocato nell'isola madre, e Guardia del Moro, nell'isola di Santo Stefano. Negli anni successivi è stata avviata la costruzione di altre fortificazioni nell'isola madre completate solo intorno al primo decennio dell'ottocento. A seguito del progresso delle armi da guerra il sistema difensivo realizzato risultava non idoneo per rispondere all'attacco di armamenti equipaggiato; pertanto nel 1857 il Ministero della Guerra promuove l'emanazione di un decreto prevedente il disarmo e lo sgombero di queste strutture e la realizzazione di nuove fortificazioni maggiormente rispondenti alle funzioni strategiche.

Le grandi fortificazioni (1887). A trentanni dall'atto formale, che portò il passaggio delle fortificazioni settecentesche dall'Amministrazione militare a quella demaniale, la Maddalena venne riproposta come centro strategico del Mediterraneo diventando una vera e propria piazzaforte militare rispondente alle più moderne concezioni in tema di difesa. Questo è il periodo delle cosiddette grandi "opere" ciascuna avente funzioni diverse a seconda della posizione in cui sono state realizzate. Lungo le coste si dispongono quelle a difesa degli sbarramenti esterni mentre nelle alture si dispongono i forti che circondano gli stabilimenti militari ad una distanza l'una dall'altra di circa 2km per fiancheggiarsi reciprocamente. Nelle prime

venivano utilizzati cannoni montati su affusti idropneumatici a scomparsa in grado di perforare le navi da guerra; i forti invece erano armati con obici a retrocarica. La difesa viene completata con la realizzazione di punti di vedetta, di rilevamento e di segnalazione marittima.

- Stazioni vedetta Testiccioli e Marginetto (isola Maddalena)

Le fortificazioni del 900. Con il progresso tecnico nel campo dell'aviazione militare rese indispensabile la realizzazione di strutture difensive mimetizzate per prevenire i bombardamenti dall'alto. Nascono così, a cavallo delle due grandi guerre, le batterie più periferiche realizzate in calcestruzzo e ricoperte da massi in granito sulle coperture e i profili.

A supporto delle strutture difensive sono state inoltre realizzate strutture di segnalazione marittima come fari, stazioni segnali e stazioni vedetta.

Le stazioni segnali e le stazioni vedetta, di piccole dimensioni e ben mimetizzate, sono state edificate nel territorio costiero dell'isola madre a supporto delle pre-esistenti batterie militari. Tra queste le principali si ritrovano in località Testiccioli, Marginetto e Puntiglione.

A testimonianza delle importanti figure storiche che hanno vissuto nell'Arcipelago di La Maddalena si possono menzionare:

- Villa Webber: edificata intorno alla fine dell'800 in località Padule con uno stile architettonico richiamante i castelli inglesi, circondata da un parco avente una superficie di circa 80 ha che, nel 1943, divenne la prigione provvisoria di Benito Mussolini;
- Compendio Garibaldino: situato a Caprera fu la dimora di Giuseppe Garibaldi e della sua famiglia dal 1856 fino alla sua morte. Il compendio si sviluppa attorno al cortile centrale sul quale si affacciano la Casa Bianca e gli edifici costituenti la fattoria. Si tratta di fabbricati in granito con sviluppo su un unico livello. La Casa Bianca, con pianta quadrangolare, era costituita dalla successione di sale comunicanti articolate attorno ad un vano centrale destinato alla scala di accesso alla terrazza. Ad oggi il Compendio rappresenta uno dei siti turistici più importanti dell'Arcipelago.

Trattandosi di architetture militari che hanno perso la loro funzione strategica, queste sono state inserite all'interno del demanio culturale; la maggior parte di queste è ad oggi in stato di abbandono e necessita di interventi di restauro e recupero conservativo. Nel 2008, mediante protocollo di intesa tra la Regione Sardegna e l'Agenzia del Demanio, alcuni di questi edifici sono stati ceduti alla Regione al fine di una loro valorizzazione per finalità pubbliche.

5. Descrizione dei possibili effetti del progetto sull'ambiente

5.1. I fattori di pressione

I potenziali fattori d'impatto ambientale derivanti dalla realizzazione delle opere e dalla loro messa in esercizio, sono i seguenti:

- Produzione di polveri - Tale fattore di impatto riguarda il possibile aumento della concentrazione di polveri nell'ambiente circostante generato dalla produzione e diffusione in atmosfera di polveri a seguito della realizzazione delle opere previste dal progetto.
- Produzione di rumore - Tale fattore di impatto considera l'emissione di rumore nell'ambiente da parte delle attività condotte nel sito potenzialmente in grado di provocare eventuali effetti a carico della salute umana, sul riposo e sulle altre attività umane nonché sulla fauna locale, sugli ecosistemi, e sull'ambiente esterno in generale.
- Passaggio di mezzi - Ci si riferisce ai fattori di impatto in grado di interferire con le diverse componenti ambientali, dovuti al passaggio dei mezzi impiegati legati alle attività di cantiere.
- Consumo e utilizzo di risorse naturali - Il fattore d'impatto è relativo all'utilizzo di materie prime non rinnovabili. In particolare ci si riferisce all'utilizzo delle sabbie per la regolarizzazione del fondale.
- Dispersione di elementi di perturbazione del contesto - Il fattore di impatto riguarda la potenziale dispersione di elementi di perturbazione chimico-fisica del contesto, derivanti prevalentemente dalle attività di cantiere

Nello specifico è prevista la possibile dispersione di:

- prodotti inquinati attualmente presenti sul fondale;
- altri materiali potenzialmente perturbanti derivanti dalle operazioni di cantiere (detriti, cementi, etc);
- perdita di oli e combustibili dei mezzi di cantiere.

5.2. Quadro valutativo

5.2.1. Il modello di valutazione

Le azioni causali del progetto vengono individuate grazie ad una attenta scomposizione in fasi elementari significative estratte da due macrofasi fondamentali: la realizzazione del progetto e la fase di esercizio.

La correlazione tra le fasi elementari del progetto e l'effetto sulle componenti ambientali è effettuata mediante l'individuazione dei fattori di impatto, ovvero dei percorsi di influenza che le singole fasi del progetto hanno sulle diverse componenti ambientali (es. emissioni in atmosfera, emissioni sonore, scarichi idrici, generazione di rifiuti, ecc.).

Nella matrice "Componenti Ambientali/Fasi", in ciascuna riga sono riportate le componenti ambientali, articolate in sottocomponenti e/o recettori sensibili, mentre nella colonna sono state rappresentate le fasi elementari di lavoro previste dal progetto. L'incrocio di ogni fase elementare con le diverse componenti individua un potenziale effetto imputabile a quell'azione.

--	Impatto potenziale negativo di livello significativo
-	Impatto potenziale negativo di livello limitato/marginale
0	Impatto potenziale di livello nullo
+	Impatto potenziale positivo di livello limitato/marginale
++	Impatto potenziale positivo di livello significativo

COMPONENTI	FASI	FASE DI CANTIERE							FASE DI ESERCIZIO
		AZIONI	Allestimento cantiere aree a terra	Allestimento cantiere aree a mare	Apprestamento dei fondali	Regolazione del fondale e preparazione piano di posa del sistema di	Realizzazione del sistema di tenuta ambientale	Stabilizzazione del bordo del sistema di tenuta ambientale	
Atmosfera e rumore	Qualità dell'aria	0	0	0	-	0	0	0	0
	Inquinamento acustico	-	-	-	-	-	-	-	0
Acqua	Ciclo integrato dell'acqua	0	-	--	-	-	-	0	+
Suolo e sottosuolo	Suolo e sottosuolo	0	-	--	--	-	-	0	+
Flora, fauna e biodiversità	Fauna	-	-	-	-	-	-	-	+
	Flora, vegetazione e alghe	0	0	-	-	0	0	0	+
	Habitat di interesse comunitario	0	0	-	-	0	0	0	+
Insediamiento e popolazione	Insediamiento e popolazione	-	-	-	-	-	-	-	++
Paesaggio ed assetto storico culturale	Paesaggio ed assetto storico culturale	-	-	-	-	-	-	-	++

5.2.2. Quadro valutativo analitico

5.2.2.1. Atmosfera

Fattori d'impatto

I potenziali fattori di pressione sulla componente atmosfera sono legati principalmente alle emissioni da gas di scarico dei motori e dalla diffusione delle polveri in fase di cantiere.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

Uno degli effetti d'impatto prevedibili é quello legato alla combustione dei motori (emissioni di SOx, NOx, particolato) dei mezzi che trasporteranno il materiale e delle macchine operatrici sia nelle fasi preliminari di allestimento delle aree di cantiere, che in quelle esecutive delle lavorazioni previste. Tali effetti d'impatto, circoscritti alla sola fase di realizzazione delle opere e quindi reversibili, sono da ritenersi poco significativi.

Anche per quanto attiene la diffusione di polveri, strettamente connessa all'attività di sistemazione del fondale attraverso lo spianamento ed il versamento di sabbia, i fattori d'impatto, limitati al periodo di esecuzione dei lavori, avranno un effetto trascurabile, anche in considerazione della pezzatura utilizzata (con porzione fine dell' 1%).

Individuazione delle misure di mitigazione

Per quanto attiene gli effetti legati alla diffusione delle polveri, si ritiene comunque opportuno definire le seguenti misure di mitigazione:

- le aree di deposito del materiale trasportato dovranno essere provviste di appositi sistemi per mantenere umido il materiale in condizioni siccitose o di forte vento o, in alternativa, questo potrà essere ricoperto da teli;
- i mezzi di trasporto delle sabbie saranno dotati di teli di protezione del carico.

5.2.2.2. Componente Acqua

Fattori di impatto

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti potenziali prevedibili per la componente sono attribuibili alla potenziale dispersione di elementi di perturbazione all'interno delle acque marine (prodotti inquinanti attualmente presenti sul fondale; altri materiali potenzialmente perturbanti derivanti dalle operazioni di cantiere.

Al fine di evitare qualsiasi movimentazione dei sedimenti attualmente presenti sul fondale, opportune attenzioni dovranno essere poste in fase di salpamento degli elementi di ormeggio (corpi morti, catenarie, ecc.) e dei trovanti presenti sul fondo della stessa area.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

Gli effetti d'impatto correlati alla potenziale dispersione di elementi di perturbazione all'interno delle acque marine sono:

- aumento della torbidità (legato sia alla movimentazione dei sedimenti che allo spianamento e versamento di sabbia;
- Inquinamento della matrice acquatica con successivo declassamento qualitativo della risorsa, in relazione alla possibile dispersione di sedimenti contaminati.

Per quanto attiene la fase di esercizio, Il sistema di tenuta ambientale previsto, avrà lo scopo di garantire l'isolamento del sedime portuale dall'ambiente circostante garantendo la protezione dell'intero fondale del bacino.

Individuazione delle misure di mitigazione

Il sistema di tenuta ambientale sarà dotato di un elemento di protezione strutturale rivolto ad evitare che eventuali azioni esterne possano danneggiare gli elementi realizzati allo scopo di garantire la tenuta ambientale.

Il sistema di posa deve essere tale:

- da garantire il minimo impatto sulla matrice acqua;
- da minimizzare i tempi di esecuzione;
- da assicurare la massima precisione geometrica e regolarità del fondale.

Per la riduzione della torbidità e per evitare la dispersione di materiale in sospensione saranno utilizzate panne aggiuntive, oltre quelle delimitanti le aree di lavorazione, posizionate in prossimità del sistema di effusione.

5.2.2.3. Componente Suolo e Sottosuolo

Fattori di impatto

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti potenziali prevedibili per la componente sono attribuibili alla mobilitazione del materiale sedimentario limoso ed argilloso con conseguente fase di sospensione del sedimento nella colonna d'acqua. Questo comporta contestualmente anche la dispersione di elementi inquinanti presenti nei primi 50 cm del sedime portuale. Tali fattori di impatto sono riconducibili unicamente alle operazioni di salpamento degli elementi di ormeggio e dei trovanti.

In tale fase possono verificarsi inoltre, fenomeni di dispersione di altri materiali potenzialmente perturbanti derivanti dalle operazioni di cantiere (detriti, cementi, etc).

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono riconducibili alla limitata ed eventuale attivazione di fenomeni di scalzamento alla base del Sistema di Tenuta Ambientale, nel Lato Mare, per allontanamento di materiale fine ad opera delle correnti di fondo.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

La mobilitazione dei sedimenti, specie per quanto riguarda le frazioni siltose e argillose del deposito, assume importanza specialmente rispetto alla fase di cantiere, durante la quale, le diverse azioni previste dal progetto, possono determinare movimentazione di materiale – e di inquinanti - che si troverebbe pertanto in una condizione di mobilità e di trasporto, sia internamente, sia verso i settori esterni l'area di progetto, anche per velocità di corrente estremamente basse come quelle potenzialmente presenti nell'area portuale. L'effetto di impatto appare tuttavia temporaneo e reversibile nel breve periodo. Durante la fase di esercizio il fattore di impatto è considerato attraverso la verifica dell'efficienza del sistema di tenuta ambientale tramite opportuni monitoraggi delle componenti sensibili.

L'eventuale attivazione di fenomeni scalzamento alla base del Sistema di Tenuta Ambientale, nel Lato Mare, per allontanamento di materiale fine ad opera delle correnti di fondo, costituisce un aspetto di grande importanza rispetto alla tenuta ed efficienza strutturale dell'opera, anche se, in virtù del basso regime energetico in cui si opera, non sono attesi significativi effetti geomorfologici e sedimentologici del moto ondoso e delle correnti sul fondale antistante la struttura.

Individuazione delle misure di mitigazione

Le azioni di progetto in linea generale prevedono già delle adeguate misure di mitigazione ed accorgimenti tecnici in grado di mitigare gli impatti sopradescritti. In particolare è opportuno sottolineare i seguenti aspetti:

- Nelle fasi di cantiere appare essenziale minimizzare i fenomeni di mobilitazione di materiale dal fondo specie in riferimento alla rimozione dei corpi morti presenti sul fondo e alla messa in posa del materiale sabbioso per la regolarizzazione del fondo e nella posa del materasso in cls. Tali attività dovranno pertanto essere svolte in condizioni di calma meteomarina ed eseguite con opportuni accorgimenti tecnici in grado di minimizzare la mobilitazione del materiale di fondo e la conseguente fase di sospensione delle frazioni fini;
- Per scongiurare fenomeni di dispersione sedimentaria e di materiali inquinanti dall'area portuale in seguito alla mobilitazione dei sedimenti di fondo durante le fase di cantiere, è auspicabile il posizionamento di panne assorbenti che a partire dalla superficie del mare si spingano fino a 50/100 cm dal fondo, in grado di intercettare le particelle in sospensione che dovessero muoversi fuori dall'area portuale;
- Riguardo gli effetti geomorfologici e sedimentologici del moto ondoso e delle correnti sul fondale antistante la struttura, specie alla base del Sistema di Tenuta Ambientale, nel Lato Mare, dovranno essere previste opportune soluzioni tecniche in grado di prevenire fenomeni di scalzamento;

- Dovrà essere realizzato un monitoraggio periodico della sottocomponente nella fase pre-opera, in corso d'opera e in fase di esercizio, finalizzato anche alla verifica dell'efficienza ambientale della realizzazione; nella fase pre-opera, in particolare, si ritiene indispensabile la verifica della direzione e velocità del flusso di corrente all'ingresso dell'area portuale per definire le adeguate misure di mitigazione dei fenomeni di dispersione dei materiali in sospensione.

5.2.2.4. Componente flora, fauna e biodiversità

Sottocomponente flora, vegetazione e alghe

Fattori di impatto

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti potenziali prevedibili per la sottocomponente sono attribuibili alla potenziale dispersione di elementi di perturbazione all'interno delle acque marine. Tali fattori sono riconducibili prevalentemente a dispersione di prodotti inquinanti attualmente presenti sul fondale, alla diffusione di altri materiali perturbanti derivanti dalle fasi di lavorazione o alla dispersione di oli e combustibili provenienti dai mezzi di cantiere.

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono riconducibili all'eventuale perdurare di condizioni di perturbazione prodotte durante la fase di cantiere.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

La dispersione di inquinanti potrebbe esporre la sottocomponente ad un degrado potenziale delle proprie superfici, prevalentemente a carico delle cenosi algali e a fanerogame marine (con locale presenza di *Posidonia oceanica*), queste ultime presenti nel settore antistante all'area dell'ex Arsenale. L'entità degli eventuali effetti di impatto (compresa la propria reversibilità) successivi alla dispersione potenziale dei contaminanti saranno da valutare in maniera puntuale attraverso un monitoraggio della componente in fase di cantiere e in fase di esercizio. La movimentazione dei sedimenti durante le fasi di cantiere genera un potenziale incremento della torbidità delle acque esponendo la sottocomponente a variazioni dei regimi di irraggiamento che possono rappresentare un ostacolo per la fotosintesi clorofilliana delle piante marine. L'effetto di impatto appare tuttavia temporaneo e reversibile nel breve periodo. Durante la fase di esercizio il fattore di impatto è considerato attraverso la verifica dell'efficienza del sistema di tenuta ambientale tramite opportuni monitoraggi delle componenti sensibili.

Individuazione delle misure di mitigazione

Le previsioni progettuali si identificano come misure atte alla eliminazione di potenziali dispersioni di elementi contaminanti nel sistema marino, ponendosi pertanto come interventi di miglioramento qualitativo del sistema ambientale di intervento e di contesto.

Le misure di mitigazione previste negli elaborati progettuali appaiono coerenti con le esigenze di tutela del sistema ambientale di inserimento delle opere.

E' possibile tuttavia identificare talune misure di mitigazione integrative atte a massimizzare il contenimento degli effetti di impatto sulla sottocomponente:

- Attuazione di un monitoraggio periodico della sottocomponente in corso d'opera e in fase di esercizio, finalizzato inoltre alla verifica della efficienza ambientale della realizzazione.
- Mantenimento delle attrezzature di cantiere in un corretto stato di manutenzione e efficienza.

Sottocomponente fauna

Fattori di impatto

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti potenziali previsti sulla sottocomponente sono attribuibili alla produzione di rumore, al passaggio di mezzi e alla dispersione di elementi di perturbazione all'interno delle acque marine.

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti potenziali prevedibili per la sottocomponente sono attribuibili alla potenziale dispersione di elementi di perturbazione all'interno delle acque marine. Tali fattori sono riconducibili prevalentemente a dispersione di prodotti inquinanti attualmente presenti sul fondale, alla diffusione di altri materiali perturbanti derivanti dalle fasi di lavorazione o alla dispersione di oli e combustibili provenienti dai mezzi di cantiere.

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono riconducibili all'eventuale perdurare di condizioni di perturbazione prodotte durante la fase di cantiere.

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono riconducibili all'eventuale perdurare di condizioni di perturbazione prodotte durante la fase di cantiere.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

La presenza di mezzi e la produzione di rumore durante le fasi di cantiere sono correlabili a effetti di perturbazione generale a carico del contingente avifaunistico stanziale e di passo riscontrabile nell'area di interazione diretta; questo potrebbe tradursi in un allontanamento momentaneo delle specie sensibili. Tali effetti di impatto appaiono tuttavia di modesta entità e comunque reversibili nel breve periodo. Il passaggio di mezzi nautici per la realizzazione delle fasi di cantiere genera un potenziale disturbo a specie faunistiche di interesse naturalistico che potenzialmente e a livello occasionale possono frequentare il settore di intervento. Nella fattispecie si tratta del rettile acquatico *Caretta caretta*, del mammifero *Tursiops truncatus* e del pesce *Alosa fallax*, tutte specie elencate nell'Allegato II della Direttiva "Habitat". Gli effetti di impatto, traducibili in un momentaneo allontanamento delle specie interessate dal fattore, si intendono limitati alle sole fasi di cantiere e pertanto temporanei e reversibili.

La dispersione di elementi inquinanti nelle acque marine durante le fasi di lavorazione espone la fauna marina, tra le quali è potenzialmente riscontrabile nel settore il mollusco lamellibranco *Pinna nobilis*, inserito nell'Allegato IV della Direttiva "Habitat", e le biocenosi marine presenti nel settore di intervento ad un degrado dei propri popolamenti e delle proprie superfici occupate. L'entità degli eventuali effetti di impatto (compresa la propria reversibilità) successivi alla dispersione potenziale dei contaminanti saranno da valutare in maniera puntuale attraverso un monitoraggio della componente in fase di cantiere e in fase di esercizio. La movimentazione dei sedimenti durante le fasi di cantiere genera un potenziale incremento della torbidità delle acque marine, esponendo la sottocomponente a variazioni dei regimi di irraggiamento che possono portare a modifiche negli equilibri ecologici con conseguente degrado dei popolamenti per le biocenosi marine sensibili presenti nel settore. L'effetto di impatto, limitato alle sole fasi di cantiere, appare tuttavia temporaneo e reversibile nel breve periodo.

Durante la fase di esercizio il fattore di impatto è considerato attraverso la verifica dell'efficienza del sistema di tenuta ambientale tramite opportuni monitoraggi delle componenti sensibili.

Individuazione delle misure di mitigazione

Le previsioni progettuali si identificano come misure atte alla eliminazione di potenziali dispersioni di elementi contaminanti nel sistema marino, ponendosi pertanto come interventi di miglioramento qualitativo del sistema ambientale di intervento e di contesto.

Le misure di mitigazione previste negli elaborati progettuali appaiono coerenti con le esigenze di tutela del sistema ambientale di inserimento delle opere.

E' possibile tuttavia identificare talune misure di mitigazione integrative atte a massimizzare il contenimento degli effetti di impatto sulla sottocomponente:

- Attuazione di un monitoraggio periodico della sottocomponente in corso d'opera e in fase di esercizio, finalizzato inoltre alla verifica della efficienza ambientale della realizzazione.
- Scelta di periodi a basso impatto per la fauna sensibile per le fasi di cantiere.
- Mantenimento delle attrezzature di cantiere in un corretto stato di manutenzione e efficienza.
- Utilizzo di attrezzature a basso impatto acustico.

Sottocomponente Habitat di interesse comunitario

Fattori di impatto

In fase di realizzazione dell'opera gli impatti potenziali prevedibili per la sottocomponente sono attribuibili alla potenziale dispersione di elementi di perturbazione all'interno delle acque marine. Tali fattori sono riconducibili prevalentemente a dispersione di prodotti inquinanti attualmente presenti sul fondale in seguito agli interventi di regolarizzazione del fondale, alla

diffusione di altri materiali perturbanti derivanti dalle fasi di lavorazione o alla dispersione di oli e combustibili provenienti dai mezzi di cantiere.

In fase di esercizio gli impatti sulla componente sono riconducibili all'eventuale perdurare di condizioni di perturbazione prodotte durante la fase di cantiere.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

La dispersione di inquinanti nelle acque marine durante le fasi di lavorazione espone la sottocomponente ad un degrado delle proprie superfici e a un potenziale decremento della propria rappresentatività su scala locale, prevalentemente a carico delle superfici riconducibili all'Habitat di interesse comunitario definito come prioritario ai sensi della Direttiva "Habitat" 1120* - "Praterie di posidonia (*Posidonium oceanicae*)", e degli Habitat 1160 - "Grandi cale e baie poco profonde" e 1170 - "Scogliere". L'entità degli eventuali effetti di impatto (compresa la propria reversibilità) successivi alla dispersione potenziale dei contaminanti saranno da valutare in maniera puntuale attraverso un monitoraggio della componente in fase di cantiere e in fase di esercizio. L'incremento della torbidità delle acque marine innescato da movimenti di sedimentazione durante le fasi di cantiere espone la sottocomponente a variazioni dei regimi di irraggiamento che possono innescare modifiche negli equilibri nelle biocenosi caratterizzanti gli Habitat 1120*, 1160 e 1170. L'effetto di impatto può condurre a un potenziale decremento momentaneo della rappresentatività su scala locale degli Habitat sensibili; l'effetto di impatto appare tuttavia temporaneo e reversibile nel breve periodo.

Durante la fase di esercizio il fattore di impatto è considerato attraverso la verifica dell'efficienza del sistema di tenuta ambientale tramite opportuni monitoraggi delle componenti sensibili.

Individuazione delle misure di mitigazione

Le previsioni progettuali si identificano come misure atte alla eliminazione di potenziali dispersioni di elementi contaminanti nel sistema marino, ponendosi pertanto come interventi di miglioramento qualitativo del sistema ambientale di intervento e di contesto.

Le misure di mitigazione previste negli elaborati progettuali appaiono coerenti con le esigenze di tutela del sistema ambientale di inserimento delle opere.

E' possibile tuttavia identificare talune misure di mitigazione integrative atte a massimizzare il contenimento degli effetti di impatto sulla sottocomponente:

- Attuazione di un monitoraggio periodico della sottocomponente in corso d'opera e in fase di esercizio, finalizzato inoltre alla verifica della efficienza ambientale della realizzazione.
- Mantenimento delle attrezzature di cantiere in un corretto stato di manutenzione e efficienza.

5.2.2.5. Componente Paesaggio ed Assetto storico - culturale

Per quanto attiene la componente paesaggio, considerato che l'area, appartiene da tempo ad un contesto connotato da condizioni di elevata trasformazione della matrice ambientale, i fattori di pressione ed i relativi effetti, risultano poco significativi.

Relativamente all'assetto storico culturale, allo stato attuale della conoscenza non risulta testimoniata nell'area la presenza di resti archeologici. Tuttavia, qualora nel corso dei lavori dovessero venire alla luce strutture e/o materiali di interesse archeologico, dovranno essere eseguite adeguate indagini di scavo archeologico con la relativa documentazione scientifica

5.2.2.6. Insedimento e popolazione

Fattori d'impatto

In fase di realizzazione delle opere previste in progetto gli impatti potenziali sulla componente sono riferibili principalmente alla produzione di rumore e polveri e al passaggio di mezzi, in grado di definire un potenziale disturbo della popolazione residente.

In particolare i principali recettori sensibili si individuano nella sezione censuaria n. 104 (in particolare nelle vie Amerigo Vespucci, Giotto e Michelangelo), che come descritto precedentemente, la bozza del Piano di zonizzazione acustica individua in classe III (aree di tipo misto).

In fase di esercizio si rilevano dei benefici per la popolazione, in relazione alla messa in sicurezza definitiva dell'area.

Descrizione dei potenziali effetti d'impatto significativi

Gli effetti d'impatto, circoscritti alla sola fase di realizzazione delle opere e quindi reversibili, sono da ritenersi poco significativi.

Individuazione delle misure di mitigazione

Non sono previste ulteriori misure di mitigazione

6. Indicazioni per il Monitoraggio

Sulla base delle indicazioni fornite in sede di quadro conoscitivo ambientale, e in seguito alla valutazione dei fattori di impatto che potenzialmente possono interessare le diverse componenti ambientali in seguito alla realizzazione delle diverse fasi di progetto, sono state definite delle indicazioni per il monitoraggio da attuarsi sia in corso d'opera che post-opera, coerentemente con la realizzazione dell'intervento.

Le componenti ambientali prese in considerazione sono la componente flora, fauna e biodiversità, la componente acqua, la componente salute pubblica, la componente suolo e sottosuolo, con le rispettive sottocomponenti se presenti.

Per le suddette componenti ambientali sono stati individuati un set di indicatori rappresentativi e di parametri da considerare atti a verificare lo status delle componenti nelle diverse fasi di progetto.

Nella tabella contenente il Piano di Monitoraggio Ambientale sono stati individuati gli indicatori/descrittori di monitoraggio con le relative unità di misura e la periodicità di aggiornamento prevista per il popolamento/rilevazione del dato, collegati ai fattori di impatto potenziale emersi durante la fase valutativa.

SINOTTICO IMPATTI/INDICATORI PER PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

IMPATTI					PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE					
Fattore di impatto	Componente/Sotto componente ambientale interessata	Effetto di impatto potenziale	Misura di mitigazione adottata/da adottare	Opzione di progetto		Indicatori/Descrittori del PMA	Periodicità osservazione	Parametri/U.M.	Periodicità rendicontazione	Fase di progetto
				Cantiere	Esercizio					
Dispersione di elementi di perturbazione del contesto	Flora, vegetazione e alghe; Ambiente idrico	Decremento qualitativo delle comunità floristiche e algali. Incremento della torbidità generale delle acque con limitazioni alla attività fotosintetica.	Monitoraggi finalizzati all'identificazione di eventuali interferenze a carico della componente. Utilizzo di accorgimenti tecnici atti alla limitazione dell'incremento della torbidità delle acque e della dispersione di sostanze inquinanti. Utilizzo di strumentazione e di idonei mezzi in piena efficienza nonché regolarmente e accuratamente mantenuti durante la fase di cantiere. Verifica dell'idoneo posizionamento delle panne galleggianti estese dalla superficie fino al fondo	x	x	Presenza di anomalie/variazioni nella composizione dei popolamenti marini vegetali/algali presenti nell'area di contesto ambientale	Stagionale	Descrizione anomalie e variazioni riscontrate Parametri degli indici sintetici del PREI	Stagionale	<i>Cantiere</i> <i>Post-operam</i>
						Monitoraggio <i>Posidonia oceanica</i> attraverso l'utilizzo del PREI	Stagionale		Stagionale	
						Monitoraggio <i>Posidonia oceanica</i> attraverso utilizzo di bioindicatori quali test ecotossicologici e/o la valutazione del contenuto residuale di metalli e metalloidi tossici (Cd, Pb, As e Hg) utilizzando specie presenti nel territorio.	Stagionale	Stato di salute del posidonieto e risultati delle prove ecotossicologiche	Stagionali	<i>Ante Operam</i> <i>Cantiere</i> <i>Post-operam</i>
						Profili verticali della torbidità	Continuo	NTU	Mensile	<i>Cantiere</i>
						Rilevazione puntuale della torbidità mediante utilizzo di sonda multiparametrica dotata di sensore di torbidità.	Puntuale	NTU	Mensile	<i>Ante Operam</i> <i>Post-operam</i>
						Video riprese subacquee	Continuo (a intervalli da stabilire)	Verifica positiva/negativa	Mensile	<i>Cantiere</i>
						Monitoraggio in continuo della velocità della correnti marine sulla colonna d'acqua	Continuo (a intervalli da definire)	Velocità (m/sec) e verso (gradi °) della corrente	Annuale	<i>Ante-Operam</i> , <i>Cantiere</i> <i>Post-Operam</i>

IMPATTI					PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE					
Fattore di impatto	Componente/Sotto componente ambientale interessata	Effetto di impatto potenziale	Misura di mitigazione adottata/da adottare	Opzione di progetto		Indicatori/Descrittori del PMA	Periodicità osservazione	Parametri/U.M.	Periodicità rendicontazione	Fase di progetto
				Cantiere	Esercizio					
	Fauna	Decremento qualitativo-quantitativo delle comunità faunistiche marine	Monitoraggi finalizzati all'identificazione di eventuali interferenze. Utilizzo di accorgimenti tecnici atti alla limitazione dell'incremento della torbidità delle acque e della dispersione di sostanze inquinanti. Utilizzo di strumentazione e di idonei mezzi in piena efficienza nonché regolarmente e accuratamente mantenuti durante la fase di cantiere. Per le lavorazioni scelta di periodi a basso impatto per le specie faunistiche sensibili.	x		Presenza di anomalie/variazioni nella composizione dei popolamenti faunistici presenti nell'area di contesto ambientale	Mensile	Specie interessate Descrizione anomalie e variazioni riscontrate	Semestrale	<i>Cantiere</i> <i>Post-operam</i>
	Habitat di interesse comunitario	Perdita di rappresentatività e decremento qualitativo delle specie caratterizzanti gli habitat comunitari 1160, 1120* e 1170. Incremento della torbidità generale delle acque con limitazioni alla attività fotosintetica per le specie caratterizzanti gli habitat.	Monitoraggi finalizzati all'identificazione di eventuali interferenze a carico della sottocomponente. Utilizzo di accorgimenti tecnici atti alla limitazione dell'incremento della torbidità delle acque e della dispersione di sostanze inquinanti. Utilizzo di strumentazione e di idonei mezzi in piena efficienza nonché regolarmente e accuratamente mantenuti durante la fase di cantiere.	x		Presenza di anomalie/variazioni nella composizione biotica degli habitat comunitari marini interessati presenti nell'area di contesto ambientale Monitoraggio <i>Posidonia oceanica</i> attraverso l'utilizzo del PREI	Mensile Annuale (per i successivi 9 anni dal termine delle lavorazioni)	Descrizione anomalie e variazioni riscontrate Parametri degli indici sintetici del PREI	Semestrale Annuale (per i successivi 9 anni dal termine delle lavorazioni)	<i>Cantiere</i> <i>Post-operam</i> <i>Cantiere</i> <i>Post-operam</i>
	Acqua; Suolo e sottosuolo	Inquinamento della matrice aquatica	Monitoraggi finalizzati all'identificazione di eventuali interferenze a carico della componente	x	x	Analisi della qualità delle acque Analisi fisico-chimiche e chimiche pH-redox Metalli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Idrocarburi pesanti C>12 Idrocarburi pesanti C<12 Carbonio Organico Totale (TOC) Azoto Totale Fosforo Totale Analisi microbiologiche	Ante operam puntuale In cantiere continuo Post operam puntuale	Le unità di misura proprie di ciascun parametro	Rendicontazione in seguito ad ogni campionamento	<i>Ante operam</i> <i>Cantiere</i> <i>Post operam</i>

IMPATTI					PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE					
Fattore di impatto	Componente/Sotto componente ambientale interessata	Effetto di impatto potenziale	Misura di mitigazione adottata/da adottare	Opzione di progetto		Indicatori/Descrittori del PMA	Periodicità osservazione	Parametri/U.M.	Periodicità rendicontazione	Fase di progetto
				Cantiere	Esercizio					
						Analisi eco tossicologiche				
						Analisi dei sedimenti (esterno al sito di intervento in punti in precedenza interessati dal Piano di caratterizzazione) Parametri: pH-redox Umidità % Granulometrica Metalli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) Idrocarburi pesanti C>12 Idrocarburi pesanti C<12 Carbonio Organico Totale (TOC) Azoto Totale Fosforo Totale Analisi Microbiologiche PCB BTEX Organostannici TBT Diossine e Furani Amianto Analisi Ecotossicologiche	In cantiere puntuale Post operam puntuale	Le unità di misura proprie di ciascun parametro	Rendicontazione in seguito ad ogni campionamento	<i>Cantiere</i> <i>Post operam</i>
Presenza di mezzi	Fauna	Perturbazione generale a danno delle comunità avifaunistiche del settore emerso	Monitoraggi finalizzati all'identificazione di eventuali interferenze a carico della sottocomponente. Programmazione della fase realizzativa nei periodi di minore sensibilità ecologica dell'area.	x		Presenza di anomalie/variazioni nella presenza di specie avifaunistiche interne al sito	Mensile	Presenza/Assenza Eventuale descrizione anomalie riscontrate e delle relative cause Dati di censimento	Semestrale	<i>Cantiere</i> <i>Post-operam (primo anno)</i>

IMPATTI					PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE					
Fattore di impatto	Componente/Sotto componente ambientale interessata	Effetto di impatto potenziale	Misura di mitigazione adottata/da adottare	Opzione di progetto		Indicatori/Descrittori del PMA	Periodicità osservazione	Parametri/U.M.	Periodicità rendicontazione	Fase di progetto
				Cantiere	Esercizio					
Produzione di rumore	Fauna	Allontanamento/abbandono delle comunità avifaunistiche del settore emerso	Monitoraggi finalizzati all'identificazione di eventuali interferenze a carico della sottocomponente. Utilizzo di strumentazioni a basso impatto acustico. Utilizzo di strumentazione e di idonei mezzi in piena efficienza nonché regolarmente e accuratamente mantenuti durante la fase di cantiere. Programmazione della fase realizzativa nei periodi di minore sensibilità ecologica dell'area.	x		Presenza di anomalie/variazioni nella presenza di specie avifaunistiche interne al sito	Mensile	Presenza/Assenza Eventuale descrizione anomalie riscontrate e delle relative cause Dati di censimento	Semestrale	<i>Cantiere</i> <i>Post-operam (primo anno)</i>
	Salute Pubblica	Disturbo	Monitoraggio finalizzato al rispetto dei limiti previsti dal DPCM 14/11/1997	x		Livello di pressione sonora in prossimità dei recettori sensibili	Semestrale	Livello di pressione sonora in prossimità dei recettori sensibili (dbA)	Annuale	<i>Ante operam</i> <i>Cantiere</i>