

Comune di Tertenia



PORTO TURISTICO DI SARRALA, PRESSO LA MARINA DI TERTENIA

Progetto di fattibilità tecnico economica

Studio di Impatto Ambientale

Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale

VALUTAZIONE E CONCLUSIONI

INDICE

1. ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL' OPERA – PROBABILI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI ESAMINATE E MISURE DI MITIGAZIONE PREVISTE PER OGNI IMPATTO 4

1.1 Popolazione e salute umana..... 4

1.1.1 Fase di cantiere.....4

1.1.1.1 Indotto economico: maestranze, materiali, economia locale 4

1.1.1.2 Disturbo alla popolazione residente..... 5

1.1.2 Fase di esercizio.....5

1.1.2.1 Indotto economico e turismo 5

1.2 Biodiversità 6

1.2.1 Fase di cantiere.....6

1.2.1.1 Incidenza sul SIC/ZSC Monte Ferru di Tertenia e sulla posidonia oceanica 6

1.2.1.2 Impatti sulla vegetazione retroportuale..... 6

1.2.2 Fase di esercizio.....6

1.2.2.1 Incidenza sul SIC/ZSC Monte Ferru di Tertenia e sulla posidonia oceanica 6

1.2.2.2 Impatti sulla vegetazione retroportuale..... 6

1.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare..... 7

1.3.1 Fase di cantiere.....7

1.3.1.1 Gestione materiali di scavo 7

1.3.1.2 Approvvigionamento risorse necessarie alla realizzazione dell'opera 7

1.3.1.3 Occupazione aree e piste di cantiere e rischio inquinamento 8

1.3.2 Fase di esercizio.....8

1.3.2.1 Occupazione e permeabilità dei suoli e del fondale marino 8

1.4 Geologia e acque 8

1.4.1 Fase di cantiere.....8

1.4.1.1 Torbidità e rischio di inquinamento delle acque marine 8

1.4.1.2 Uso ed approvvigionamento risorsa idrica in fase di cantiere 10

1.4.2 Fase di esercizio..... 10

1.4.2.1 Morfodinamica costiera 10

1.4.2.2 Compatibilità idraulica 11

1.4.2.3 Ossigenazione delle acque del bacino 12

1.4.2.4 Gestione della risorsa idrica 12

1.4.2.5 Gestione delle acque meteoriche..... 13

1.4.2.6 Gestione delle acque reflue..... 13

1.4.2.7 Scarico del dissalatore di acqua di mare 14

1.5 Atmosfera: Aria e Clima..... 14

1.5.1 Fase di cantiere 14

1.5.1.1 Analisi della produzione di inquinanti in cantiere14

1.5.1.2 Analisi dei dati di vento incidenti il paraggio16

1.5.1.3 Analisi della produzione di inquinanti nel giorno tipo rappresentativo delle fasi di cantiere17

1.5.1.4 Analisi del giorno tipo da cronoprogramma19

1.5.1.5 Conclusioni di impatto e misure di mitigazione22

1.5.2 Fase di esercizio 23

1.5.2.1 Situazione successiva alla realizzazione del nuovo porto di Tertenia 23

1.5.2.2 Stato della qualità dell'aria nel comune di Tertenia 24

1.5.2.3 Stima della dispersione in atmosfera delle emissioni del porto e in fase di esercizio 24

Identificazione e caratterizzazione delle sorgenti 25

Stima delle concentrazioni al suolo..... 25

1.6 Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali 26

1.6.1 Fase di cantiere 26

1.6.1.1 Archeologia 26

1.6.2 Fase di esercizio 26

1.7 Rumore..... 27

1.7.1 Fase di cantiere 27

1.7.2 Fase di esercizio 27

1.8 Energia 28

1.8.1 Fase di cantiere 28

1.8.2 Fase di esercizio 28

1.8.2.1 Approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili: smart grid con impianto fotovoltaico28

2. RAGIONEVOLI ALTERNATIVE..... 29

2.1 SOLUZIONE A: progetto preliminare posto a base di gara dalla stazione appaltante 29

2.2 SOLUZIONE B: proposta migliorativa offerta in sede di gara 30

2.3 SOLUZIONE C: soluzione progettuale selezionata 31

2.4 ALTERNATIVA "O" 32

3. SINTESI DELLE MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI..... 32

3.1 Scelte progettuali in grado di mitigare gli impatti 32

3.2 Misure collegate agli impatti 34

3.2.1 Fase di cantiere 34

3.2.2 Fase di esercizio 35

4. SINTESI INTERAZIONE OPERA AMBIENTE – MATRICI DI IMPATTO 35

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	Grafico dell'indotto occupazionale Fincantieri.	Fonte https://www.fincantieri.com/it/sostenibilita/economica/indotto-economico/	4
Figura 2	Planimetria degli interventi sulla vegetazione		7
Figura 154	scavi e rimodellamenti di terreno		7
Figura 4	Occupazione ed impermeabilità dei suoli		8
Figura 5	Barriera antitorbidità ZENIT Ambiente – parte emersa		9
Figura 6	Barriera antitorbidità ZENIT Ambiente – parte emersa e draft		9
Figura 7	Esempi di barriere AR70 e BL45 ZENIT Ambiente		10
Figura 8	Simulazione idrodinamica: confronto sulla variazione delle correnti in prossimità del bacino portuale generate da un evento di grecale. In giallo le correnti nella situazione attuale. In verde la situazione di progetto		10
Figura 9	Simulazione idrodinamica: confronto sulla variazione delle correnti in prossimità del bacino portuale generate da un evento di scirocco. In giallo le correnti nella situazione attuale. In verde la situazione di progetto		10
Figura 10:	Simulazione idrodinamica generata da un evento di grecale. Situazione di progetto espressa in termini di isolinee di sedimento. Valori negativi: erosioni, valori positivi: accumuli		11
Figura 11	Simulazione idrodinamica generata da un evento di scirocco. Situazione di progetto espressa in termini di isolinee di sedimento. Valori negativi: erosioni, valori positivi: accumuli		11
Figura 12	Individuazione Aste fluviali su immagini satellitari		11
Figura 13	Dissalatore acqua di mare. Pozzo di presa e punti di scarico delle acque ipersaline		14
Figura 14	Elaborazione della Rosa dei venti della stazione di Capo Bellavista		16
Figura 15	Dati di vento rilevati dalla stazione Guardivecchia (La Maddalena) – Periodo di rilevazione: 1/01/1951 al 27/12/1997		17
Figura 16	Grafico del numero di eventi su intensità e ripartizione degli eventi ventosi provenienti dai quattro quadranti		17
Figura 17	Schede di emissione di varie tipologie di mezzi di cantiere (CORINAIR European Environment Agency)		19
Figura 18	Cronoprogramma di realizzazione delle opere		19
Figura 19	Elenco lavorazione del 10° mese del primo anno di cantierizzazione		19
Figura 20	Numero e tipo di mezzi utilizzati nel giorno analizzato		20
Figura 21	Areali e volumi di dispersione degli inquinanti		20
Figura 22	Tabella emissioni cumulative per singolo inquinante/giorno tipo		20
Figura 23	Tabella dati cumulativi di emissione per singolo inquinante espressi in grammi		21
Figura 24	Area di costruzione del porto ed areali di accrescimento da 50m per la valutazione dei volumi di diffusione degli inquinanti e le loro concentrazioni nell'area SIC/ZPS		21

Figura 25	Perimetrazione del SIC/ZPS C ITB020015 "Monte Ferru di Tertenia	21
Figura 26	Area di costruzione del porto e areali di influenza a +50m, +100m, +150m, +200m rispetto al SIC/ZPS ed all'insediamento turistico	21
Figura 27	concentrazione degli inquinanti nelle aree di cantiere e limitrofe	22
Figura 28	Tabella dei limiti di presenza in atmosfera degli inquinanti del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155	22
Figura 29	Consumi di carburante su base annua per la classe I-II	23
Figura 30	Consumi di carburante su base annua per la classe III	23
Figura 31	Consumi di carburante su base annua per la classe IV	23
Figura 32	Consumi di carburante su base annua per la classe V	24
Figura 33	Consumi di carburante su base annua per la classe VI	24
Figura 34	Consumi di carburante su base annua per la classe VII	24
Figura 35	Consumi di carburante su base annua per la classe VIII	24
Figura 36	Consumi di carburante su base annua per la classe IX	24
Figura 37	Consumi di carburante su base annua per la classe X	24
Figura 38	Emissioni di inquinanti complessive, su base annua e giornaliera	24
Figura 39	Areali e volumi di dispersione degli inquinanti	25
Figura 40	Produzione annua complessiva per singolo inquinante	25
Figura 41	Areali di dispersione degli inquinanti nell'area portuale e limitrofe	25
Figura 42	Concentrazione in µg/m3 giorno e ppm dell' area del bacino portuale	26
Figura 43	Area di cantiere, percorso mezzi e ricettori considerati	27
Figura 44.	Planimetria generale del progetto preliminare	30
Figura 45.	Planimetria generale della proposta migliorativa offerta in sede di gara	31
Figura 46	Stralcio lotto funzionale 1	31
Figura 47	Planimetria generale della soluzione progettuale scelta	32

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	Dati di vento rilevati dalla stazione di Capo Bellavista. I dati riportati nell'area bianca della tabella sono in per mille ordinati per righe. (Fonte: European Wind Atlas, 1989).	16
-----------	---	----

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1.	Valutazione di impatto acustico del cantiere
-------------	--

1. ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL' OPERA – PROBABILI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI ESAMINATE E MISURE DI MITIGAZIONE PREVISTE PER OGNI IMPATTO

La valutazione ambientale dei progetti ha la finalità di assicurare che l'attività antropica sia compatibile con le condizioni per uno sviluppo sostenibile.

1.1 Popolazione e salute umana

Dall'analisi dei quadri di riferimento ambientale e progettuale emerge un ambito socio economico con necessità di rilancio ed investimento: la proposta portuale si inserisce in questo contesto, in quanto nasce dall'esigenza di generare indotto economico su un bacino ampio, certamente non limitato all'ambito comunale. Nel seguito verranno dettagliati gli effetti-impatti attesi sulla componente, tanto in fase di cantiere quanto in fase di esercizio, con particolare riguardo all'indotto socioeconomico e turistico.

1.1.1 Fase di cantiere

1.1.1.1 Indotto economico: maestranze, materiali, economia locale

Il cantiere è di per sé **motore economico sia per la richiesta di manodopera e materiali locali**, che per l'indotto sulle attività ricettive e di ristorazione.

Detto in altri termini: *“La fase di cantiere comprende gli effetti benefici prodotti sul tessuto economico e produttivo generati dall'incremento di occupazione direttamente prodotta dal cantiere, e dal costo dell'opera stessa che produce un incremento della domanda di beni e servizi in quella particolare filiera produttiva. Questa fase termina con il completamento dell'opera infrastrutturale.”*¹

Si stima che intorno al cantiere graviteranno circa 30-40 unità di personale al giorno tra operai e tecnici. Una quota parte sarà reperita tra le maestranze locali e genererà occupazione, una quota parte proverrà, con ogni probabilità, da altre parti dell'isola o della penisola e dovrà alloggiare, mangiare ed in senso lato “consumare”. In entrambi i casi vi sarà una ricaduta positiva sull'economia locale, soprattutto durante periodi dell'anno in cui non vi è una domanda turistica da soddisfare.

La tesi secondo cui “il cantiere genera PIL” è dimostrata in numerosi studi più o meno attinenti il caso in esame, ma comunque interessanti per comprendere il fenomeno.

Si cita a titolo esemplificativo la stima condotta da Fincantieri, impresa leader nel campo della nautica:

“Secondo uno studio del Censis, il V Rapporto Economia del mare 2015, ogni euro investito nella cantieristica produce un valore di 4,5 volte superiore, a beneficio soprattutto del territorio d'insediamento, attraverso il coinvolgimento di un ampio e diversificato network di imprese, fra cui molte piccole medie imprese altamente specializzate. ...

¹ “Elaborazione di un indicatore di impatto economico relativo alla realizzazione di nuove infrastrutture lineari di trasporto” - Centro di Ricerca sui Trasporti e le Infrastrutture

L'impatto sull'occupazione può essere calcolato considerando a monte l'occupazione diretta, cioè gli occupati diretti di Fincantieri in Italia, alla quale si aggiunge l'occupazione indiretta di primo livello, cioè l'occupazione delle ditte appaltatrici di Fincantieri e quella di secondo livello, rappresentata dagli occupati delle ditte subappaltatrici. A tale occupazione finale, è necessario a sua volta aggiungere l'occupazione indotta dai consumi delle famiglie di tutti gli occupati.”

È indubbio che il caso Fincantieri vada preso a solo titolo esemplificativo sia per la diversa specializzazione che per il volume di affari coinvolti, ma appare molto interessante soffermarsi sull'effetto moltiplicativo occupazionale, riportato nella figura seguente, generato dalla filiera produttiva.

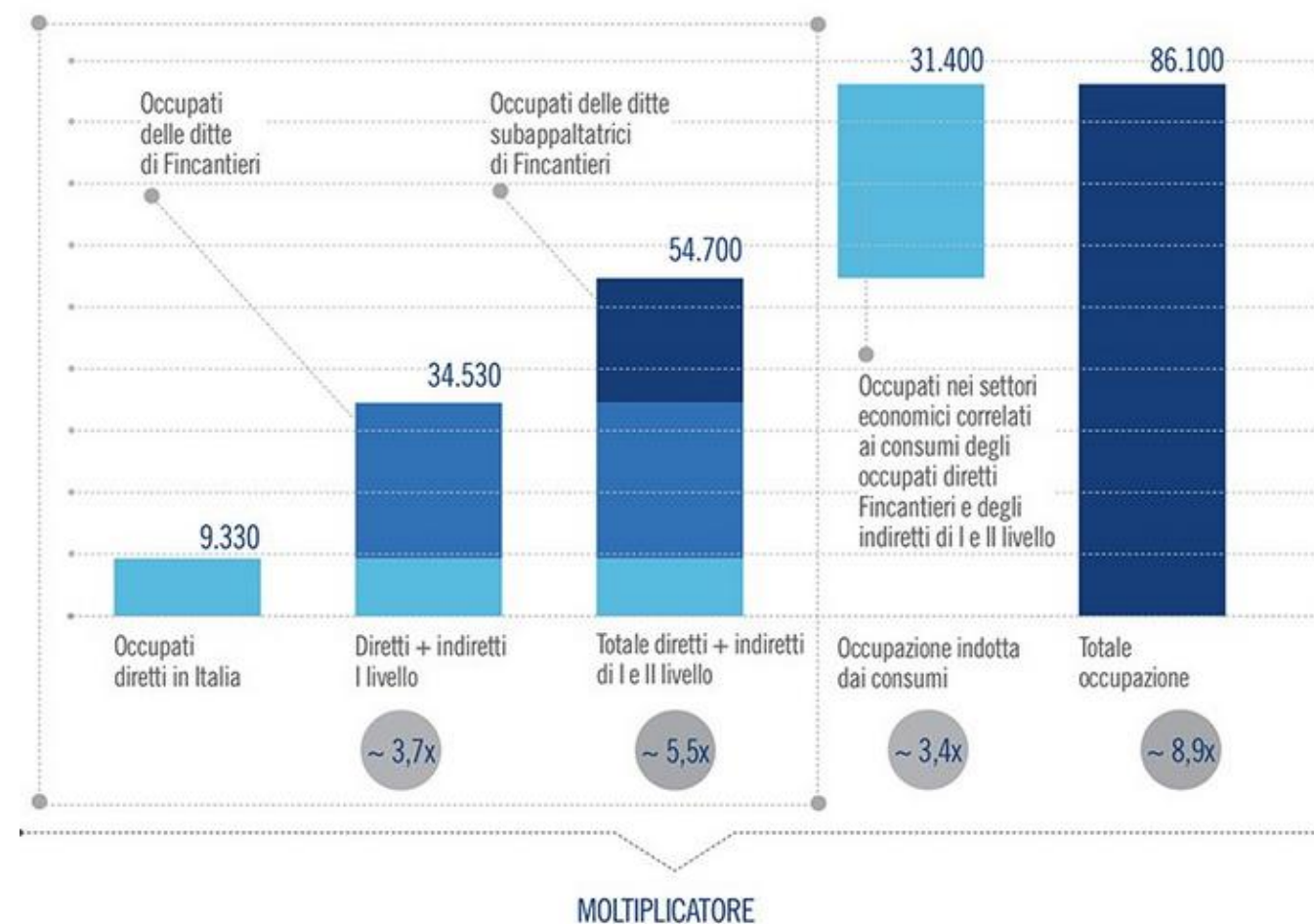


Figura 1 Grafico dell'indotto occupazionale Fincantieri. Fonte

<https://www.fincantieri.com/it/sostenibilita/economica/indotto-economico/>

La quota parte prevalente di materiali necessari alla realizzazione delle opere sarà approvvigionata dall'isola, con ulteriore positivo effetto sull'economia locale.

La componente più importante di fornitura è certamente legata ai massi necessari alla realizzazione delle dighe, che come già illustrato (§1.4.4. della relazione “Quadro di Riferimento Progettuale”), saranno completamente approvvigionati da cave locali.

1.1.1.2 Disturbo alla popolazione residente

Il disturbo alla popolazione residente è potenzialmente legato alle emissioni in atmosfera ed al rumore prodotto sia nella fase di realizzazione dell'opera ed a quella di approvvigionamento.

Per ciò che concerne gli impatti e le mitigazioni si rinvia alle valutazioni relative alla componenti atmosfera e rumore.

1.1.2 Fase di esercizio

1.1.2.1 Indotto economico e turismo

Analogamente a quanto fatto per la fase di cantiere (§1.1.1.1), è possibile definire una previsione dell'indotto economico nella fase di esercizio dell'opera realizzata.

In linea generale, è indubbio che tali iniziative, se ben progettate, realizzate e gestite, siano in grado di creare notevoli indotti alla componente socio economica in termini occupazionali e di turismo.

Nella pratica, si tratta di quantificare gli effetti attesi sul sistema socioeconomico del territorio, che riguardano principalmente:

1. incremento della richiesta di servizi sul territorio circostante: è lecito aspettarsi che i diportisti che pernottano in porto, oltre a godere dei servizi offerti dalla struttura portuale, si spostino anche verso i ristoranti e le attrazioni locali, presenti nel comune e nei territori limitrofi, aumentandone di conseguenza l'attività;
2. incremento e/o riorganizzazione dei servizi di trasporto: molti diportisti, non dotati di macchina propria, avranno necessità di spostarsi sull'isola utilizzando mezzi pubblici. Questo è un effetto che, se da un lato richiede una mitigazione (occorrerà adeguare e/o potenziare i mezzi pubblici esistenti e prevedere ad esempio uno o più servizi di noleggio auto/motorini in prossimità del porto), dall'altro comporta un indotto in termini occupazionali, garantendo nuovi posti di lavoro, oltre a migliorare i servizi locali di cui potranno godere anche i residenti;
3. incremento occupazionale e relativo indotto: si può stimare che un porto turistico genera in termini di indotto occupazionale un ritorno sul territorio quantificabile in non meno del 20-25% del numero dei posti barca previsti. Nel caso in esame, l'indotto occupazionale stimato sarebbe pertanto di circa 80-100 unità lavorative, come più dettagliatamente specificato in seguito;
4. ritorno economico per posto barca: è possibile fare una stima dell'indotto economico atteso dall'esercizio dell'opera portuale a partire dalla composizione della flotta ivi ospitata.

Per quanto attiene all'incremento occupazionale nel territorio, volendo effettuare una valutazione più analitica, si può innanzi tutto far riferimento agli impiegati diretti, cioè relativi a posti di lavoro generati direttamente dalla struttura portuale in e dalla sua gestione. Questi sono stimati in 44-62 addetti, rispettivamente in bassa ed alta stagione (si veda §1.5.2. della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale" ed in particolare Tabella 7).

Oltre a questi, devono essere considerati tutti gli addetti ai servizi che solitamente nascono all'interno o nelle vicinanze di una realtà portuale, quali ad esempio: pulizia imbarcazioni, servizio sub/diving, vendita e noleggio materiali e attrezzatura per la nautica, charter, shiphandler, broker, noleggio automobili e motorini, noleggio con conducente, servizi bancari, etc. Una stima attendibile si aggira intorno ai 40 nuovi posti di lavoro, di cui almeno metà stabili (annuali).

Per quanto riguarda una stima dei ritorni economici attesi per posto barca, per ciascuna classe di imbarcazione, e conseguentemente sull'intera flotta, si possono fare considerazioni sulla spesa sostenuta dai diportisti per i servizi direttamente attinenti alla propria imbarcazione (affitto posto barca, gestione e manutenzione

dell'imbarcazione, acquisto di carburante), ed in generale a tutto ciò che ruota intorno all'utilizzo del natante durante la sua permanenza in porto. Come desumibile dalle tabelle sottostanti, la stima della spesa ammonta annualmente a circa € 3.750.000.

SPESA PER AFFITTO POSTO BARCA				SPESA PER GESTIONE E MANUTENZIONE IMBARCAZIONE			
classe	nr posti barca	spesa annua/pb	totale annuo per categoria	classe	nr posto barca	spesa annua/pb	totale annuo per categoria
4-8 m	105	1 950.00 €	204 750.00 €	4-8 m	105	1 250.00 €	131 250.00 €
8-12 m	121	3 850.00 €	465 850.00 €	8-12 m	121	3 000.00 €	363 000.00 €
12-16 m	70	4 700.00 €	329 000.00 €	12-16 m	70	4 000.00 €	280 000.00 €
>18 m	103	6 000.00 €	618 000.00 €	>18 m *	51.5	7 500.00 €	386 250.00 €
			TOTALE				TOTALE
			1 617 600.00 €				1 160 500.00 €

* si presume che le imbarcazioni superiori ai 20 m non possano fare manutenzione in marina. In via cautelativa, si considera il 50% della flotta relativa alla classe di riferimento

SPESA PER CARBURANTE			
classe	nr posti barca	spesa annua/pb	totale annuo per categoria
4-8 m	105	750.00 €	78 750.00 €
8-12 m	121	2 000.00 €	242 000.00 €
12-16 m	70	2 500.00 €	175 000.00 €
>18 m	103	4 800.00 €	494 400.00 €
			TOTALE
			990 150.00 €

Oltre alle voci di spesa sopra descritte, si possono prendere in considerazione spese di altra natura che il diportista è generalmente disponibile ad affrontare durante il suo soggiorno nel porto. Le più comunemente attribuibili ai trasporti, alla ristorazione, allo shopping e, in genere, all'intrattenimento ed alla cultura.

L'indotto annuo riferito a queste tipologie di spesa ammonta ad oltre 3 milioni di euro, come riscontrabile nelle tabelle sottostanti riferite al diportismo in transito, che denota una maggiore propensione a spendere in questi settori, e al diportismo stanziale, che garantisce una maggiore presenza nella struttura portuale durante tutto l'anno. Nei calcoli sottostanti si è ipotizzato un numero di giorni di presenza nel porto pari a 60 per i diportisti stanziali e a 45 per i transiti.

SPESE "EXTRA" DIPORTISTA STANZIALE					
classe	nr posti barca	stima utenti stanziali	spesa pax/gg	nr pax / natante	totale annuo per categoria
<10 m	105	100%	18.00 €	2	226 800.00 €
10-15 m	156	50%	27.50 €	3	386 100.00 €
15-20 m	79	30%	33.50 €	5	238 185.00 €
>20 m	59	0%	---	8	---
					TOTALE
					851 085.00 €

SPESE "EXTRA" DIPORTISTA IN TRANSITO					
classe	nr posti barca	stima utenti stanziali	spesa pax/gg	nr pax / natante	totale annuo per categoria
<10 m	105	0%	---	2	---
10-15 m	156	50%	35.00 €	3	368 550.00 €
15-20 m	79	70%	45.00 €	5	559 912.50 €
>20 m	59	100%	60.00 €	8	1 274 400.00 €
					TOTALE
					2 202 862.50 €

In definitiva, sommando i due importi complessivi come sopra definiti, si ottiene un indotto economico prodotto dall'attività portuale sul territorio di Tertenia annualmente pari ad oltre € 6.500.000, che delinea l'assoluta positività dell'intervento a lungo termine sul contesto socio economico del territorio in cui è inserito.

1.2 Biodiversità

1.2.1 Fase di cantiere

1.2.1.1 Incidenza sul SIC/ZSC Monte Ferru di Tertenia e sulla posidonia oceanica

La Valutazione di Incidenza ecologica valuta le incidenze su tutte le componenti considerate ASSENTI o COMPATIBILI e quindi si ritiene che non sussistano pericoli di danno ambientale o incidenze significative sul sito, dovuti alla messa in opera delle strutture in esame.

Viene comunque indicata la necessità di attuare le misure di mitigazione previste da una ottimale gestione ambientale del cantiere (§3.2.1) nonché le seguenti misure aggiuntive:

- **Posidonia oceanica**

Per valutare in maniera efficace l'impatto della struttura su *Posidonia oceanica* è necessario realizzare uno studio preliminare finalizzato a:

- quantificare l'esatta distribuzione e superficie;
- rilievo dei descrittori fisiografici e all'analisi della sua macroripartizione.

Si suggerisce inoltre di misurare la compattezza e lo spessore della matre per poter valutare con più accuratezza gli eventuali impatti dei sistemi di ancoraggio mantaray.

È necessario, inoltre, prevedere un monitoraggio post operam della durata di 5 anni da mettere a punto sulla base delle evidenze dello studio preliminare. Nel piano di monitoraggio verranno utilizzati i descrittori quantitativi macroripartizione, fenologia, lepidocronologia, biomassa e studio della comunità epifita.

- **Mammiferi marini**

È necessario effettuare un monitoraggio ante operam, un monitoraggio durante la fase di cantiere e uno post operam (durata 2 anni) nel quale si effettueranno survey visivi con foto ID e rilievi acustici finalizzati al rilievo della loro presenza e del rumore di fondo.

- **Flora terrestre**

Nella realizzazione delle zone verdi si dovranno mantenere, quanto più possibile, le specie ivi presenti. Nel caso di nuova piantumazione si dovranno utilizzare specie tipiche della macchia mediterranea, quali ad esempio, *Juniperus turbinata*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea ssp.*, *Myrtus communis*, ecc. escludendo del tutto le specie esotiche invasive, come *Carpobrotus ssp*, *Nerium oleander*, *Pinus ssp*, *Acacia ssp.* ed altre.

Per ogni dettaglio si rinvia alla valutazione di incidenza ed alle misure ivi indicate, anche relativamente agli impatti sull'habitat prioritario posidonia oceanica ed alle relative misure di mitigazione.

1.2.1.2 Impatti sulla vegetazione retroportuale

Come si evince dallo studio botanico (§1.2.2. della relazione "Quadro di Riferimento Ambientale), nell'area oggetto dell'intervento **sono assenti** specie endemiche, specie rare e di interesse fitogeografico, specie di interesse comunitario, specie di interesse conservazionistico e specie incluse in liste rosse, fatta eccezione per *Limonium tyrrhenicum*, che si trova, però, localizzato presso Punta Is Ebbas, zona non interessata, né direttamente e né indirettamente, dai lavori.

Il disturbo atteso per le specie endemiche, ove non rimosse, è legato:

- al sollevamento di polveri;
- alla produzione di rifiuti di cantiere.

In entrambi i casi gli impatti sono fortemente mitigabili grazie alla corretta attuazione delle misure di gestione ambientale del cantiere ed alle relative mitigazioni di impatto, cui si rinvia (§3.1).

I mezzi utilizzati, oltre al sollevamento di polvere, non andranno ad impattare sulla vegetazione, poiché utilizzeranno strade di accesso esistenti. Saranno mezzi idonei al trasporto di inerti con copertura che impedisca la fuoriuscita di polveri e del materiale stesso.

1.2.2 Fase di esercizio

1.2.2.1 Incidenza sul SIC/ZSC Monte Ferru di Tertenia e sulla posidonia oceanica

Si rinvia alla valutazione di incidenza ed alle misure ivi indicate, anche relativamente agli impatti sull'habitat prioritario posidonia oceanica ed alle relative misure di mitigazione.

1.2.2.2 Impatti sulla vegetazione retroportuale

Come già illustrato, nell'area oggetto dell'intervento **sono assenti** specie endemiche, specie rare e di interesse fitogeografico, specie di interesse comunitario, specie di interesse conservazionistico e specie incluse in liste rosse.

Le specie censite nello Studio botanico (§1.2.2. della relazione "Quadro di Riferimento Ambientale") risultano essere:

- Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici
- *Limonium tyrrhenicum*, che si trova, però, localizzato presso Punta Is Ebbas, zona non interessata, né direttamente e né indirettamente, dai lavori.

Il progetto prevede:

- il rimodellamento del terreno vegetale retro porto per una superficie complessivamente pari a 1.050 m², corrispondente ad una equivalente sottrazione di macchia mediterranea;
- la **totale compensazione** di quanto sottratto, in quanto è prevista la realizzazione di nuove aree verdi, attraverso la piantumazione di un idoneo numero di specie autoctone e non invasive, per un superficie complessivamente pari a 1.150 m².





	Superficie verde sottratta	1.050,00 m ²
	Superficie verde restituita	1.150,00 m ²

Figura 2 Planimetria degli interventi sulla vegetazione

1.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

1.3.1 Fase di cantiere

La componente suolo è interessata in fase di cantiere per gli aspetti di:

- gestione delle terre e rocce da scavo;
- sfruttamento delle risorse naturali;
- temporanea occupazione e rischio di accidentale inquinamento.

1.3.1.1 Gestione materiali di scavo

Come già illustrato al §1.4.3. della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale" nel cantiere è previsto il totale riutilizzo in situ dei materiali di scavo, peraltro estremamente limitati rispetto all'entità del cantiere.

Si riportano di seguito le aree interessate da rimodellamenti, scavi ed i volumi associati.



	Rimodellamento terreno	
	Superficie	4.236,00 m ²
	Profondità media	1,00 m
	Volume	4.236,00 m ³
	Scavo	
	Superficie	964,00 m ²
	Profondità media	1,80 m
	Volume	2.200 m ³

Figura 3 scavi e rimodellamenti di terreno

1.3.1.2 Approvvigionamento risorse necessarie alla realizzazione dell'opera

Le principali risorse naturali necessarie alla realizzazione dell'opera sono quantificate nel dettaglio al §1.4.1. della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale" e, relativamente alla componente oggetto di esame, consistono sinteticamente in:

- massi naturali - 280.000 t circa;
- cemento, inerti e sabbia per il confezionamento del cls in cantiere - 31.000 t circa;

Visti i numeri in gioco l'impatto legato all'uso delle risorse è elevato.

I materiali lapidei, la sabbia, gli inerti ed il cemento saranno approvvigionati da cave locali indicate al §1.4.4. della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale". La scelta di cave locali e già autorizzate mitiga parzialmente l'impatto.

1.3.1.3 Occupazione aree e piste di cantiere e rischio inquinamento

La componente suolo è suscettibile di impatto in fase di cantiere per ciò che concerne la creazione di nuove piste e per i rischi di accidentali sversamenti.

Il layout di cantiere non prevede la creazione di nuove piste, ma verranno utilizzate strade esistenti per il transito dei mezzi, anche all'interno dell'area di cantiere.

Per ciò che concerne i potenziali sversamenti accidentali i potenziali impatti potranno essere scongiurati attraverso la puntuale applicazione delle misure di gestione ambientale del cantiere elencate al §3.2.1 della presente ed in particolare a quelle di seguito richiamate:

- Porre particolare attenzione alla manutenzione dei mezzi durante lo svolgimento dei lavori, minimizzando il verificarsi di malfunzionamenti o rotture accidentali che possano portare alla fuoriuscita di combustibili e olii;
- adottare precauzioni durante le operazioni di manutenzione, di rifornimenti di carburante, di rabbocco di lubrificanti, di ingrassaggio mezzi; a tal proposito le aree di cantiere presso cui saranno eseguiti tali interventi verranno attrezzate con superfici pavimentate o telonature di protezione ed i depositi di oli e carburante verranno realizzati con strutture prefabbricate dotate di vasca di raccolta degli sversamenti conformi alla normativa ambientale vigente.

1.3.2 Fase di esercizio

1.3.2.1 Occupazione e permeabilità dei suoli e del fondale marino



Il consumo di suolo è estremamente limitato nel progetto. Pur essendo interessata una superficie di 22.300 m², in realtà la quota parte prevalente di terreno non verrà scavata, né rimodellata, né occupata con strutture ancorate al suolo, ma lasciata allo stato naturale preservando la vegetazione esistente. Della quota parte interessata dai lavori particolarmente bassa è la quota parte impermeabilizzata, solo pari al 6%. Ciò mitiga fortemente l'impatto sulla componente suolo.

La struttura portuale si sviluppa prevalentemente a mare per una superficie occupata pari a circa 34.350m². L'impatto legato all'occupazione di fondale è fortemente mitigato dalle seguenti scelte progettuali:

- **limitazione della superficie impermeabilizzata** a circa il 36% del totale;
- utilizzo di **sistemi di ormeggio ed ancoraggio** con impronta assente o minima sul fondale;
- scelta di **non dragare il fondale**, ma riorganizzare il piano ormeggi in funzione del fondale esistente e del pescaggio delle imbarcazioni previste all'ormeggio.



Occupazione dei suoli

	Superficie permeabile	22.300 m ²
	Superficie impermeabile	1.298 m ²

Occupazione fondale marino



	Superficie permeabile	34.350 m ²
	Superficie impermeabile	12.508 m ²

Figura 4 Occupazione ed impermeabilità dei suoli

1.4 Geologia e acque

1.4.1 Fase di cantiere

1.4.1.1 Torbidità e rischio di inquinamento delle acque marine

Come già ampiamente illustrato il porto si sviluppa prevalentemente a mare, cioè in avanzamento rispetto alla linea di costa, non sono previsti dragaggi, ma solo riempimenti, ciononostante l'impatto sulle acque marine in fase di cantiere non sarà del tutto trascurabile e necessita di idonee misure di mitigazione. I moli verranno

realizzati con l'ausilio di mezzi marittimi (pontoni) e i potenziali impatti sulle acque marine sono distinguibili in due macro categorie:

- torbidità dovuta alla movimentazione della sabbia di fondale ed alla movimentazione del materiale stesso;
- accidentale inquinamento delle acque legate ai mezzi di cantiere.

Torbidità

Il fenomeno di torbidità è frequente ed altamente probabile, ma del tutto transitorio e valutato preliminarmente non in grado di alterare gli equilibri delle biocenosi marine e della fauna ittica (si veda VIEc). In ogni caso si suggerisce l'adozione delle misure di mitigazione e gestione ambientale del cantiere elencate al §3.2.1. ed in particolare di quelle di seguito richiamate:

- approvvigionamento di massi preventivamente lavati e comunque con forte limitazione della frazione fine e pulverulenta;
- adozione di un idoneo monitoraggio (si veda PMA) che possa evidenziare criticità in fase di cantiere ed indicare l'adozione di misure di mitigazione attiva;
- nel caso in cui dovesse emergere la necessità dallo studio di dettaglio sulla posidonia (già previsto da VIEc) o dal monitoraggio in corso d'opera, adozione di misure di mitigazione attiva, quali barriere di contenimento antitorbidità.

I **presidi antitorbidità** in commercio sono ormai molteplici e rispondono ad un'esigenza di tutela sempre più sentita, anche al livello normativo. Si riporta di seguito la descrizione di un sistema tipico (**Zenit Ambiente**) allo scopo di spiegarne funzionamento e capacità di contenimento.

L'impianto consiste in un sistema a barriere galleggianti dotato di appendice zavorrata (draft) regolabile in grado di garantire la continuità di contenimento anche su fondale di livelli diversi o che si rendessero tali a seguito di lavori eseguiti. La barriera comprende una parte galleggiante idonea anche al contenimento di schiume, oli o quant'altro dovesse disperdersi in galleggiamento. La parte immersa garantisce il contenimento sia di quanto rimosso che di quanto resta in sospensione durante e dopo le fasi di lavoro. La parte immersa (draft) può essere regolabile in funzione differenti quote di fondale.

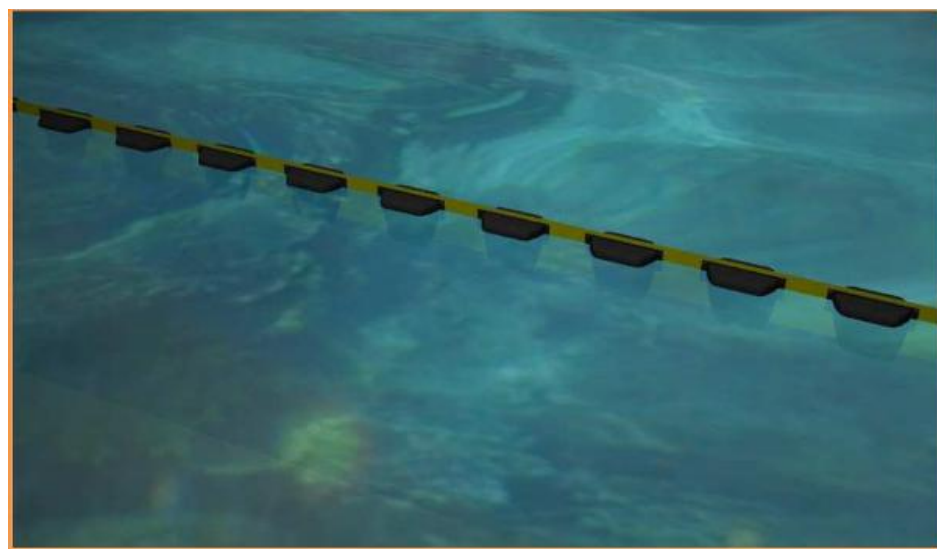


Figura 5 Barriera antitorbidità ZENIT Ambiente – parte emersa

La parte emersa è costituita da un robusto tessuto in poliestere spalmato da ambo i lati in PVC (tipo polipanama 1200) in grado di offrire una resistenza alla trazione pari a 7500N/5cm. Il materiale costituisce la struttura portante della barriera (corpo barriera) che viene realizzata in moduli standard di 10mt cad. Sul corpo barriera vengono fissati i relativi galleggianti di spinta costituiti da due semicilindri accoppiati per mezzo di viti e bulloni in acciaio inox AISI 304. I galleggianti sono distanziati tra loro ad intervalli regolari per consentire al manufatto di adattarsi meglio al moto ondoso. Gli stessi sono realizzati in poliuretano di media densità ed a celle chiuse. Ogni modulo (corpo barriera) viene fissato al successivo per mezzo di viti e bulloni in AISI 304.

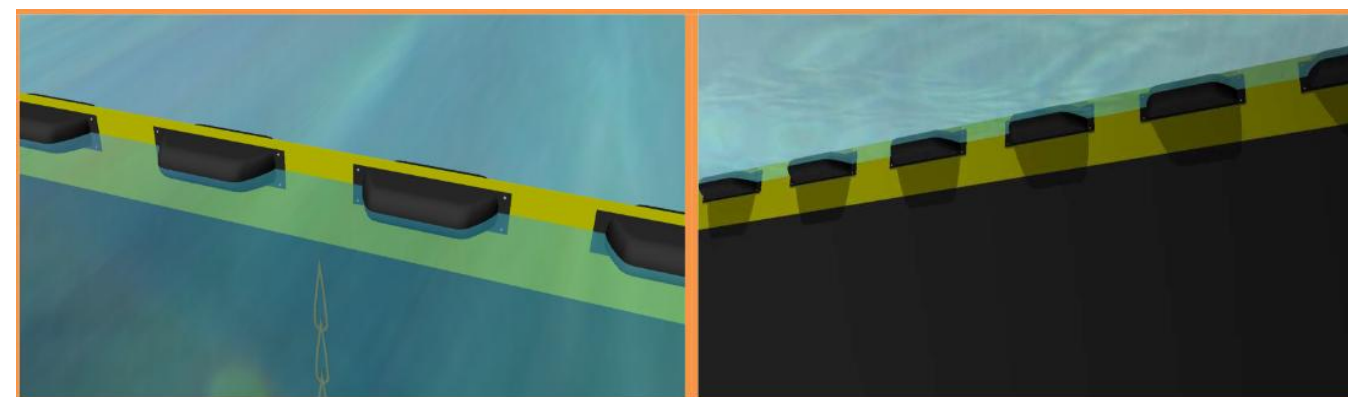


Figura 6 Barriera antitorbidità ZENIT Ambiente – parte emersa e draft

Il draft è realizzato impiegando tessuto di poliestere spalmato in PVC del peso di 450/550 g/m². Lungo la generatrice inferiore viene fissata la zavorra in filosa di piombo o catena zincata. Il draft è saldato al corpo barriera che dispone a sua volta, di un'appendice longitudinale munita di anelli. L'accorgimento consente la rapida sostituzione del draft senza movimentare la parte emersa. A distanza di circa 5mt, da ambo i lati, sono termosaldati anelli in acciaio zincato. All'interno degli anelli scorrono funi in polietilene che consentono la regolazione del draft alle varie profondità del fondale.

Accidentale inquinamento

L'inquinamento delle acque per sversamento di liquidi da mezzi di cantiere è un evento infrequente, proprio per il suo carattere di accidentalità, ma potenzialmente altamente dannoso per le acque marine. Pertanto è necessario che il progetto, nelle successive fasi, contenga esplicita prescrizione per l'impresa (nel Capitolato Speciale d'Appalto) di dotarsi di **kit di pronto intervento – barriere anti inquinamento**, in grado di contenere l'inquinante liquido o solido ed agevolare la sua rapida rimozione.

Anche in questo caso le soluzioni in commercio sono molteplici, anche in relazione al contesto ed alla tipologia di lavori.

Le barriere sono comunemente in poliestere spalmato in PVC, ma esiste un'ampia gamma di soluzioni che ne varia peso, densità e prestazioni. Sono, generalmente, gonfiabili e stoccabili con relativa semplicità in cantiere.



Figura 7 Esempi di barriere AR70 e BL45 ZENIT Ambiente

1.4.1.2 Uso ed approvvigionamento risorsa idrica in fase di cantiere

Le principali risorse naturali necessarie alla realizzazione dell'opera sono quantificate nel dettaglio al §1.4.1. della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale", ove si stima che per il confezionamento del cls in cantiere siano necessari circa 2.500 m³ di acqua.

Considerate le già limitate risorse dell'isola, è necessario prevedere come mitigazione di impatto l'installazione del dissalatore di acqua di mare già in fase di cantiere.

Il dissalatore dovrà rifornire il cantiere per ogni ulteriore esigenza idrica, quale ad esempio per i servizi ed i baraccamenti, per lavaggi o bagnature e per ogni uso ove non sia consentito dalla normativa l'utilizzo di acqua di mare.

1.4.2 Fase di esercizio.

1.4.2.1 Morfodinamica costiera

Lo studio morfodinamico è stato realizzato utilizzando il modello D3D (si veda relazione R2 di progetto). Tale modello ha permesso di valutare la modifica delle correnti a seguito della costruzione della struttura portuale e di determinare il possibile insabbiamento a seguito della realizzazione delle opere, considerando in particolare i due eventi meteo-marini rappresentativi dei regimi più frequenti ovvero quelli di grecale e scirocco. Tale modello permette, in accordo con quanto previsto dallo "Studio di fattibilità sul completamento della Rete Portuale Turistica Isolana", di realizzare uno studio di dettaglio di dinamica sedimentaria bidimensionale.

A seguito della realizzazione del porto, il modello evidenzia come il bacino portuale non vada ad influire sul trasporto sedimentario. Oltre le variazioni nell'area occupata dal bacino portuale stesso, non sono evidenti modifiche alle aree di accumulo ed erosione, che restano sostanzialmente invariate sia in termini qualitativi che quantitativi rispetto alla situazione attuale. Il modello evidenzia inoltre come la struttura portuale non andrà a modificare l'apporto sedimentario alla spiaggia di Foxi Manna.

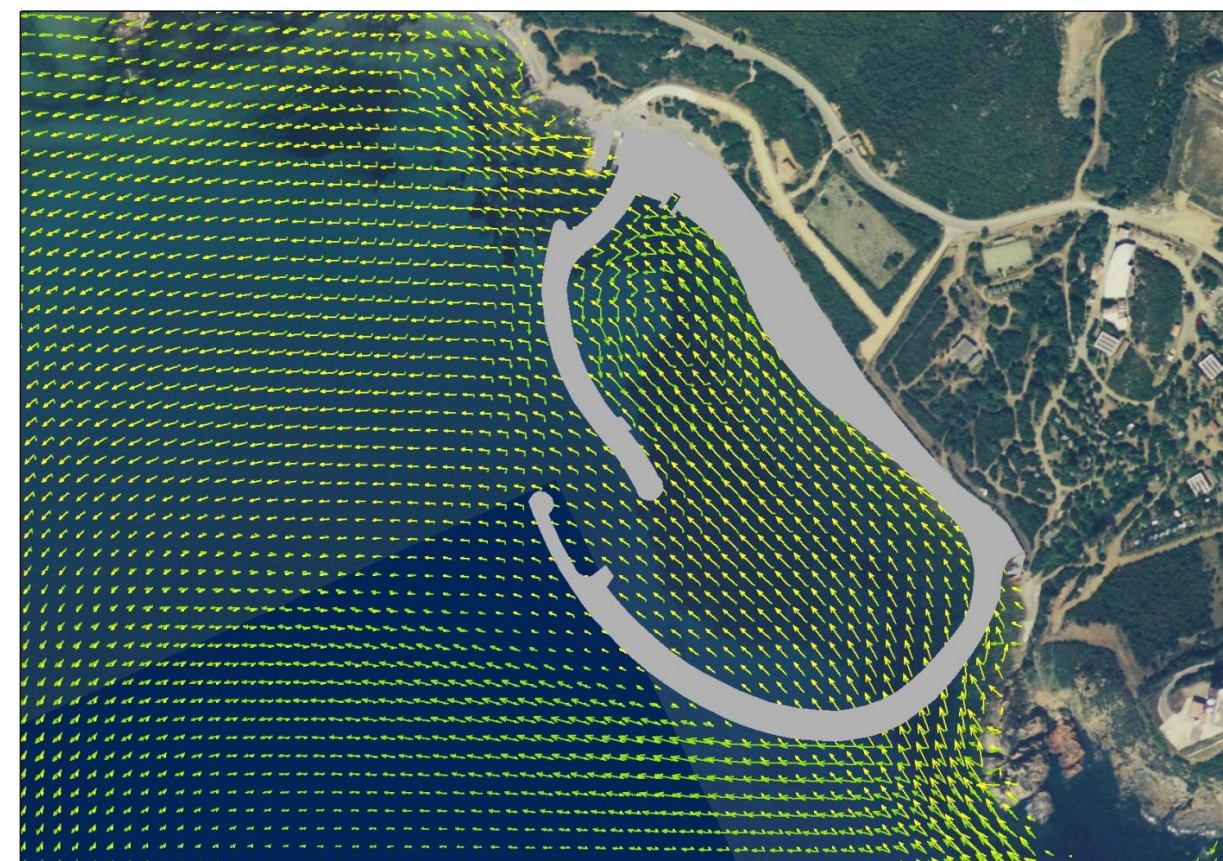


Figura 8 Simulazione idrodinamica: confronto sulla variazione delle correnti in prossimità del bacino portuale generate da un evento di grecale. In giallo le correnti nella situazione attuale. In verde la situazione di progetto

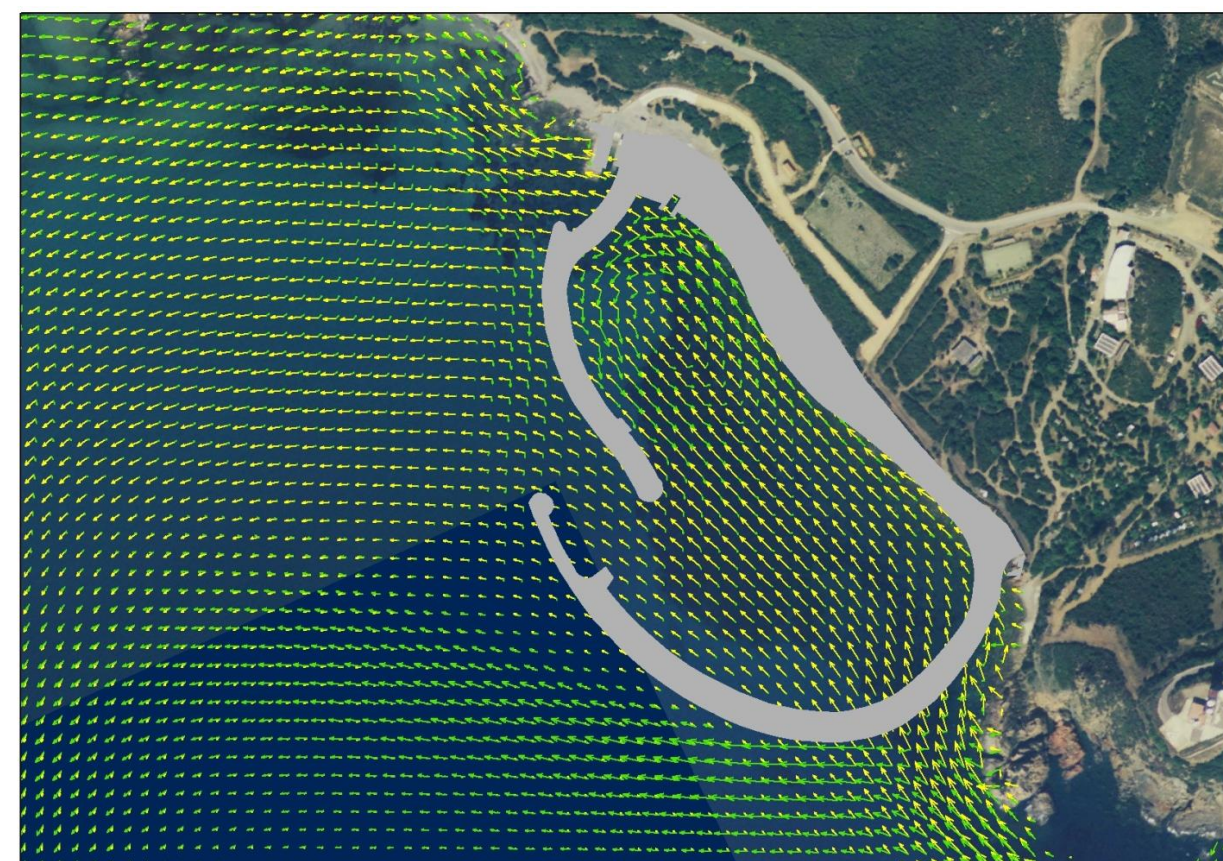


Figura 9 Simulazione idrodinamica: confronto sulla variazione delle correnti in prossimità del bacino portuale generate da un evento di scirocco. In giallo le correnti nella situazione attuale. In verde la situazione di progetto

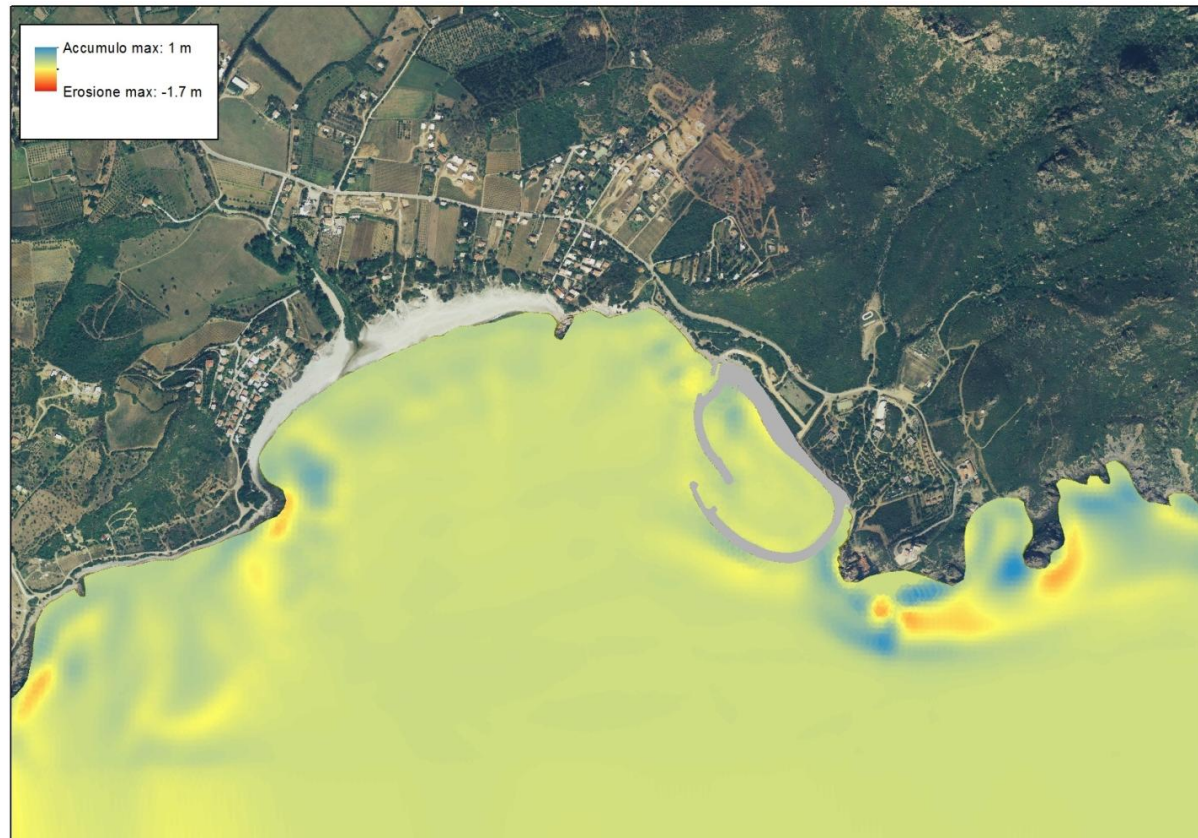


Figura 10: Simulazione idrodinamica generata da un evento di grecale. Situazione di progetto espressa in termini di isolinee di sedimento. Valori negativi: erosioni, valori positivi: accumuli

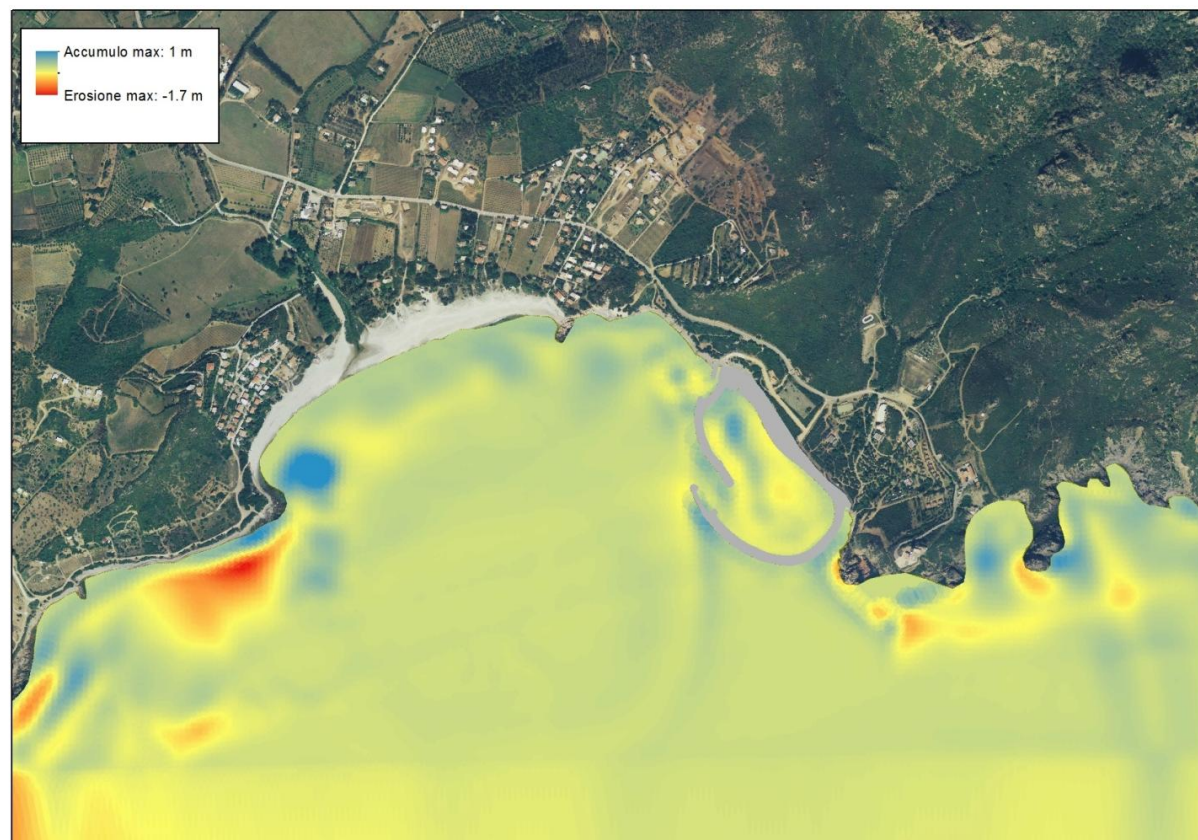


Figura 11 Simulazione idrodinamica generata da un evento di scirocco. Situazione di progetto espressa in termini di isolinee di sedimento. Valori negativi: erosioni, valori positivi: accumuli

1.4.2.2 Compatibilità idraulica

L'area in oggetto è interessata dalla presenza di due alvei torrentizi, ai fini della pericolosità idraulica per l'infrastruttura portuale l'alveo minore situato nella parte più ad Est dell'area, presenta dimensioni notevolmente minori rispetto a quello oggetto della modellazione, sia in termini di estensione del bacino idrografico sotteso, sia per la ridotta lunghezza dell'asta fluviale. Questo defluisce e sfocia nell'area dove si andrà a realizzare la piscina e vista la ridotta capacità erosiva e di trasporto solido, insieme a quanto esposto in precedenza, non richiede la realizzazione e la progettazione di specifici manufatti.

Per quanto concerne l'alveo maggiore, sulla base di quanto emerso nella modellazione idraulica, appare evidente la necessità di intervenire nella sistemazione dello stesso. L'alveo che interessa la parte centrale del bacino idrografico defluisce e sfocia in prossimità dell'area portuale dove è prevista la realizzazione dei banchinamenti.

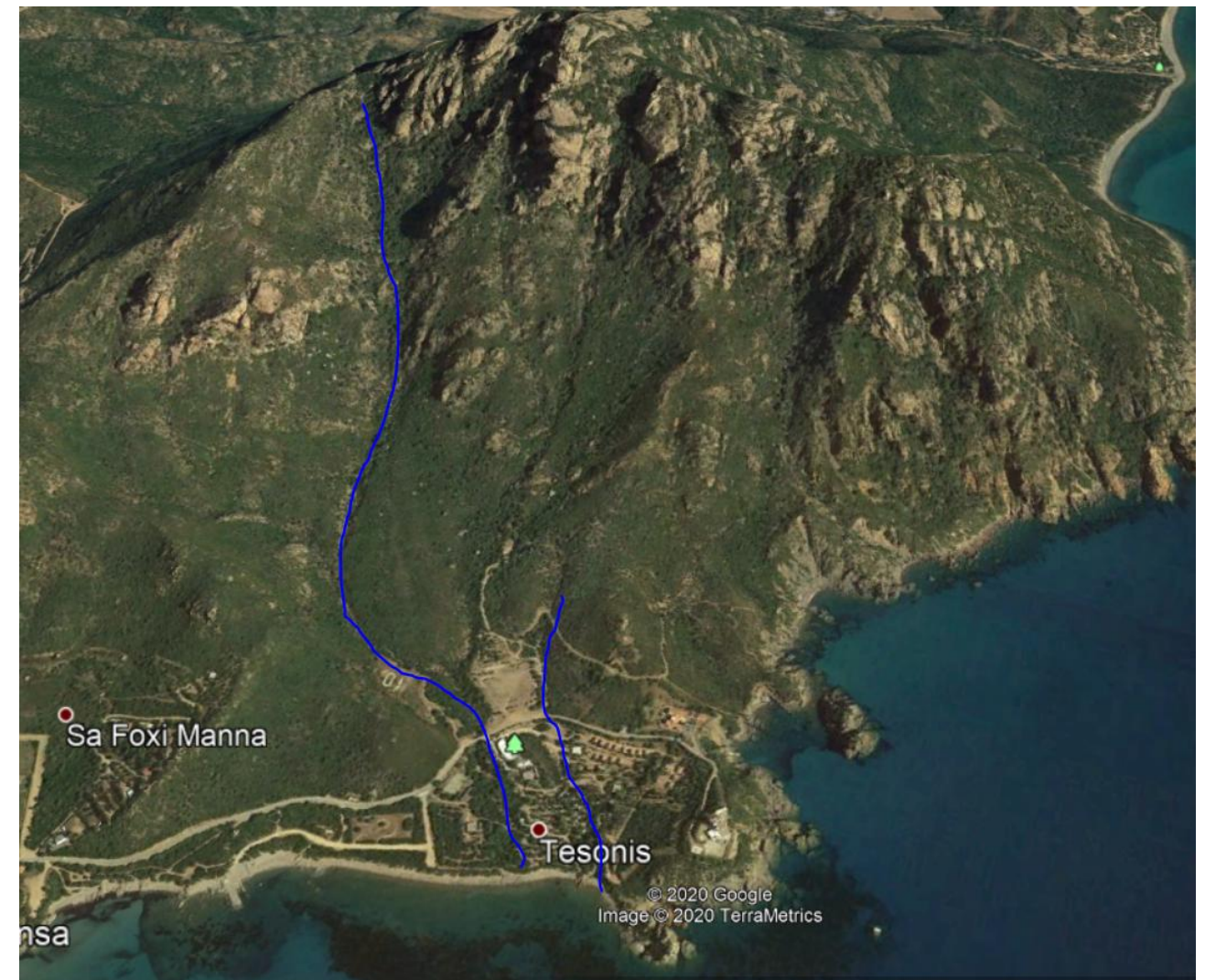


Figura 12 Individuazione Aste fluviali su immagini satellitari

Con riferimento alla portata Q con tempo di ritorno $T_R = 50$ anni, pari a $6,43 \text{ m}^3/\text{s}$, si è andati a definire il tipo d'opera ed il dimensionamento della stessa per l'eliminazione del rischio idraulico che interessa il futuro ambito portuale.

L'opera prevede di tombare la foce del Rio nella sua parte terminale mediante un percorso interrato a sezione obbligatoria realizzata per mezzo di opere in C.A. o C.A.P. opportunamente sagomate e poste in opera al fine di convogliare e far defluire la portata cinquantennale all'interno del bacino portuale ad una profondità tale da non arrecare danni alle strutture che vi saranno presenti.

Le disposizioni e le norme tecniche del P.A.I. tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, di realizzazione e manutenzione delle opere ricadenti in aree a rischio idrogeologico non peggiorino le condizioni di funzionalità idraulica esistenti, aumentando il rischio di inondazione. Nello studio di compatibilità idraulica contenuto nella relazione R8 di progetto ci si è attenuti alle disposizioni sopra dette.

Si può pertanto affermare che:

- il progetto non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
- il progetto non interferisce con gli interventi previsti dal P.A.I.

La nuova risagomatura del canale non fa incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico e da frana.

1.4.2.3 Ossigenazione delle acque del bacino

Generalmente, lo stato di relativa quiete in cui si trova l'acqua all'interno di un bacino portuale favorisce i processi di sedimentazione di sostanze organiche con accumuli di fango che, diventando più leggero per effetto delle fermentazioni anaerobiche, viene trascinato in superficie con conseguenze ovviamente negative. Anche la presenza di sostanze oleose e/o schiumose in sospensione, oltre a dare un aspetto antiestetico allo specchio liquido, ne limita fortemente gli scambi di ossigeno con l'atmosfera.

Attraverso un'adeguata progettazione dell'opera da un lato ed un'accurata gestione e manutenzione della stessa dall'altro è possibile garantire un accettabile livello di salute del corpo d'acqua, assicurando elevate quantità di ossigeno. In fase di esercizio del porto sarà necessario minimizzare l'immissione di inquinanti mediante l'attuazione di un Regolamento Portuale che vieti gli scarichi delle imbarcazioni in porto, il mantenimento dei motori accesi, il recupero delle acque di carena e degli olii esausti, oltre a pianificare ed operare periodici interventi manutentivi dei fondali per rigenerare il corpo idrico. In fase progettuale si deve invece valutare, e se necessario incrementare, la capacità naturale del bacino di rigenerare le acque invase attraverso un'accurata progettazione idraulica della conformazione dello specchio acqueo ed una altrettanto delicata valutazione delle condizioni di ricircolo naturale dello stesso.

Nel caso in esame, la configurazione portuale prevede un bacino con fondali variabili tra i -1.50 e i -7.00 m l.m.m. ed un volume d'acqua invaso pari a circa 280.000 m³ su una superficie di circa 75.000 m², oltre alla piscina naturale ricavata tra la radice del molo di sopraflutto ed il promontorio IsEbbas.

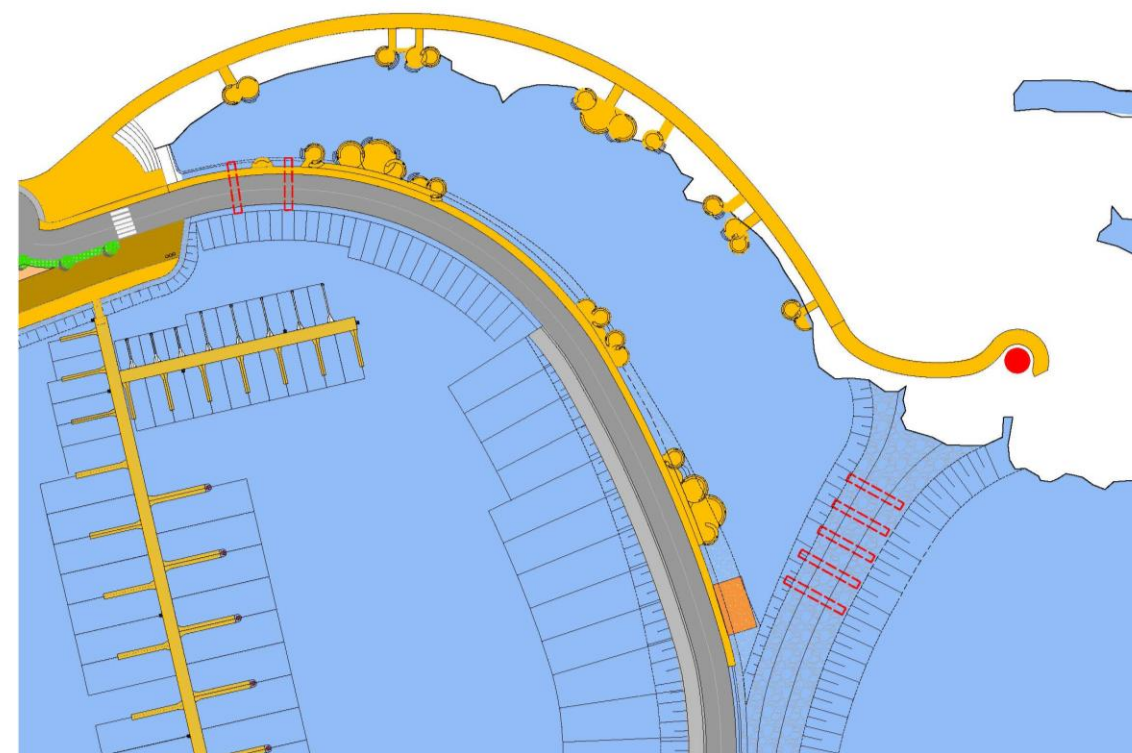
Su tale configurazione sono state condotte alcune simulazioni con il sistema di modellazione SMS (Surface water Modeling System) attraverso i moduli RMA2 e RMA4, in grado di simulare le correnti in funzione delle oscillazioni di marea per valutare i tempi di ricambio delle acque all'interno di un bacino. In favore di sicurezza, in tutte le simulazioni effettuate non si è tenuto conto né della presenza di correnti litoranee né dell'effetto del vento, forzanti che comunque contribuiscono alla movimentazione delle acque superficiali favorendo la vivificazione naturale all'interno del bacino, imponendo quindi come condizione al contorno le sole variazioni di marea dovute agli eventi astronomici.

L'esito delle analisi ha fatto registrare un tempo per il ricambio totale dei volumi idrici all'interno del bacino del tutto accettabile e anzi ampiamente sufficiente a garantire buoni livelli di ossigenazione all'interno del bacino. Tale conclusione è inoltre supportata dal fatto che, come specificato, le simulazioni sono state condotte in via cautelativa considerando come forzante la sola marea astronomica, ma nella realtà è del tutto improbabile che si verifichi una situazione tanto sfavorevole: la brezza innescata dai gradienti termici che si verificano ogni giorno è infatti sufficiente per accelerare i processi di ricambio idrico che di conseguenza saranno nella realtà più celeri rispetto a quelli simulati.

Per quanto attiene alla piscina naturale, è risultato necessario introdurre "varchi artificiali" attraverso i quali si favorisce un ampio ricambio del corpo idrico connettendo la piscina tanto al bacino portuale quanto verso il mare aperto.

In particolare, nel tratto di chiusura tra il molo sopraflutto e il promontorio, all'interno del corpo diga, verranno inserite 5 condotte sottomarine Ø1000. Un varco con sezione liquida di minimo 3 m² sarà invece inserito nel corpo della parte radicale del molo sopraflutto in prossimità della banchina di riva, attuabile o con un breve tratto di impalcato a giorno o con condotte di adeguato diametro.

Tali accorgimenti sono tali da garantire un'ampia circolazione delle acque (dunque livelli di ossigeno compatibili con il suo utilizzo) creando un sistema unico in cui i corpi idrici del bacino e della piscina sono messi continuamente in comunicazione, dunque in movimento, tra loro e con il mare aperto.



1.4.2.4 Gestione della risorsa idrica

L'approvvigionamento idrico del porto sarà garantito da un dissalatore di acqua di mare in grado di garantire l'indipendenza idrica dell'attività portuale turistica e, in certi periodi di punta, agire anche come riserva idrica per le attività produttive esistenti.

L'impianto è costituito da un sistema ad Osmosi Inversa in grado di produrre complessivamente 120 m³/g di acqua per uso potabile. L'acqua grezza subisce un pre trattamento prima di essere inviata ai moduli osmotici, allo scopo di rendere efficiente e affidabile l'esercizio dell'unità ad osmosi inversa. Inoltre all'acqua prodotta dall'impianto ad osmosi inversa vengono addizionati dei sali per renderla adatta al consumo umano e viene anche dosato dell'ipoclorito di sodio come disinfezione finale.

L'uso della risorsa sarà ottimizzato da un sistema di riuso delle acque piovane (si veda §1.4.2.5) in grado di alimentare il sistema di irrigazione e le acque industriali.

L'impianto di alimentazione e distribuzione idrica sarà quindi del tipo duale, composto cioè da reti separate di cui una destinate al servizio di erogazione acqua di lavaggio imbarcazioni (acqua industriale) e l'altra all'erogazione di acqua potabile. Ogni rete sarà realizzata in tubazioni di polietilene ad alta densità (PEAD) che dalle centrali idriche, percorreranno, interrate, la banchina e quindi si diramano sui pontili d'attracco, terminando con delle colonnine di servizio, distribuite in ragione dei posti barca secondo la grandezza di questi ultimi, all'interno di cunicoli appositamente predisposti.

Ognuna delle due reti disporrà di un sistema di serbatoi di accumulo: in calcestruzzo rivestito in vetroresina per la rete potabile e in calcestruzzo interrato per la rete di lavaggio.

La rete idrica comunale è alimentata da una serie di pozzi che approvvigionano dei serbatoi di accumulo di acqua potabile, uno di questi è presente sul lato nord est, nella parte alta del campeggio comunale, a servizio del campeggio stesso, da tale accumulo idrico, per caduta, vengono alimentate le attività turistiche presenti nelle vicinanze, non quelle residenziali, con una tubazione interrata posta sulla strada comunale.

Queste premesse indicano che l'approvvigionamento idrico comunale nelle ore di punta potrebbe avere degli scompensi dovuti alle attività produttive esistenti quali il campeggio e bar ristoranti presenti nella zona in cui sorgerà l'attività portuale turistica. Pertanto l'allaccio idrico alla condotta cittadina viene inteso solo come approvvigionamento in situazione di emergenza, preferibilmente da non utilizzare nelle ore di punta per non interferire con le attività esistenti ad esso connesse.

1.4.2.5 Gestione delle acque meteoriche

Si prevede all'interno dell'area portuale la realizzazione di un impianto di raccolta, filtraggio e smaltimento acque meteoriche lungo le banchine, la viabilità carrabile, consistente in tubazione di sezione opportuna, caditoie posizionate ad interasse medio di circa mt 50 e di chiusini in ghisa.

La rete di raccolta è completata dalla fornitura e posa in opera di **impianti di trattamento acque di prima pioggia** atti a garantire la separazione di liquidi leggeri non emulsionati (oli minerali, idrocarburi, ecc.) nel rispetto della legislazione vigente. Ciascun impianto verrà realizzato con vasche prefabbricate ad anelli in c.a. ad alta resistenza e sarà suddiviso in tre bacini: uno di scolmatura, uno di dissabbiatura e uno di separazione oli, completo di deflettori in acciaio inox, filtro a coalescenza, dispositivo di scarico munito di otturatore a galleggiante con copertura carrabile, completo di chiusini di ispezione a passo d'uomo in ghisa. **Le acque meteoriche saranno convogliate in vasche di accumulo a servizio degli impianti di irrigazione dell'area a verde limitrofe e per acque industriali.**

Per quanto riguarda invece le acque meteoriche ricadenti all'interno del parcheggio posto sul lato nord ovest del porto si prevede la realizzazione di un'area parcheggio con l'obiettivo di migliorare la gestione delle acque piovane, sia in termini estetici che funzionali. Esso ha anche l'obiettivo di un **miglioramento ecologico** dell'area

mediante l'utilizzo di materiali alternativi al semplice asfalto, cioè utilizzando pavimentazioni permeabili formate da asfalto poroso nei viali di passaggio delle auto e grigliati inerbati nelle piazzole di sosta delle auto. Inoltre l'inserimento di spazi verdi, fiori e arbusti, ovvero apportando colori e sfumature permetteranno una riduzione dell'aspetto grigio dell'area e un maggiore contenimento del calore prodotto dal tradizionale utilizzo dell'asfalto. Il sistema di costruzione inoltre permette il più possibile un'autonomia idrica di tali aree, derivante dal convogliamento apposito dell'acqua piovana. In tal modo è possibile un miglioramento estetico unito ad un ridotto o nullo fabbisogno idrico irriguo, con un abbattimento, per queste zone verdi, dei costi idrici ed energetici. Nella parte centrale del parcheggio sarà realizzata una "trincea d'infiltrazione" cioè dei fossi drenanti, realizzati con un sistema di drenaggio prefabbricato, che saranno inseriti nell'area, occupante la superficie del parcheggio. Tutto ciò incrementerà l'apporto di aria umida, un abbassamento delle temperature al suolo, oltre che riduzione di inquinamento causato da climatizzatori delle auto. In particolare l'impianto, prevede un sistema di raccolta dell'acqua meteorica attraverso le superfici permeabili con un **impianto costituito da un:**

A) Sistema di trattamento

B) Vasche di Recupero

C) Sistema di drenaggio

Il sistema di trattamento permetterà la decantazione del materiale sedimentabile che per effetto gravitazionale tende a depositarsi sul fondo delle vasche (fango, sabbie, morchie, ecc...); la disoleazione statica di tutte quelle sostanze leggere oleose che tendono a galleggiare in superficie (grassi e oli minerali, idrocarburi non emulsionati); la filtrazione a coalescenza dell'effluente che ha lo scopo di bloccare eventuali particelle di oli, grassi o idrocarburi ancora in sospensione nelle acque, il sistema avrà un dispositivo di chiusura automatica dello scarico finale dotato di filtro a coalescenza per impedire sversamenti accidentali di reflui non trattati. Saranno presenti delle vasche di recupero delle acque trattate e dei sistemi di drenaggio prefabbricati interrati di ritenzione e dispersione nel terreno delle acque meteoriche realizzato con elementi modulari in PP, tali sistemi saranno collegati tramite tubazioni di recupero a i sistemi di trattamento e quindi ai serbatoi di accumulo delle acque meteoriche trattate.

Dal punto di vista impiantistico di gestione dell'acqua piovana il sistema dispone di tre vasche per l'accumulo dell'acqua meteorica da 40 mc. L'impianto sarà realizzato ai sensi e con le modalità previste dagli artt. 22 e seguenti della direttiva sulla "Disciplina degli scarichi" di cui alla Deliberazione della Giunta regionale n. 69/25 del 10.12.2008.

1.4.2.6 Gestione delle acque reflue

Impianto di fognatura sottovuoto

Si prevede la realizzazione di un impianto di fognatura sottovuoto per la presa, il trasporto e l'allontanamento delle acque di sentina e dei liquami prodotti nelle imbarcazioni e nei servizi logistici di terra. Convogliando i liquami nella rete di tubazioni sotto vuoto, costantemente in depressione, convoglierà e centralizzerà i liquami e le acque di sentina nella centrale del vuoto; di qui, effettuata la raccolta, le acque di sentina, dopo il trattamento e lo stoccaggio, verranno inviate al punto di consegna finale.

L'impianto di fognatura a depressione avrà una centrale a vuoto, composta da serbatoi di raccolta in AISI 304 uno per le acque nere ed uno per le acque di sentina, pannello elettrico di gestione del sistema, vasca di calma e sistema di trattamento delle sentine (separatore acqua-olio). Il vuoto è generato da pompe ad olio aventi

potenza e portata idonee. L'impianto di aspirazione dovrà permettere il prelievo delle acque nere e delle acque oleose di sentina dalle imbarcazioni come prescritto dalla direttiva 2000/59/CE e recepita in Italia dal D.L. 182/2003, mediante due linee di smaltimento separate.

Impianto di fognatura a gravità

Si prevede la realizzazione di un impianto di fognatura a gravità e in pressione con tubazioni per condotta a gravità con tubazioni PEAD che raccolgono le acque reflue degli edifici a terra. Visto che la quota dell'insediamento è al di sotto dell'impianto di raccolta comunale esistente si sono previste stazioni di accumulo e sollevamento acque reflue intermedie e una stazione di sollevamento di acque reflue nere completa di idonea vasca di raccolta generale che accumulerà i reflui provenienti dalle vasche e convoglierà quindi i reflui all'impianto di raccolta comunale e quindi al depuratore comunale esistente. Le condotte in pressione saranno realizzate con tubazioni in pressione in PEAD PN 10 interrate. I profili di dettaglio delle linee di raccolta saranno dimensionati in fase esecutiva.

1.4.2.7 Scarico del dissalatore di acqua di mare

Nell'immagine seguente si riporta la posizione del dissalatore di acqua di mare, il punto di presa ed il punto di scarico della "salamoia". Questo ultimo scarico sarà oggetto di idonea autorizzazione prima della messa in esercizio e in quella sede sarà necessario approfondire i profili di incidenza sulle acque marine legati alle operazioni di presa e soprattutto scarico delle acque ipersaline.

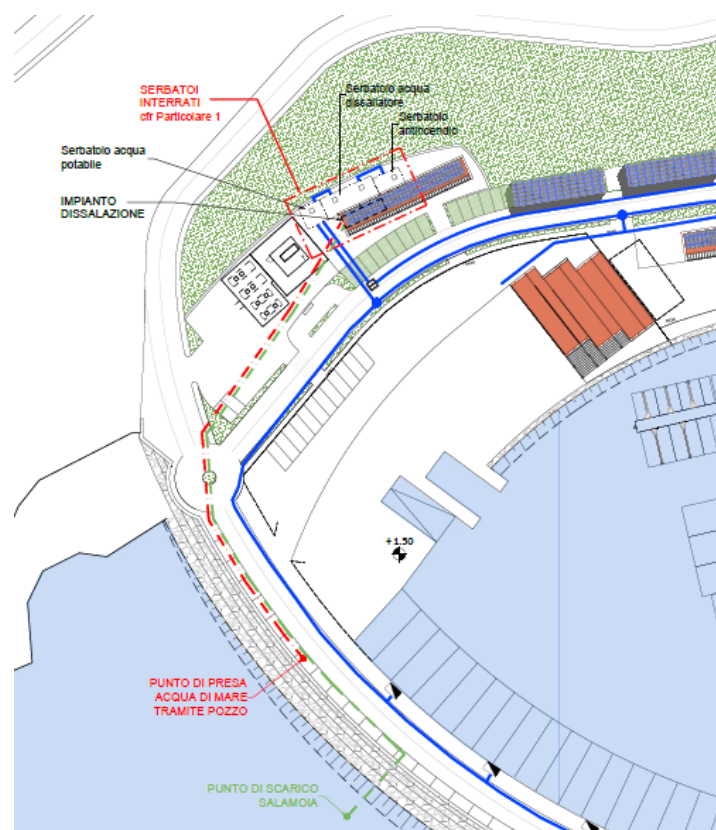


Figura 13 Dissalatore acqua di mare. Pozzo di presa e punti di scarico delle acque ipersaline

In particolare, nelle successive fasi progettuali e comunque prima della messa in esercizio (prevista per la fase di cantiere), si suggerisce di approfondire le caratteristiche dell'acqua di presa (es. Temperatura aria, Temperatura acqua, pH, Eh, Conducibilità) e determinare la concentrazione salina dell'acqua di restituzione ai fini di una puntuale verifica di incidenza sulla matrice acqua e biocenosi.

In questa sede si ritiene opportuno richiamare il "decalogo" per il problema dell'approvvigionamento idrico mediante dissalazione, esposto nel convegno "Aree Marine Protette ed ecosistemi marini: patrimoni da tutelare. Valutazione d'impatto ambientale e sanitario per i dissalatori e qualità delle acque", promosso da Fondazione UniVerde e Marevivo, in collaborazione con IdroAmbiente e in media partnership con Italpress e TeleAmbiente:

- 1) ridurre le necessità della dissalazione azzerando le perdite nelle condotte e verificando le alternative;
- 2) definire i requisiti di qualità dell'acqua dissalata;
- 3) monitorare lo stato degli ecosistemi marini nelle aree interessate dai dissalatori;
- 4) ricondizionare l'acqua prodotta;
- 5) definire le localizzazioni idonee per le opere di presa;
- 6) separare la salamoia dal residuo di lavaggio delle membrane;
- 7) sversare la salamoia a mezzo condotta a distanza dalla costa (preferenzialmente in aree meno sensibili a oltre un miglio dalla costa e sotto il termoclino);
- 8) definire le modalità di controllo di processo;
- 9) regolamentare gli scarichi del processo di dissalazione;
- 10) inserire, nella normativa, la VIA - VAS - VIS per i dissalatori e l'indicazione di procedere ad una preventiva analisi del rapporto costi/benefici.

1.5 Atmosfera: Aria e Clima

1.5.1 Fase di cantiere

1.5.1.1 Analisi della produzione di inquinanti in cantiere

Per lo studio della qualità dell'aria durante le fasi di cantiere si è tenuto conto delle molteplici dinamiche e sorgenti di emissione generate dalle attività di cantiere.

Si distinguono due tipologie principali di fonti inquinanti:

- Quelle prodotte dai motori a combustione
- Quelle prodotte dalle polveri sottili PM10 PM2,5

Mentre per le prime l'origine della sorgente è sempre certa e quantificabile perché dipende dal tipo di veicolo e dalle ore di funzionamento medio all'interno del cantiere, per le seconde si prevedono le seguenti sorgenti di emissione:

- perdita di polveri dal cassone dei dumper in corsa;
- polveri da risollevarimento prodotte dalle turbolenze generate dal transito di mezzi di cantiere;
- polveri prodotte dai mezzi di escavazione e movimento terra.

L'interazione, la concomitanza e la varietà delle variabili suddette genera un sistema di sorgenti molto complesso e difficilmente quantificabile. Tuttavia per questo tipo di sorgenti esistono sistemi di abbattimento abbastanza efficaci.

Per la quantificazione delle emissioni di primo tipo si è fatto ricorso alle tabelle dell'Inventario delle Emissioni in Atmosfera (CORINAIR-IPCC). L'inventario nazionale delle emissioni raccoglie i dati delle emissioni in aria dei gas-serra, delle sostanze acidificanti ed eutrofizzanti, dei precursori dell'ozono troposferico, del benzene, del particolato, dei metalli pesanti, degli idrocarburi policiclici aromatici, delle diossine e dei furani. Le emissioni provenienti da oltre 300 attività antropiche e biogeniche vengono stimate secondo la metodologia CORINAIR, le principali basi dati prodotte sono:

- Banca dati delle emissioni nazionali in atmosfera
- Banca dati delle emissioni provinciali in atmosfera
- Banca dati dei fattori di emissione in atmosfera
- Dalla Banca dati dei fattori di emissione in atmosfera sono stati estratti i dati relativi ai mezzi che si presume circoleranno in cantiere adibiti alle diverse fasi lavorative.

Per ogni fase lavorativa si è riportato il tipo di mezzo :

- Buses
- Heavy duty vehicle
- light duty vehicle
- mopeds
- motorcycles
- passenger cars

tipo di alimentazione e peso:

- diesel 3,5-7,5t
- diesel 7,5-16t
- diesel 16-32t
- diesel >32t
- gasoline > 3,5t

rispondenza alle Norme Europee antinquinamento:

- Euro 1
- Euro 2
- Euro 3

Sul cronoprogramma delle attività di cantiere si è ipotizzato un numero ed una tipologia di mezzi di cantiere e non con le emissioni espresse in g/km ed in g/kg di carburante.

Per evitare di impostare una velocità media che avrebbe portato un dato di consumo non realistico per i mezzi "stazionari" come la nave pontone, i generatori elettrici ecc., si è utilizzato il dato espresso in g/kg di carburante abbinato ad un valore medio di consumo di 180g/kw per ogni ora di funzionamento.

Esempio

escavatore cingolato Norma EURO1 da 60Kw

Peso specifico 0.84Kg/l

Consumo orario 180g/Kw ora x 60Kw = 10800 g/ora = 10,8Kg/ora x 0.84 Kg/l = 9,072l/ora

Per un turno di otto ore considerato un fattore di utilizzo di 0,8

Consumo orario 10,8Kg/ora x 0.8 x 8 = 69.12 Kg/giorno

Per questo tipo di veicolo la banca dati fornisce la seguente tabella:

NO _x					NMVOC				
Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel		Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel	
	Hot	Tot	Hot	Tot		Hot	Tot	Hot	Tot
Highway	0.0	3.71	0.0	19.31	Highway	0.0	0.58	0.0	2.99
Rural	2.91	2.91	19.83	19.83	Rural	0.87	0.87	5.9	5.9
Urban	6.19	6.19	26.97	26.97	Urban	1.99	1.99	8.65	8.65

CO					PM				
Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel		Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel	
	Hot	Tot	Hot	Tot		Hot	Tot	Hot	Tot
Highway	0.0	0.89	0.0	4.63	Highway	0.0	0.3	0.0	1.58
Rural	1.34	1.34	9.09	9.09	Rural	0.3	0.39	2.06	2.65
Urban	2.17	2.17	9.44	9.44	Urban	0.61	0.69	2.64	3.03

CO ₂					N ₂ O				
Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel		Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel	
	Hot	Tot	Hot	Tot		Hot	Tot	Hot	Tot
Highway	0.0	603.37	0.0	3137.64	Highway	----	0.03	----	0.16
Rural	461.25	461.25	3137.64	3137.64	Rural	----	0.03	----	0.2
Urban	720.13	720.13	3137.64	3137.64	Urban	----	0.03	----	0.13

NH ₃				
Driving conditions	g/km*veh		g/kg of fuel	
	Hot	Tot	Hot	Tot
Highway	----	0.0	----	0.02
Rural	----	0.0	----	0.02
Urban	----	0.0	----	0.01

Utilizzando i dati relativi all'utilizzo "rural" che simula maggiormente la tipologia di utilizzo in un cantiere edile si hanno le seguenti produzioni di inquinanti per giorno di lavoro (un turno di 8 ore):

- NO_x = 19.83 g/Kg x 69.12 Kg/giorno = 1370 g/giorno
- CO = 9.09 g/Kg x 69.12 Kg/giorno = 628.3 g/giorno
- CO₂ = 3137.64 g/Kg x 69.12 Kg/giorno = 216873 g/giorno
- N₂O = 0.2 g/Kg x 69.12 Kg/giorno = 13.82 g/giorno
- PM = 2.06 g/Kg x 69.12 Kg/giorno = 142.38 g/giorno
- NH₃ = 0.02 g/Kg x 69.12 Kg/giorno = 1,38 g/giorno

Inserendo il numero di macchine (dirette e complementari) in ogni fase di lavoro del diagramma di Gantt con la loro emissione di inquinanti si ottiene una sommatoria per colonna della produzione dei vari inquinanti per giorni tipo o il loro andamento durante le fasi di cantiere.

1.5.1.2 Analisi dei dati di vento incidenti il paraggio

L'analisi dei dati di vento incidente il paraggio viene eseguita per tener conto dell'azione che il vento ha sulla dispersione degli inquinanti e per fornire utili informazioni alla verifica delle concentrazioni degli inquinanti che realmente possono interessare l'area di cantiere, le zone abitate limitrofe ed il vicino SIC/ZPS di Monte Ferru.

Il moto ondoso che investe il litorale oggetto di studio proviene esclusivamente dal primo e dal secondo quadrante. Il vento che genera e ricarica tale clima è, in buona approssimazione, proveniente dallo stesso quadrante. Appare quindi logico, oltre che assodato da una lunga pratica progettuale per studi simili effettuati in paraggi prossimi a quello di interesse, prendere come fonte dei dati anemometrici la stazione che meglio riproduce le condizioni di vento che generano il moto ondoso e che ne ricaricano l'azione. La stazione di rilevamento considerata è a 5 Km ad Est dal paese di Tortolì ed è situata nel Capo Bellavista (32°56'00"N 09°43'00"E - UTM 32, E 567001m N 3644179m), nella costa Orientale della Sardegna, e l'anemometro è situato a 12 m s.l.m. I dati di vento sono stati registrati con cadenza trioraria e rilevati alle ore sinottiche, (ovvero alle: 0,3,6,9,12,15,18,21 UTC ossia alle 1,4,7,11,13,16,19,22 ora locale).

La Tabella 1 e la Figura 14 mettono in evidenza un regime anemometrico caratterizzato dalla prevalenza dei venti di Mezzogiorno e di Ponente. In particolare i venti più frequenti sono quelli provenienti dal settore 330°N ÷ 30°N e dalla direzione di 270°N. Verosimilmente, per gli eventi con tempo di ritorno cinquantennale la velocità del vento potrebbe essere ben superiore a questa. Al fine di avere un'indicazione delle velocità massima ottenibile nei primo e nel secondo quadrante, sono stati considerati i dati relativi alla stazione di Guardivecchia de La Maddalena, mostrati in Figura 15. Da questa, si può desumere una velocità di vento massima compresa tra 48 e 63 nodi (25-32 m/s) nel primo quadrante e di 34-47 nodi (17-24 m/s) nel secondo.

Tabella 1 Dati di vento rilevati dalla stazione di Capo Bellavista. I dati riportati nell'area bianca della tabella sono in per mille ordinati per righe. (Fonte: European Wind Atlas, 1989).

Settore [°N]	Frequenza [%]	Intensità del vento [m/s]													
		<1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	>17
0	5.7	287	85	84	83	68	46	50	46	38	59	51	44	32	27
30	7.8	210	106	98	112	72	54	53	48	40	74	48	30	29	26
60	6.4	306	139	146	117	82	44	46	38	18	29	20	6	6	5
90	6.6	315	225	184	117	58	32	19	9	4	16	12	3	4	5
120	8.2	238	174	182	170	79	41	36	24	15	19	12	5	2	1
150	7.7	271	177	139	127	72	54	41	37	20	33	13	10	3	1
180	8.8	225	156	133	121	88	67	59	50	29	38	21	8	5	0
210	7.5	244	138	145	149	91	59	49	34	27	37	16	6	2	0
240	5.3	324	118	133	117	63	52	44	39	26	50	23	8	3	2
270	11.6	171	120	151	157	99	62	47	37	21	49	29	23	16	19
300	17.1	124	99	151	169	119	79	61	45	28	48	34	20	10	12
330	7.2	247	92	101	112	89	73	48	44	30	55	33	32	19	27
totale	100%	228	133	140	136	87	58	48	38	25	43	27	17	11	11

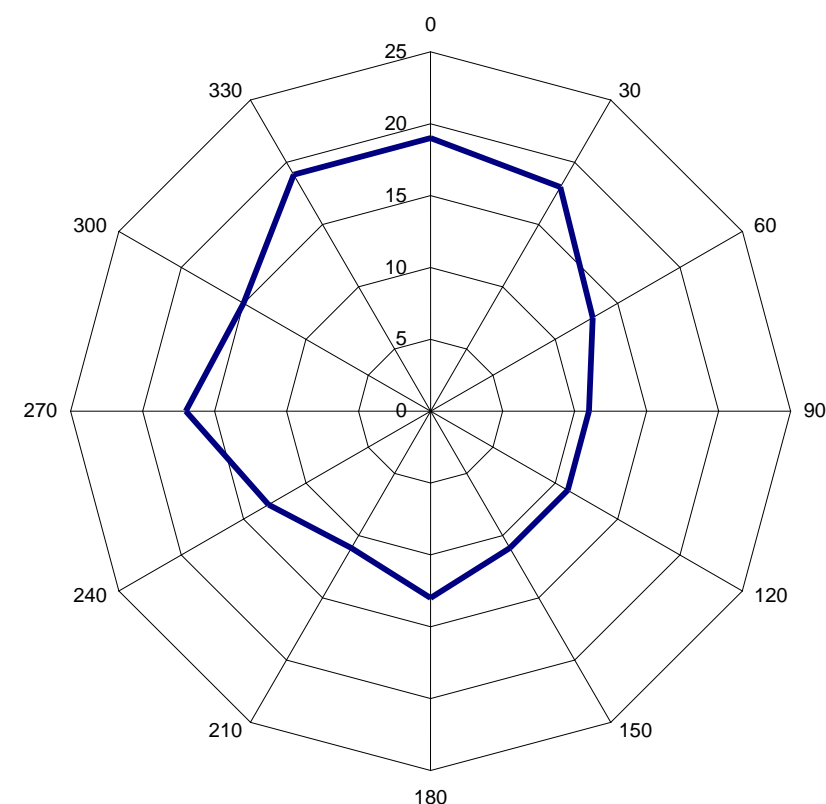
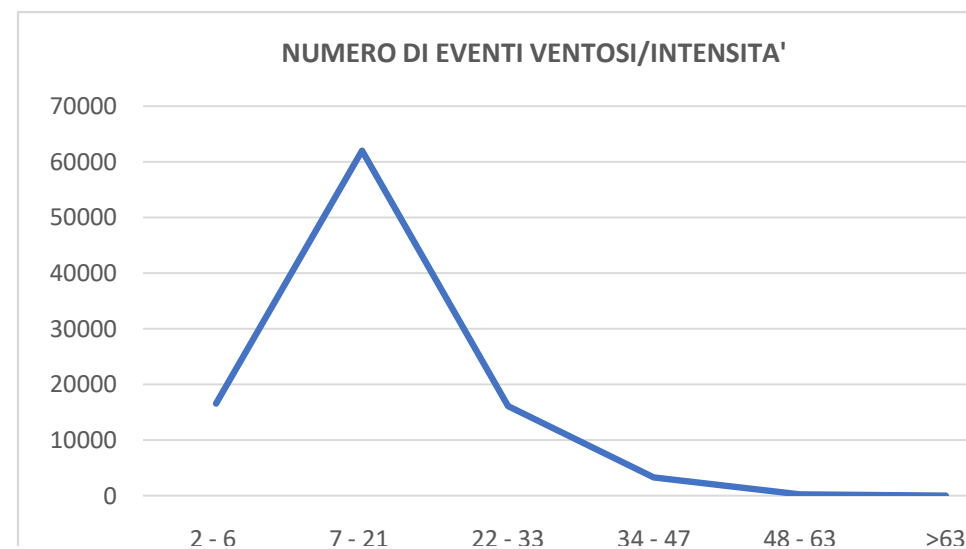


Figura 14 Elaborazione della Rosa dei venti della stazione di Capo Bellavista

direzione di provenienza [°N]	Intensità del vento [nodi]						TOTALI
	2 - 6	7 - 21	22 - 33	34 - 47	48 - 63	>63	
0 - 30°	749	2618	840	179	15		4401
30 - 60°	1127	4585	1051	154	8		6925
60 - 90°	2259	6222	590	47	2		9120
90 - 120°	2230	7150	872	37	3		10292
120 - 150°	1156	2210	237	9	3		3615
150 - 180°	576	590	29	1			1196
180 - 210°	388	514	44	12			958
210 - 240°	926	3013	1096	176	11		5222
240 - 270°	3321	20500	7300	1535	109	1	32766
270 - 300°	1743	10589	3500	970	89	1	16892
300 - 330°	1236	2787	203	68	6		4300
330 - 360°	780	1257	361	79	2		2479
Variabile	46	19					65
TOTALI	16537	62054	16123	3267	248	2	98231
		CALME (0 - 1 nodi)					12449
		TOTALE					110680

Figura 15 Dati di vento rilevati dalla stazione Guardiavvecchia (La Maddalena) – Periodo di rilevazione: 1/01/1951 al 27/12/1997



quadrante	settore	eventi	eventi	
1°	0 - 90°	20446	35549	VENTO DA MARE
2°	90 - 180°	15103		
3°	180° - 270°	38946	62617	VENTO DA TERRA
4°	270° - 360°	23671		

Figura 16 Grafico del numero di eventi su intensità e ripartizione degli eventi ventosi provenienti dai quattro quadranti

Dalla analisi dei dati storici diventò rilevati dalla stazione Guardiavvecchia (La Maddalena) dal 1951 al 1997 si evidenzia la spiccata ventosità del paraggio dove le calme di vento (da 0 a 1 nodo) rappresentano circa il 10% degli eventi ventosi totali. Si evidenzia altresì (considerato il sostanziale andamento Nord-Sud della costa est della Sardegna) come i venti da terra (provenienti dal 3° e 4° quadrante), che quindi allontanano gli inquinanti verso mare, rappresentano il 64% degli eventi ventosi. Queste considerazioni, ed il dato che la maggior parte degli eventi ventosi si concentrano su venti tra i 6 ed i 22 nodi, ha suggerito di introdurre un coefficiente riduttivo dello 0.35 per i dati cumulativi degli inquinanti dispersi in atmosfera.

1.5.1.3 Analisi della produzione di inquinanti nel giorno tipo rappresentativo delle fasi di cantiere

Sulla base della metodologia di calcolo riportata in premessa, si è studiato l'andamento della produzione degli inquinanti con i dati censiti nell'inventario delle Emissioni in Atmosfera (CORINAIR-IPCC) nel giorno tipo.

I tipi di inquinante emessi dai motori termici in uso nel cantiere censiti sono:

- NOX Ossi di azoto
- CO Monossido di carbonio
- CO₂ Anidride carbonica
- NH₃ Ammoniaca
- PM Polveri sottili
- N₂O protossido di azoto

Si è ipotizzato un parco motori circolanti ed utilizzati all'interno del cantiere costituito da:

- Escavatore/demolitore gommato
- Gru gommata 30t
- Dumper
- Compressore
- Gruppo elettrogeno 60 Kw
- Nave/draga

- Link-belt
- Automobile passeggeri/piccolo furgonato

Di queste sette categorie di mezzi di cantiere si è calcolato, in base al consumo di carburante, alla potenza, alla classe di peso ed alla normativa antinquinamento di riferimento, la produzione giornaliera, espressa in grammi, degli inquinanti sopracitati. Si è inoltre inserito un coefficiente di utilizzo che varia da 0 a 1 per tener conto del diverso tempo di utilizzo del mezzo di cantiere. Tenuto conto della vetustà media dei mezzi utilizzati nei cantieri edili, in via prudenziale, si utilizzano dati di emissione per veicoli che rispettino la normativa di emissione Euro2 ed Euro3.

Le schede di emissione per singolo tipo di mezzo di cantiere sono di seguito riportate:

PRODUZIONE GIORNALIERA INQUINANTI		SCHEDA n°	1
TIPO		ESCAVATORE / DEMOLITORE GOMMATO	
NORMATIVA		EURO 2	
UTILIZZO		rural	
CLASSE PESO	ton	7,5 - 16	
POTENZA	Kw	60	
CONSUMO ORARIO DI CARBURANTE	g/Kwh	160	
TURNO LAVORATIVO	h	8	
COEFFICIENTE DI UTILIZZO		0,7	
PESO SPECIFICO CARBURANTE	Kg/l	0,84	
CONSUMO GIORNALIERO CARBURANTE	Kg	53,76	

TABELLA INQUINANTI				
		g/Kg = g di inquinante/Kg di carburante	consumo in kg	g di inquinante
A	NO _x	15,58	53,76	837,58
B	CO	8,33	53,76	447,82
C	CO ₂	3137,64	53,76	168679,53
D	NH ₃	0,02	53,76	1,08
E	PM	0,101389	53,76	5,45
F	N ₂ O	0,02	53,76	1,08

PRODUZIONE GIORNALIERA INQUINANTI		SCHEDA n°	2
TIPO		GRU GOMMATA 20t	
NORMATIVA		EURO 2	
UTILIZZO		rural	
CLASSE PESO	ton	16 - 32	
POTENZA	Kw	107	
CONSUMO ORARIO DI CARBURANTE	g/Kwh	160	
TURNO LAVORATIVO	h	8	
COEFFICIENTE DI UTILIZZO		0,7	
PESO SPECIFICO CARBURANTE	Kg/l	0,84	
CONSUMO GIORNALIERO CARBURANTE	Kg	95,872	

TABELLA INQUINANTI				
		g/Kg = g di inquinante/Kg di carburante	consumo in kg	g di inquinante
A	NO _x	17,42	95,872	1670,09
B	CO	4,09	95,872	392,12
C	CO ₂	3137,64	95,872	300811,82
D	NH ₃	0,01	95,872	0,96
E	PM	1,01	95,872	96,83
F	N ₂ O	0,13	95,872	12,46

PRODUZIONE GIORNALIERA INQUINANTI		SCHEDA n°	3
TIPO		DUMPER CANTIERE	
NORMATIVA		EURO 2	

UTILIZZO		rural
CLASSE PESO	ton	> 32
POTENZA	Kw	228
CONSUMO ORARIO DI CARBURANTE	g/Kwh	170
TURNO LAVORATIVO	h	8
COEFFICIENTE DI UTILIZZO		0,6
PESO SPECIFICO CARBURANTE	Kg/l	0,84
CONSUMO GIORNALIERO CARBURANTE	Kg	186,048

TABELLA INQUINANTI				
		g/Kg = g di inquinante/Kg di carburante	consumo in kg	g di inquinante
A	NO _x	0,815972	186,048	151,81
B	CO	3,57	186,048	664,19
C	CO ₂	3137,64	186,048	583751,65
D	NH ₃	0,01	186,048	1,86
E	PM	0,053472	186,048	9,95
F	N ₂ O	0,01	186,048	1,86

PRODUZIONE GIORNALIERA INQUINANTI		SCHEDA n°	4
TIPO		COMPRESSORE	
NORMATIVA		EURO 2	
UTILIZZO		rural	
CLASSE PESO	ton	3,5 - 7,5	
POTENZA	Kw	370	
CONSUMO ORARIO DI CARBURANTE	g/Kwh	170	
TURNO LAVORATIVO	h	8	
COEFFICIENTE DI UTILIZZO		0,9	
PESO SPECIFICO CARBURANTE	Kg/l	0,84	
CONSUMO GIORNALIERO CARBURANTE	Kg	452,88	

TABELLA INQUINANTI				
		g/Kg = g di inquinante/Kg di carburante	consumo in kg	g di inquinante
A	NO _x	13,29	452,88	6018,78
B	CO	14,06	452,88	6367,49
C	CO ₂	3137,64	452,88	1420974,40
D	NH ₃	0,03	452,88	13,59
E	PM	2,01	452,88	910,29
F	N ₂ O	0,34	452,88	153,98

PRODUZIONE GIORNALIERA INQUINANTI		SCHEDA n°	5
TIPO		GRUPPO ELETTROGENO	
NORMATIVA		EURO 2	
UTILIZZO		rural	
CLASSE PESO	ton	3,5 - 7,5	
POTENZA	Kw	60	
CONSUMO ORARIO DI CARBURANTE	g/Kwh	160	
TURNO LAVORATIVO	h	8	
COEFFICIENTE DI UTILIZZO		0,9	
PESO SPECIFICO CARBURANTE	Kg/l	0,84	
CONSUMO GIORNALIERO CARBURANTE	Kg	69,12	

TABELLA INQUINANTI				
		g/Kg = g di inquinante/Kg di carburante	consumo in kg	g di inquinante
A	NO _x	13,29	69,12	918,60
B	CO	14,06	69,12	971,83
C	CO ₂	3137,64	69,12	216873,68
D	NH ₃	0,03	69,12	2,07
E	PM	2,01	69,12	138,93
F	N ₂ O	0,34	69,12	23,50

	gru 20 t	gru link-belt 300t	nave/draga	dumper 300 qi	Gruppo elettrogeno 60kW	automobile/piccolo furgone	betoniera 9m ³	escavatore demolitore
ANNO 1								
MESE 10	1				1	4	1	1
				4	1	2		2
	2	1	1	10	1	3	3	3
17	2	1	1	6	1	3	1	2
18		1		4	1	8	2	2
8	1			1	1	3	1	1
	1			2	1	3	2	1
	1			2	1	14	2	2
23	1			2	1	14	3	2
8	1				1	3	2	1
	1				1	3		
	1				1	6	1	2
	1			2	1	6	1	2
	1				1	4		
MEZZI TOTALI	74							

Figura 20 Numero e tipo di mezzi utilizzati nel giorno analizzato

Il numero di mezzi complessivi utilizzati in cantiere nel giorno tipo è di 74 divisi per tipologia e per classe di emissione dei vari inquinanti. Utilizzando i dati emissione delle schede Corinair(European Enviroment Agency) si ottengono i dati cumulativi di emissione per i singoli analiti.

NO _x	CO	CO ₂	NH ₃	PM	N ₂ O
-----------------	----	-----------------	-----------------	----	------------------

Nella tabella di Figura 22 vengono riportati, per le lavorazioni 4,5,6,10 e 11 del cronoprogramma, le emissioni tabellari dei singoli mezzi per il numero e tipo di mezzi utilizzati. Il dato nella terza colonna riporta l'emissione cumulativa espressa in grammi/giorno. Nell'ipotesi di condizioni di vento tra 0 e 2 m/s e quindi di atmosfera sostanzialmente stazionaria e che vengano interessati i primi 200m di atmosfera come volume di dispersione degli inquinanti, si ottiene un volume complessivo che interessa l'area di cantiere di 29.660.000 m³. Per studiare l'effetto anche sulle aree circostanti l'area di cantiere, l'abitato e il SIC/ZPS, vengono anche presi in considerazione i volumi inerenti gli areali di dispersione adiacenti l'area di emissione. Gli areali concentrici analizzati sono quelli a distanza di +50m, +100m, +150m, +200m dall'area di cantiere e la Figura 21 riporta i volumi corrispondenti.

	SUPERFICI DI DISPERSIONE m ²	VOLUMI DI DISPERSIONE SU h=200m
AREA DI CANTIERE	148.300	29.660.000
AREALE + 50m	233.400	46.680.000
AREALE + 100m	332.500	66.500.000
AREALE +1 50m	446.900	89.380.000
AREALE + 200m	576.500	115.300.000

Figura 21 Areali e volumi di dispersione degli inquinanti

FASI LAVORATIVE	EMISSIONE CUMULATIVA PER ANALITA	MEZZI IN CANTIERE	NUMERO DI MEZZI IMPEGATI TOTALI	INQUINANTI g/giorno							
				A NO _x	B CO	C CO ₂	D NH ₃	E PM	F N ₂ O		
4 Realizzazione molo di sottoflutto			4								
A NO _x	8644,210835	ESCAVATORE / DEMOLITORE	2	838	448	168680	1	5	1		
B CO	14754,03776	GRU GOMMAT A20t	2	1670	392	300812	1	97	12		
C CO ₂	11402826,03	DUMPER 33t / BETONIERA 6mc	7	152	664	583752	2	10	2		
D NH ₃	822,5872	COMPRESSORE 370kW	0	6019	6367	1420974	14	910	154		
E PM	536,7219405	GRUPPO ELETTROGENO 60kW	1	919	972	216874	2	139	24		
F N ₂ O	102,68192	DRAGA / NAVE	1	1121	4904	4310364	14	73	14		
		GRU LINK-BELT	1	429	1876	1648842	5	28	5		
		AUTOMOBILE/PICCOLO FURGONATO	3	33	224	67167	42	7	7		
			17								
5 Realizzazione banchine portuali			5								
A NO _x	4194,350702	ESCAVATORE / DEMOLITORE	2	838	448	168680	1	5	1		
B CO	9522,33024	GRU GOMMAT A20t	0	1670	392	300812	1	97	12		
C CO ₂	6242922,132	DUMPER 33t / BETONIERA 6mc	6	152	664	583752	2	10	2		
D NH ₃	1788,0096	COMPRESSORE 370kW	0	6019	6367	1420974	14	910	154		
E PM	296,3744471	GRUPPO ELETTROGENO 60kW	1	919	972	216874	2	139	24		
F N ₂ O	95,63712	DRAGA / NAVE	0	1121	4904	4310364	14	73	14		
		GRU LINK-BELT	1	429	1876	1648842	5	28	5		
		AUTOMOBILE/PICCOLO FURGONATO	8	33	224	67167	42	7	7		
			18								
6 Predisposizione impianti interrati			6								
A NO _x	3827,743757	ESCAVATORE / DEMOLITORE	1	838	448	168680	1	5	1		
B CO	3812,7712	GRU GOMMAT A20t	1	1670	392	300812	1	97	12		
C CO ₂	2055369,751	DUMPER 33t / BETONIERA 6mc	2	152	664	583752	2	10	2		
D NH ₃	670,9424	COMPRESSORE 370kW	0	6019	6367	1420974	14	910	154		
E PM	283,14131	GRUPPO ELETTROGENO 60kW	1	919	972	216874	2	139	24		
F N ₂ O	60,84832	DRAGA / NAVE	0	1121	4904	4310364	14	73	14		
		GRU LINK-BELT	0	429	1876	1648842	5	28	5		
		AUTOMOBILE/PICCOLO FURGONATO	3	33	224	67167	42	7	7		
			8								
10 Realizzazione edifici commerciali e di ristorazione			10								
A NO _x	5479,530433	ESCAVATORE / DEMOLITORE	2	838	448	168680	1	5	1		
B CO	8719,45408	GRU GOMMAT A20t	1	1670	392	300812	1	97	12		
C CO ₂	4714142,801	DUMPER 33t / BETONIERA 6mc	5	152	664	583752	2	10	2		
D NH ₃	3020,8256	COMPRESSORE 370kW	0	6019	6367	1420974	14	910	154		
E PM	399,2210586	GRUPPO ELETTROGENO 60kW	1	919	972	216874	2	139	24		
F N ₂ O	141,16096	DRAGA / NAVE	0	1121	4904	4310364	14	73	14		
		GRU LINK-BELT	0	429	1876	1648842	5	28	5		
		AUTOMOBILE/PICCOLO FURGONATO	14	33	224	67167	42	7	7		
			23								
11 Realizzazione parcheggio e opere stradali			11								
A NO _x	3860,359757	ESCAVATORE / DEMOLITORE	1	838	448	168680	1	5	1		
B CO	4036,9792	GRU GOMMAT A20t	1	1670	392	300812	1	97	12		
C CO ₂	2122536,895	DUMPER 33t / BETONIERA 6mc	2	152	664	583752	2	10	2		
D NH ₃	881,5424	COMPRESSORE 370kW	0	6019	6367	1420974	14	910	154		
E PM	290,48531	GRUPPO ELETTROGENO 60kW	1	919	972	216874	2	139	24		
F N ₂ O	67,54432	DRAGA / NAVE	0	1121	4904	4310364	14	73	14		
		GRU LINK-BELT	0	429	1876	1648842	5	28	5		
		AUTOMOBILE/PICCOLO FURGONATO	4	33	224	67167	42	7	7		
			9								

Figura 22 Tabella emissioni cumulative per singolo inquinante/giorno tipo

TABELLA RIASSUNTIVA GIORNALIERA DELLA PRODUZIONE DI INQUINANTI (in g)	g	Kg	t	Coeff. Di contemporaneità	Ventilazione costiera	g
NO _x	25876	25,88	0,026	0,30	0,35	2716,952
CO	39949	39,95	0,040	0,30	0,35	4194,618
CO ₂	26269129	26269,13	26,269	0,30	0,35	2758258,548
NH ₃	6342	6,34	0,006	0,30	0,35	665,858
PM	1777	1,78	0,002	0,30	0,35	186,540
N ₂ O	441	0,44	0,000	0,30	0,35	46,314

Figura 23 Tabella dati cumulativi di emissione per singolo inquinante espressi in grammi

Nella tabella di Figura 22 vengono riportati i dati cumulativi di emissione per singolo inquinante. Viene introdotto un coefficiente di contemporaneità che tiene conto del fermo dei mezzi ed un parametro che tiene conto del fattore di ventilazione costiera che disperde gli inquinanti diminuendone la concentrazione.

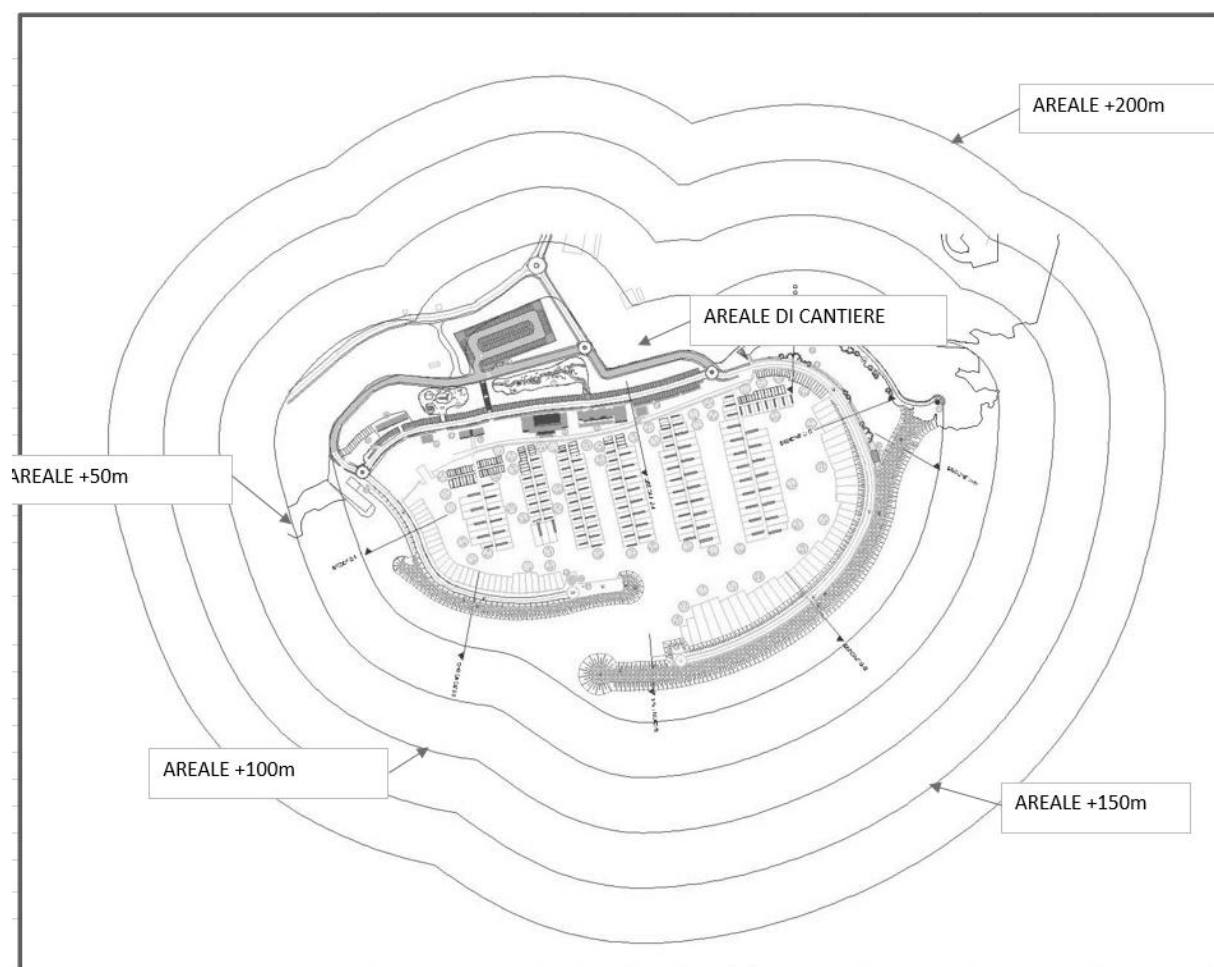


Figura 24 Area di costruzione del porto ed areali di accrescimento da 50m per la valutazione dei volumi di diffusione degli inquinanti e le loro concentrazioni nell'area SIC/ZPS

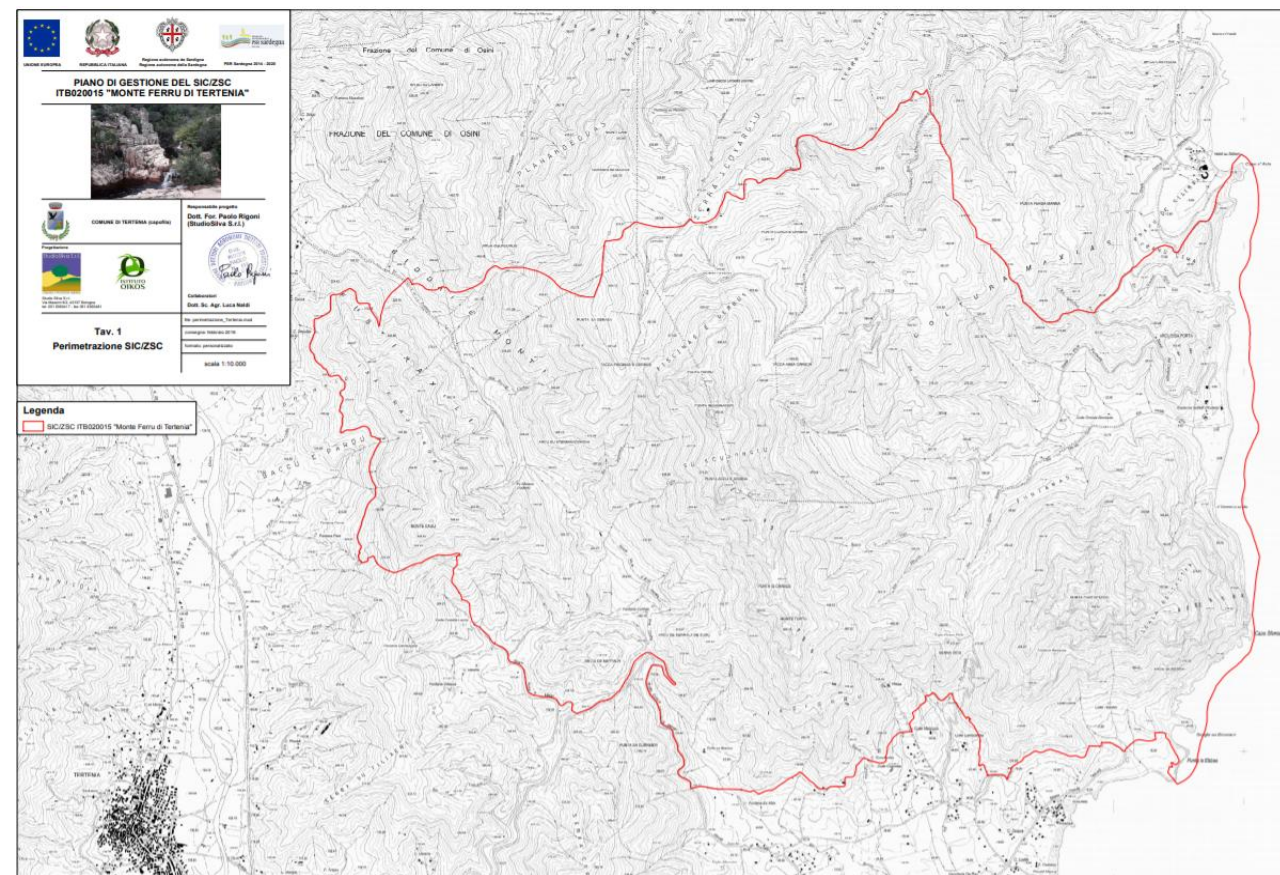


Figura 25 Perimetrazione del SIC/ZPS C ITB020015 "Monte Ferru di Tertenia"

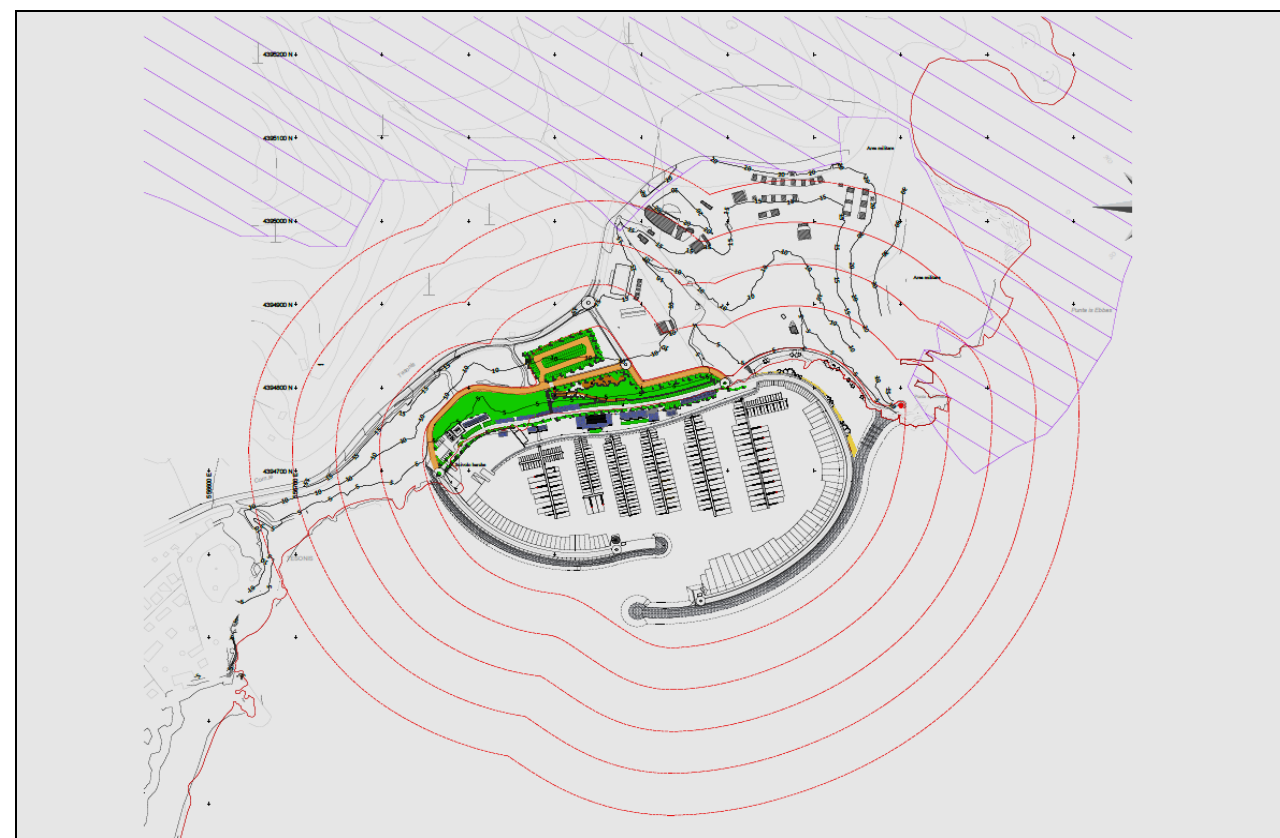


Figura 26 Area di costruzione del porto e areali di influenza a +50m, +100m, +150m, +200m rispetto al SIC/ZPS ed all'insediamento turistico

1.5.1.5 Conclusioni di impatto e misure di mitigazione

La tabella di Figura 27 riporta i risultati della concentrazione di inquinanti dovuti all'attività di cantiere per il giorno tipo analizzato e per i diversi areali di diffusione. Dal confronto con la tabella normativa di Figura 28, contenuta negli allegati al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, emerge il rispetto della norma per il protossido di azoto (N₂O) e per il particolato PM 2,5-10, il parziale rispetto per l'ossido e biossido di azoto NO_x che rientrano nella norma solo a 150m dall'area di cantiere (e dunque anche per l'area SIC/ZPS). Per il monossido di carbonio e per l'anidride carbonica si potrà rientrare nei limiti della norma solo se in fase di cantiere verranno utilizzati mezzi con classe di emissione Euro 5 e 6. In ogni caso durante la cantierizzazione sarà necessario installare centraline di controllo e misura della qualità dell'atmosfera che attuino un monitoraggio secondo le indicazioni degli Enti preposti (si veda PMA)

CONCENTRAZIONE INQUINANTI IN µg/m ³ giorno						
91,60323014	141,4233901	92995,90521	22,44970519	6,289266586	1,561507323	AREA DI CANTIERE
58,20376619	89,85899208	59088,65785	14,26431568	3,996136395	0,992165964	AREALE + 50m
40,85641813	63,07695865	41477,57216	10,01290611	2,805107473	0,696455747	AREALE + 100m
30,39776019	46,93016055	30859,90768	7,449745536	2,087040131	0,51817305	AREALE +150m
23,56419606	36,38003253	23922,45055	5,775006557	1,617863373	0,401685232	AREALE + 200m
NO_x	CO	CO₂	NH₃	PM	N₂O	
30	10	200ppm	no limite norm	50	400	

Figura 27 concentrazione degli inquinanti nelle aree di cantiere e limitrofe

Inquinante	Parametro	Valore	Riferimento
Benzene	Media annuale	5 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
CO	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	10 mg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
NO₂	Media oraria	200 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile
	Media oraria	400 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media annua	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
NO_x	Media annua	30 µg/m ³	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione
Ozono	Media oraria	180 µg/m ³	Soglia di informazione
	Media oraria	240 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m ³	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare più di 25 per anno civile come media sui tre anni
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m ³	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana
	AOT40	18000 µg·h/m ³	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione come media sui cinque anni
	AOT40	6000 µg·h/m ³	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione
PM10	Media giornaliera	50 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile
	Media annua	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
PM2,5	Media annua	25 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
SO₂	Media oraria	350 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile.
	Media oraria	500 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media giornaliera	125 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile
	Media annua	20 µg/m ³	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione
	Media invernale	20 µg/m ³	Livello critico invernale per la protezione della vegetazione

Tabella 1 – Limiti di legge utilizzati nella relazione

Figura 28 Tabella dei limiti di presenza in atmosfera degli inquinanti del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155

Sarà in ogni caso necessario attuare le seguenti misure di gestione ambientale del cantiere (§3.2.1) ed in particolare di abbattimento e mitigazione dei fenomeni di sospensione e risolleamento delle polveri prodotte dall'attività di cantiere di seguito richiamati :

- prevedere nel CSA di progetto che l'impresa aggiudicatrice dei lavori presenti alla direzione dei lavori soluzioni efficaci per il contenimento del sollevamento di polvere causata dalle lavorazioni. Con riferimento alla gestione dei materiali polverulenti ed in particolare, alle operazioni di scarico, l'impresa appaltatrice dovrà attenersi a quanto disposto dall'allegato V alla Parte Quarta del DLgs. 152/06 e ss.mm.ii.;
- coprire i camion preposti al trasporto con idonei teli atti ad evitare la dispersione delle polveri;
- utilizzare mezzi che rientrano nella categoria EEV nel rispetto delle attuali norme antinquinamento;
- umidificare periodicamente i cumuli eventualmente stoccati per ridurre il diffondersi delle polveri;
- installare un impianto di vaporizzazione nelle aree di cantiere durante tutte le fasi di movimentazione dei materiali polverulenti;
- installare un impianto per il lavaggio delle ruote dei mezzi in prossimità dell'uscita del cantiere;
- provvedere alla periodica bagnatura delle piste di cantiere e dei materiali di costruzione;
- moderare la velocità nelle aree di cantiere.

1.5.2 Fase di esercizio

Nella presente sezione si propone un percorso concettuale che, a partire da condizioni teoriche della descrizione della situazione attuale e dello stato futuro del sistema locale in presenza del porto, conduca, passaggio per passaggio, all'approssimazione di uno scenario probabile, altamente realistico sulle condizioni di emissione delle unità nautiche previste per il porto di Tertenia. La scelta metodologica fatta è quella di proporre uno studio ripercorribile e valutabile in ogni sua fase, effettuato per approssimazioni successive.

Si è provveduto a stimare il contributo emissivo dell'approdo per gli scenari futuri e mediante la proposizione di uno scenario in ingresso ed uscita dal porto.

Lo scenario prodotto riporterà i valori di emissione annua complessiva e media giornaliera per gli inquinanti tabellati, successivamente verrà applicata una ipotesi di dispersione uniforme degli inquinanti per passare dal valore di emissione ai valori di concentrazione. Si fanno, in seguito, alcune considerazioni rispetto allo scenario proposto ed alla loro caratterizzazione di partenza, andando a discutere uno scenario probabile, rispetto al quale si applica lo stesso modello di dispersione degli inquinanti.

1.5.2.1 Situazione successiva alla realizzazione del nuovo porto di Tertenia

Lo scenario analizza la situazione successiva alla costruzione del nuovo porto, simulando una condizione a regime e ipotizzando uno scenario di utilizzo medio annuale del porto come di seguito definito basato sulla tabella di posti barca per categoria (Tabella 3 della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale").

Ipotesi:

- i tempi di accensione motori e percorrenza sono pari a 15 min per la manovra di entrata e 15 min per la manovra di uscita per le barche più piccole e di 1 ora per le barche più grandi.
- Tutte le imbarcazioni in movimento durante l'arco dell'anno.
- Prospetto delle frequenze di percorrenza per categoria di imbarcazione, viene riportata anche il contributo delle 5 imbarcazioni di IV classe delle forze dell'ordine per le quali viene considerata una frequenza di percorrenza di 400 entrate/uscite:

classe I	50 entrate/uscite all'anno
classe II	50 entrate/uscite all'anno
classe III	40 entrate/uscite all'anno
classe IV	40 entrate/uscite all'anno
classe V	40 entrate/uscite all'anno
classe VI	30 entrate/uscite all'anno
classe VII	30 entrate/uscite all'anno

classe VIII	30 entrate/uscite all'anno
classe IX	25 entrate/uscite all'anno
classe X	25 entrate/uscite all'anno
classe IV forze dell'ordine	400 entrate/uscite all'anno

Di seguito vengono riportate le tabelle contenenti i valori calcolati di consumo di carburante per ciascuna classe di imbarcazioni. Per unità di frequenza di percorrenza si intende una andata più ritorno.

CLASSE I-II		Frequenza di percorrenza				
< 8 m		50/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza	Consumo medio carburante	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo
		[kW]	[l/kWh]			
60	2T benzina	7	0,912	50	0,5	9576
40	2T benzina	25	0,776	50	0,5	19400
40	4T benzina	80	0,476	50	0,5	38080
40	4T benzina	220	0,476	50	0,5	104720

Figura 29 Consumi di carburante su base annua per la classe I-II.

CLASSE III		Frequenza di percorrenza				
8 m – 10 m		40/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza	Consumo medio carburante	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo
		[kW]	[l/kWh]			
20	2T benzina	50	0,612	50	0,5	15300
10	4T benzina	90	0,476	50	0,5	10710
10	4T benzina	190	0,476	50	0,5	22610
6	4T benzina	220	0,476	50	0,5	15708

Figura 30 Consumi di carburante su base annua per la classe III.

CLASSE IV		Frequenza di percorrenza				
13-15 m		40/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza	Consumo medio carburante	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo
		[kW]	[l/kWh]			
20	4T benzina	100	0,476	40	0,5	19040
20	4T benzina	200	0,476	40	0,5	38080
20	4T benzina	441	0,476	40	0,5	83966,4
5	4T benzina	500	0,476	40	0,5	23800
5	4T benzina	500	0,476	400	0,5	238000

Figura 31 Consumi di carburante su base annua per la classe IV.

CLASSE V		Frequenza di percorrenza				
18 m		40/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza [kW]	Consumo medio carburante [l/kWh]	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo [l/anno]
44	diesel	455	0,353	40	0,5	141341,2

Figura 32 Consumi di carburante su base annua per la classe V.

CLASSE VI		Frequenza di percorrenza				
20 m		40/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza [kW]	Consumo medio carburante [l/kWh]	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo [l/anno]
30	diesel	639	0,353	40	0,5	135340,2

Figura 33 Consumi di carburante su base annua per la classe VI.

CLASSE VII		Frequenza di percorrenza				
21-25m		40/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza [kW]	Consumo medio carburante [l/kWh]	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo [l/anno]
10	diesel	800	0,353	40	0,5	56480
8	diesel	1029	0,353	30	0,5	43588,44

Figura 34 Consumi di carburante su base annua per la classe VII.

CLASSE VIII		Frequenza di percorrenza				
26-30m		30/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza [kW]	Consumo medio carburante [l/kWh]	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo [l/anno]
5	diesel	1300	0,353	30	0,5	34417,5

Figura 35 Consumi di carburante su base annua per la classe VIII.

CLASSE IX		Frequenza di percorrenza				
35m		25/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza [kW]	Consumo medio carburante [l/kWh]	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo [l/anno]
3	diesel	2200	0,353	25	0,5	29122,5

Figura 36 Consumi di carburante su base annua per la classe IX.

CLASSE X		Frequenza di percorrenza				
40m		25/anno				
Numero imbarcazioni	Tipo motore	Potenza [kW]	Consumo medio carburante [l/kWh]	Numero di uscite	tempi di percorrenza E/U	Consumo annuo [l/anno]
3	diesel	2600	0,353	25	0,5	34417,5

Figura 37 Consumi di carburante su base annua per la classe X.

Tenendo conto della densità dei carburanti utilizzati dalle imbarcazioni (benzina: 747, 5 kg/m³; gasolio: 832,5 kg/m³), si deducono i consumi complessivi annui in [kg/anno]. Applicando i fattori di emissioni di motori benzina e diesel medi, già espone nella sezione "cantiere", ricaviamo i seguenti valori di emissioni di inquinanti:

CONSUMI TOTALI	coefficiente di utilizzo	l/anno	densità Kg/m ³	densità Kg/l	Kg/anno	
Consumi totali benzina/anno	424790,4	0,75	318.592,80	747,5	0,7475	238.148,12
Consumi totali diesel/anno	474707,34	0,6	284.824,40	832,5	0,8325	237.116,32

TABELLA INQUINANTI						
			g/Kg = g di inquinante/Kg di carburante	consumo in kg/anno	g di inquinante/anno	g medi giornalieri
benzina	A	NOX	1,51	238.148,12	359.603,66	985,22
	B	CO	10,38	238.148,12	2.471.977,46	6.772,54
	C	CO2	3109,59	238.148,12	740.543.006,25	2.028.884,95
	D	NH3	1,95	238.148,12	464.388,83	1.272,30
	E	PM	0,34	238.148,12	80.970,36	221,84
	F	N2O	0,31	238.148,12	73.825,92	202,26
diesel	A	NOX	0,82	237.116,32	193.480,27	530,08
	B	CO	3,57	237.116,32	846.505,25	2.319,19
	C	CO2	3137,64	237.116,32	743.985.637,73	2.038.316,82
	D	NH3	0,01	237.116,32	2.371,16	6,50
	E	PM	0,05	237.116,32	12.679,08	34,74
	F	N2O	0,01	237.116,32	2.371,16	6,50

Figura 38 Emissioni di inquinanti complessive, su base annua e giornaliera

1.5.2.2 Stato della qualità dell'aria nel comune di Tertenia

Non sono noti i dati di eventuali Campagne di monitoraggio della qualità dell'aria condotte nel comune di Tertenia, tuttavia sarà utile avere una base di confronto dei dati al momento della costruzione del porto per poter quantificare le emissioni complessive sia in concomitanza della costruzione delle opere sia per la fase di esercizio del porto stesso.

1.5.2.3 Stima della dispersione in atmosfera delle emissioni del porto e in fase di esercizio

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati della valutazione dell'impatto delle emissioni del porto nella fase di esercizio; nello specifico, lo studio del trasporto e della diffusione degli inquinanti emessi in atmosfera è stato condotto allo scopo di valutare:

- le concentrazioni medie annue al suolo di NO_x , CO, CO_2 e polveri derivanti dalle emissioni delle imbarcazioni in ingresso e in uscita dal porto, allo scopo di verificare il rispetto del limite imposto dal DM 60/02 a protezione della vegetazione nel SIC/ZPS Monte Ferru;

Identificazione e caratterizzazione delle sorgenti

Le emissioni complessive del porto, la cui procedura di stima è descritta in dettaglio al paragrafo 1, sono riassunte nelle tabelle di Figura 38

Come già descritto al §1.5.2.1, si tratta di stime largamente cautelative per quanto concerne sia il numero di imbarcazioni considerate sia i tempi di percorrenza di tali imbarcazioni all'interno del porto.

L'intera estensione del porto nella sua configurazione di progetto è stata schematizzata come un sorgente areale sulla quale sono state distribuite in modo uniforme le emissioni indicate nella precedente tabella.

Stima delle concentrazioni al suolo

Il dato nell'ultima colonna della Figura 38 riporta l'emissione cumulativa espressa in grammi/giorno. Nell'ipotesi di condizioni di vento tra 0 e 2 m/s e quindi di atmosfera sostanzialmente stazionaria e che vengano interessati i primi 200m di atmosfera come volume di dispersione degli inquinanti, si ottiene un volume complessivo che interessa l'area di cantiere di 29.660.000 m³. Per studiare l'effetto anche sulle aree circostanti l'area di cantiere, l'abitato e il SIC/ZPS, vengono anche presi in considerazione i volumi inerenti gli areali di dispersione adiacenti l'area di emissione. Gli areali concentrici analizzati sono quelli a distanza di +50m, +100m, +150m, +200m dall'area di cantiere e la Figura 39 riporta i volumi corrispondenti.

	SUPERFICI DI DISPERSIONE m ²	VOLUMI DI DISPERSIONE SU h=200m
AREA DEL PORTO	148.300	29.660.000
AREALE + 50m	233.400	46.680.000
AREALE + 100m	332.500	66.500.000
AREALE +150m	446.900	89.380.000
AREALE + 200m	576.500	115.300.000

Figura 39 Areali e volumi di dispersione degli inquinanti

TABELLA RIASSUNTIVA GIORNALIERA DELLA PRODUZIONE DI INQUINANTI (in g)	g totali annui	Kg	t	Ventilazione costiera	g
NO_x	1915,4	1,92	0,002	0,35	670,37
CO	11168,9	11,17	0,011	0,35	3909,12
CO_2	5371916,8	5371,92	5,372	0,35	1880170,87
NH_3	1451,0	1,45	0,001	0,35	507,85
PM	303,7	0,30	0,000	0,35	106,28
N_2O	238,9	0,24	0,000	0,35	83,62

Figura 40 Produzione annua complessiva per singolo inquinante

Nella stima della diffusione, si è considerato una sorgente di tipo areale, rappresentante l'estensione attuale del porto, mentre per le concentrazioni raggiungibili delle adiacenze ed il calcolo delle ricadute si sono considerati degli areali concentrici più estesi come riportati in Figura 41

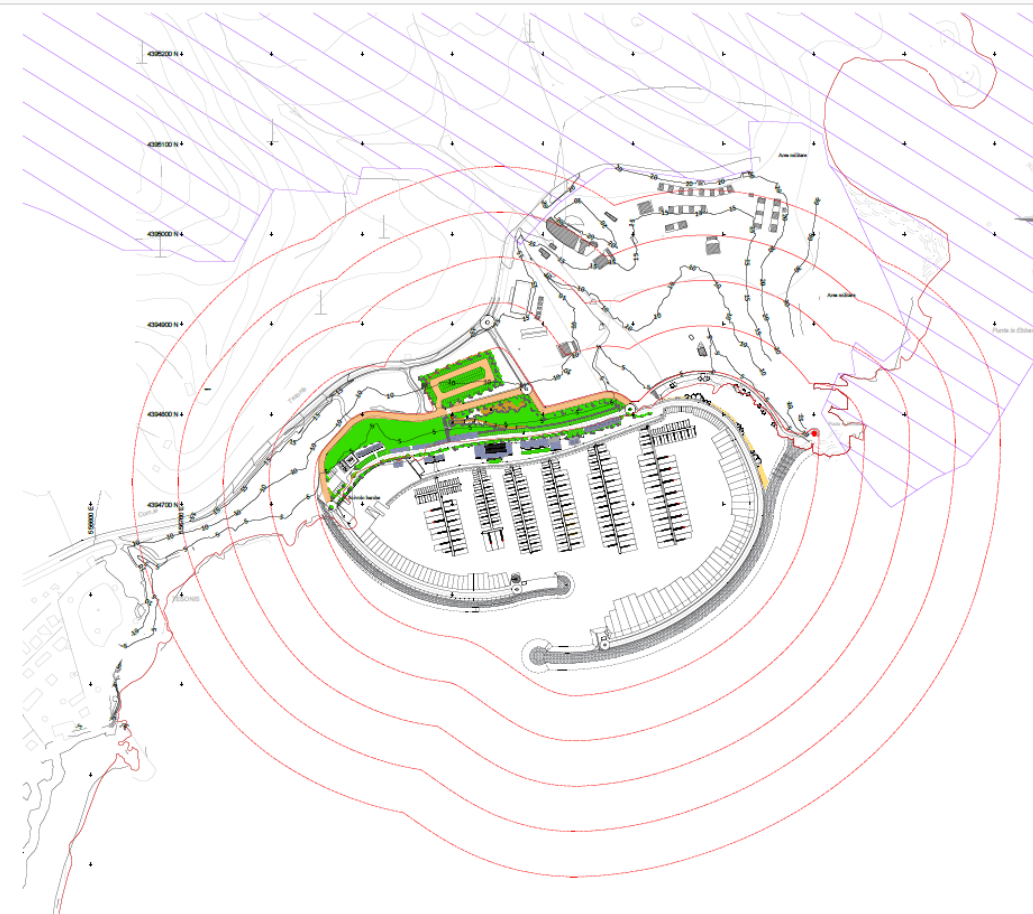


Figura 41 Areali di dispersione degli inquinanti nell'area portuale e limitrofe

CONCENTRAZIONE INQUINANTI IN $\mu\text{g}/\text{m}^3$ giorno					
5,25	9,58	8420,99	0,03	5,24	48,98
NO _x	CO	CO ₂	NH ₃	PM	N ₂ O
30	10	200ppm	no limite norm	50	400

Figura 42 Concentrazione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ giorno e ppm dell' area del bacino portuale

I risultati (Figura 42) dell'analisi condotta di concentrazione al suolo degli inquinanti, per la sola area portuale, evidenziano un sostanziale rispetto delle tabella normative (Figura 28). Le attività legate al porto non producono effetti inquinanti al di sopra dei limiti stabiliti per legge. Considerando le aree circostanti ed ampliando quindi la superficie di caduta ed i volumi di dispersione degli inquinanti ci si attendono valori di isoconcentrazione al suolo anche minori. I dati sull'apporto di inquinanti dovuti e attività a regime del porto potranno essere utilmente confrontate con una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria da effettuare sul territorio di Tertenia prima della costruzione del porto.

In fase di progetto esecutivo potrà essere impiegato un modello di dispersione che simuli i fenomeni di emissione nell'ambiente per diverse tipologie di sorgenti, tipicamente rappresentative delle sorgenti industriali (sorgenti areali, puntuali, lineari) per terreni semplici o complessi ed è in grado di riprodurre i fenomeni di dispersione degli inquinanti in atmosfera considerando i seguenti aspetti:

- variazioni dell'intensità di vento al variare della quota, della classe di stabilità atmosferica e della rugosità del suolo;
- quota di innalzamento del pennacchio dovuta al contributo cinetico e termodinamico caratteristico del gas effluente;
- effetto "down-wash" (abbassamento del pennacchio) dovuto all'influenza di edifici localizzati nelle vicinanze della sorgente;
- l'effetto di abbassamento del pennacchio dovuto al influenza di eventi di precipitazioni piovose;
- la dispersione degli inquinanti in funzione della classe di stabilità atmosferica.

1.6 Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

1.6.1 Fase di cantiere

Il paesaggio non fase di cantiere subirà una alterazione temporanea e del tutto reversibile per la quale non si ritiene di dover approfondire impatti e mitigazioni.

1.6.1.1 Archeologia

In base agli esiti della valutazione preventiva di rischio archeologico può essere attribuito un rischio archeologico alto nelle opere da eseguirsi nel fondale sabbioso ed un rischio medio per le opere da eseguirsi nella parte di fondale misto e duro e per le opere a terra.

Si consiglia l'esecuzione di saggi con sorbona trasversali alle dighe e l'assistenza archeologica durante le opere a terra.

1.6.2 Fase di esercizio

Si riportano di seguito le modificazioni indotte sul paesaggio così come rilevate nella Relazione Paesaggistica, cui si rinvia per ogni approfondimento sull'argomento.

Le mitigazioni sono sostanzialmente insite nelle scelte progettuali. Si veda in proposito §3.1.

MODIFICAZIONI indotte dal progetto sul paesaggio (DPCM 12.12.2005)	Note, spiegazioni, indicazione degli interventi di mitigazione e compensazione assunti nel progetto definitivo.
<i>Modificazioni della morfologia, quali sbancamenti e movimenti di terra significativi, eliminazione di tracciati caratterizzanti riconoscibili sul terreno (rete di canalizzazioni, struttura parcellare, viabilità secondaria,..) o utilizzati per allineamenti di edifici, per margini costruiti, ecc.</i>	Le viabilità di accesso saranno realizzate come completamento degli attuali percorsi sterrati. Saranno realizzati piccoli sbancamenti dell'altezza massima di 1 m per portare in piano le aree di parcheggio ed i locali tecnici, il materiale di scavo verrà in compensazione reimpiegato per i riempimenti e le riprofilature necessarie.
<i>Modificazioni della compagine vegetale (abbattimento di alberi, eliminazione di formazioni riparali, ...)</i>	Alcune essenze presenti a ridosso della strada del parcheggio verranno rimosse e successivamente ripiantumate puntualmente per la realizzazione delle aree espositive e di completamento delle opere a verde.
<i>Modificazioni dello skyline naturale o antropico (profilo dei crinali, profilo dell'insediamento)</i>	L'inserimento della struttura portuale, anche se di limitate dimensioni, modificherà lo skyline della costa nelle diverse viste da mare e da terra. L'intero progetto è stato però studiato con il fine di ridurre al minimo gli impatti sul paesaggio e sull'ambiente. <ul style="list-style-type: none"> • Non è prevista una banchina riva con struttura a palancole, ma una scogliera che naturalmente accompagna la linea di battigia. • L'altezza dei moli verrà contenuta grazie alla presenza di una vasca di dissipazione, inoltre sarà tale (1.50m) da garantire la visuale libera del mare. • Gli edifici saranno su di un unico livello con richiami, nell'impiego dei materiali, all'architettura locale. • Gli edifici saranno contenuti nell'altezza della scarpata, ciò favorirà una minore visuale degli stessi da terra e da mare. • Sarà prestata particolare cura alla presenza di aree verdi, attraverso la ri/piantumazione di essenze vegetali autoctone.

<p>Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, evidenziando l'incidenza di tali modificazioni sull'assetto paesistico</p>	<p>La realizzazione della struttura portuale determinerà una protezione della costa dall'azione del moto ondoso con riduzione dei fenomeni erosivi.</p> <p>La realizzazione riguarda comunque tutte opere che si inseriscono sostanzialmente all'altezza del mezzo finale recettore (il mare) per cui poco contribuiscono a modificare la funzionalità idraulica dei fossi.</p> <p>Inoltre gli studi meteomarini hanno evidenziato come l'opera portuale non inciderà sul trasporto sedimentario.</p> <p>Oltre le variazioni nell'area occupata dal bacino portuale stesso, non sono evidenti modifiche alle aree di accumulo ed erosione, che restano sostanzialmente invariate sia in termini qualitativi che quantitativi rispetto alla situazione attuale.</p> <p>Il modello evidenzia inoltre come la struttura portuale non andrà a modificare l'apporto sedimentario alla spiaggia di Foxi Manna.</p>
<p>Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico</p>	<p>Si veda quanto scritto per le modificazioni dello skyline.</p>

1.7 Rumore

1.7.1 Fase di cantiere

Il rumore in fase di cantiere deriva dal cantiere base e dal traffico di approvvigionamento da cava. Entrambi vengono valutati nel giorno critico in apposita Valutazione di Impatto acustico del cantiere riportata in ALLEGATO 1.

Dalle analisi condotte nel Quadro di Riferimento Programmatico (Piano di classificazione acustica §1.2.11. della relazione "Quadro di Riferimento Programmatico") ed Ambientale (§1.7 della relazione "Quadro di Riferimento Ambientale") si evince che l'area di intervento ricade in classe III, proprio in virtù della previsione portuale. Le aree circostanti ricadono in classe II e l'unico ricettore segnalato in prossimità del porto è il Nuraghe Aleri. Da un'analisi più attenta del contesto territoriale si evince però la presenza del villaggio turistico Camping Tesonis e di alcuni ricettori residenziali lungo strada.

Si ritiene di dover considerare detti ricettori nella valutazione di impatto acustico di cantiere.

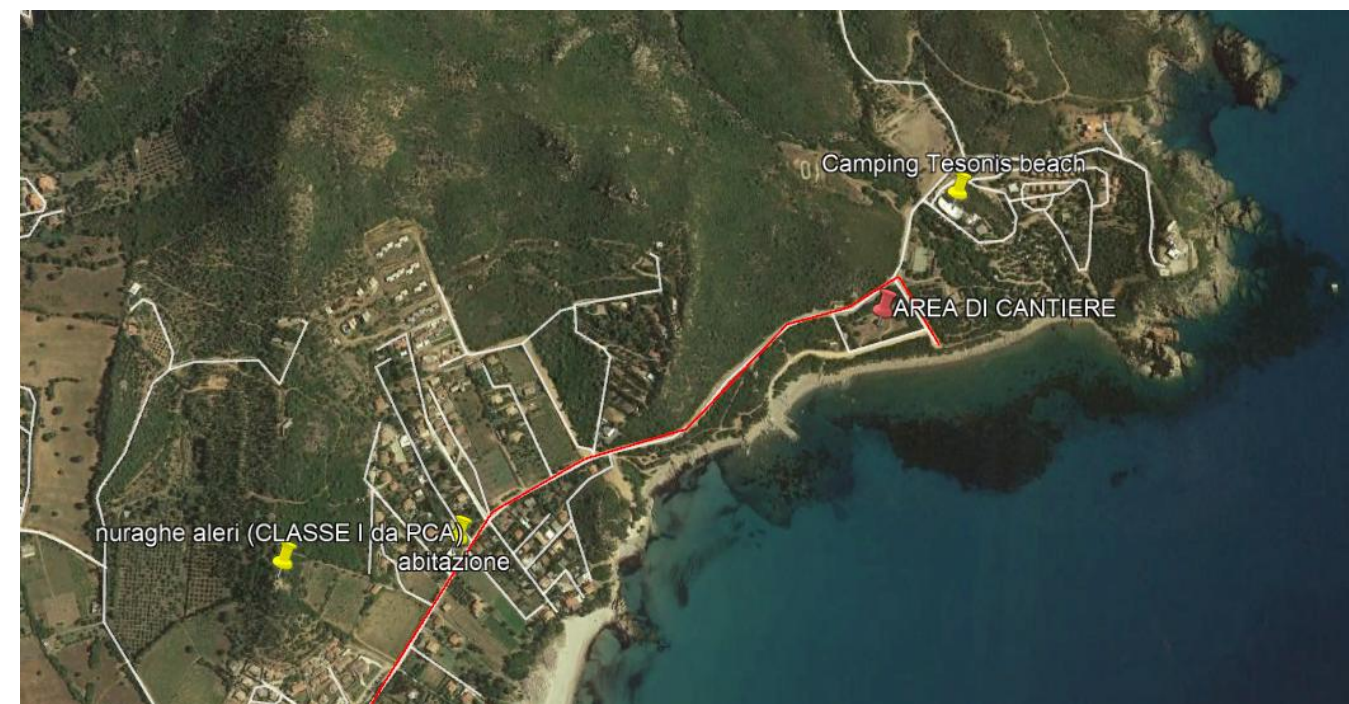


Figura 43 Area di cantiere, percorso mezzi e ricettori considerati

La valutazione di Impatto acustico, cui si rinvia, riporta le seguenti conclusioni:

- CANTIERE BASE: da mitigare attraverso la realizzazione di una barriera acustica lungo la via che collega via Aldo Moro con il porto. H 2m;
- TRAFFICO DI APPROVVIGIONAMENTO: Si ipotizza che, nelle condizioni di massima operatività del cantiere, avvengono massimo 200 transiti (contando andata e ritorno) di autoveicoli al giorno che dalla cava porteranno inerti al cantiere, passando da strade di tipologia E ed F quindi con limiti di immissioni pari a quelle del piano comunale di classificazione acustica (come previsto dal D.P.R. 142 del 30/03/2004). La classe acustica più bassa risulta la II quindi con un limite di immissione nel tempo di riferimento diurno pari a 55 dB(A). Si assume che il SEL associato al transito di ciascun veicolo sia pari a 77,1 dB(A) alla distanza di 7 metri (distanza dei fabbricati più vicini) che rapportato al periodo di riferimento diurno di 16 ore, fornisce un livello di immissione di 52,5 dB(A) a 7 metri. Essendo tale valore minore al limite di immissione per la classe acustica più bassa è possibile affermare che l'inquinamento acustico dovuto al traffico veicolare degli autoveicoli che trasporteranno gli inerti dalla cava al cantiere rispettano i valori limiti dettati dal D.P.R. 142 del 30/03/2004.

1.7.2 Fase di esercizio

Il rumore in fase di esercizio verrà generato da tre componenti:

- veicoli in accesso-uscita dal porto;
- attività portuali;
- natanti.

Per ciò che concerne i veicoli, come già illustrato al §1.5.2. della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale", il traffico indotto in alta stagione avrà in ogni caso un impatto inferiore rispetto a quello generato dai camion di

approvvigionamento in fase di cantiere. Ciò non solo in termini di numero di viaggi/giorno, ma soprattutto per la tipologia di sorgente: le automobili rappresentano una sorgente decisamente meno impattante rispetto ad un camion, ciò è vero in assoluto, ma è tanto più vero se si pensa al continuo aggiornamento del parco veicolare automobilistico (non così rapido per i mezzi di cantiere) ed all'avvento delle auto ibride. **La valutazione previsionale di impatto acustico, soddisfatta per la fase di cantiere, consente di considerare soddisfatta la verifica anche in fase di esercizio per il solo impatto acustico generato dai veicoli in transito.**

Per ciò che concerne le attività portuali, allo stato attuale delle conoscenze, **l'unica attività soggetta ad obbligo di presentazione di valutazione di impatto acustico risulta essere il cantiere nautico.** L'attuale fase di progettazione non consente di effettuare valutazioni di dettaglio sulle attività rumorose ivi presenti, tuttavia è possibile effettuare le seguenti valutazioni preliminari:

- nel piazzale di cantiere è presente un capannone, nel quale è lecito attendersi che vengano effettuate le attività più rumorose, con relativa mitigazione di impatto;
- in prossimità del porto non sono presenti ricettori sensibili.

Tale valutazione previsionale non esonera ogni titolare di attività di rivalutare la necessità di effettuare la valutazione di impatto acustico prima della messa in esercizio: ogni attività ha caratteristiche peculiari e solo al momento dell'installazione esiste la possibilità di conoscere il numero e la tipologia di macchinari nonché il tipo di lavorazioni che si svolgeranno all'interno. In tal modo sarà possibile valutare l'impatto effettivo di ogni sorgente.

L' **inquinamento acustico dei natanti all'interno del porto viene valutato in questa fase trascurabile**, in quanto le uniche potenziali sorgenti risultano i motori di trazione i quali durante l'ormeggio saranno accesi in porto per un tempo limitato e comunque non contemporaneo.

1.8 Energia

1.8.1 Fase di cantiere

Si raccomanda l'adozione di misure atte ad aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere. In fase di fattibilità tecnica economica non è possibile entrare nello specifico delle dotazioni di cantiere, pertanto si fa riferimento a generiche misure di efficientamento energetico in parte desunte dai CAM.

1.8.2 Fase di esercizio

1.8.2.1 Approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili: smart grid con impianto fotovoltaico

Il progetto prevede la realizzazione un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica.

I pannelli fotovoltaici sono distribuiti:

- sui tetti degli edifici bar ristorante e zona servizi vendita prodotti - potenza di picco prevista pari a 95 kWp;
- su pensiline fotovoltaiche a servizi dei parcheggi - potenza di picco prevista pari a 100 kWp.

La potenza di picco complessiva è quindi pari a **195 KwP**. L'orientamento prevalente dell'impianto è sud - sud-ovest. Per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico si rinvia alla relazione impiantistica di progetto.

La produzione stimata dell'impianto è di **268.830 kWh/anno**, un' ipotesi energia in autoconsumo del 50% circa e emissioni annue di CO₂ evitate di circa 142,5 t / anno.

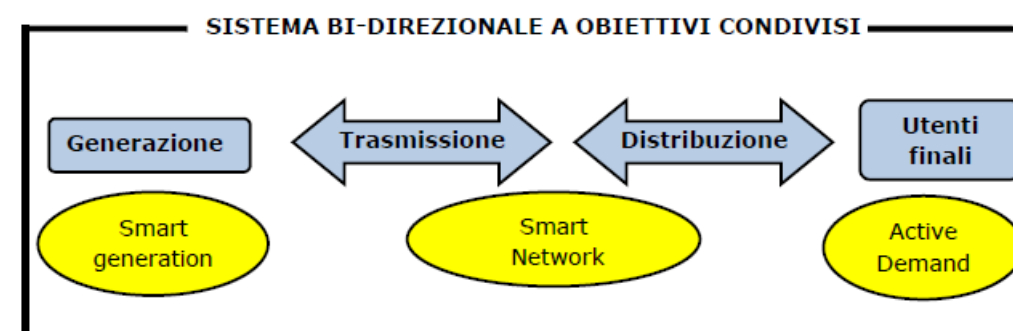
La produzione da fonte rinnovabile consentirà la riduzione della dipendenza dai combustibili fossili e le emissioni inquinanti in coerenza con quanto previsto dalle politiche europee, nazionali e regionali.

L'incremento di energia da fonte rinnovabile ha evidenziato le criticità del sistema elettrico, sostanzialmente caratterizzato da un flusso di energia monodirezionale da centrali di generazione (fotovoltaiche) a tanti punti di consumo, la sua caratteristica intrinseca di intermittenza può determinare squilibri e complessità gestionali sia per il sistema elettrico portuale che per l'utenza finale, in quanto la produzione della stessa energia non è legata all'immediato consumo della stessa. L'eccesso di produzione veniva gestito obbligatoriamente con l'immissione in rete attivando diseconomie, in quanto il prezzo garantito dell'energia ceduta in rete è al di sotto dell'attuale prezzo medio di mercato, infatti mediamente l'energia scambiata viene remunerata al 50-60% di quanto viene pagata in bolletta.

Pertanto il sistema di produzione da fotovoltaico gestito in maniera "intelligente" può essere vista come la soluzione ai problemi sopra delineati e quindi in grado di conseguire i benefici attesi in termini di efficienza ed efficacia del sistema elettrico: produzione – consumo inteso non più come un sistema mono direzionale:



ma come un flusso bidirezionale:

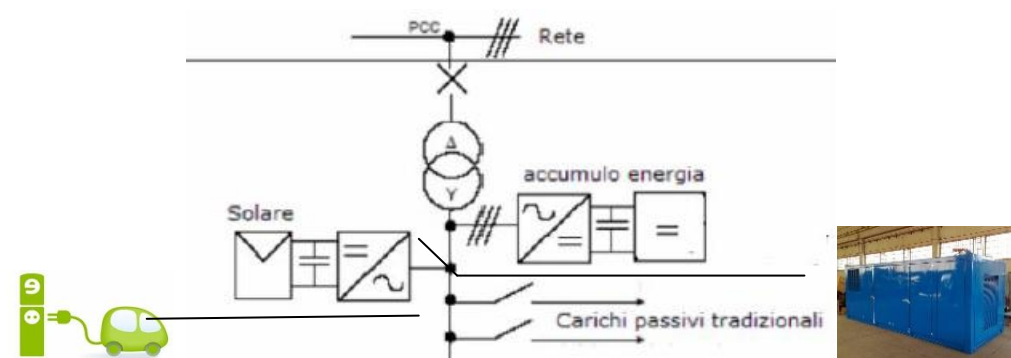


Il progetto accoglie l'istanza di una gestione intelligente del sistema, prevedendo la realizzazione di una **microrete elettrica portuale**, vista come una **rete locale che interconnette carichi e risorse di generazione locale favorendo l'autoconsumo in ambito portuale dell'energia prodotta**. Con questa modalità il surplus di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico verrebbe offerto ai diportisti come servizio, con valori del servizio che possono essere quantificati in circa 0,50 €. kWh.

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di controllo della microrete costituito principalmente da un Controller locale delle microreti, nel quale confluiscono le informazioni sui carichi e sulle disponibilità di capacità di generazione, ma anche le informazioni sui prezzi nel mercato dell'energia al fine di ottimizzare anche la

gestione economica della microrete; tale controller riceve e invia informazioni in tempo reale con gli altri sistemi di controllo della microrete.

Per la gestione intelligente di tali flussi bidirezionali lo schema elettrico previsto è il seguente:



Colonnine elettriche

Gruppi elettrogeni

Lo schema elettrico previsto di una microrete, comprende l'inserimento di un sistema di accumulo ai fini dello 'spianamento' dei carichi elettrici. Il sistema di accumulo si inserisce perfettamente in un programma ottimizzazione dei consumi. Il sistema di accumulo dell'energia elettrica (ESS Energy Storage System) è composto da batterie di tecnologia agli ioni di litio (Li-on) controllato da inverter ibridi che gestiscono contemporaneamente l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sia posto sui solai degli edifici (bar ristorante e zona servizi vendita) che sulle pensiline.

In questa maniera si intende realizzare una micro rete-Smart Grid intelligente a servizio del porto costituita da un sistema impianto fotovoltaico-accumulo-gestione con SCADA dedicato, collegato alla postazione PC installata in un locale control room direttamente dal web server dell'energy server in cui monitoreranno anche i consumi delle utenze.

La capacità di accumulo nominale dell'ESS sarà circa 95 kWh.

Il sistema della microrete smart grid prevede inoltre inserimento nei sistemi di due sistemi di ricarica dei veicoli elettrici "E-car" posizionati nel porto.

Il sistema è costituito dall'integrazione dell'impianto fotovoltaico, con il sistema di accumulo di energia e 2 colonnine per la ricarica delle autovetture coordinati e gestiti attraverso un sistema di controllo locale che in relazione all'operazione di ricarica dell'autovettura minimizza il contributo di energia prelevata dalla rete a favore del sistema di accumulo e dell'impianto fotovoltaico. La soluzione implementata prevede inoltre un Office Center in grado di svolgere le funzioni di diagnostica, supervisione e controllo delle procedure di ricarica, e una postazione dedicata per il monitoraggio e controllo della variazione dello stato di carica delle batterie (SOC), della potenza immessa dall'impianto fotovoltaico e dalla potenza richiesta dalla rete.



2. RAGIONEVOLI ALTERNATIVE

Il concetto che sottende il termine "Valutazione", nell'ambito di uno studio di impatto ambientale, è quello di confrontare una soluzione progettuale con altre in modo da pervenire ad una gerarchia di soluzioni tra le quali i decisori possano essere messi in grado di scegliere quella più idonea al rispettivo contesto socioeconomico ed ambientale, scartando quelle decisamente negative per il numero e le caratteristiche degli impatti previsti.

Nel corso dell'iter progettuale sono state sviluppate, valutate e messe a confronto 3 soluzioni, oltre al cosiddetto "scenario zero" che definisce l'evoluzione del contesto territoriale ed ambientale senza la realizzazione dell'opera.

- Progetto preliminare posto a base di gara dalla Stazione Appaltante**
- Proposta migliorativa offerta in sede di gara**
- Adeguamento del progetto preliminare a progetto di fattibilità tecnico ed economica**

Di seguito si fornisce una descrizione delle soluzioni elencate, cercando di identificare per ciascuna le modifiche apportate rispetto al livello precedente.

2.1 SOLUZIONE A: progetto preliminare posto a base di gara dalla stazione appaltante

È la soluzione sviluppata dal RTP con capogruppo la società Martech a seguito di procedura pubblica bandita nel novembre 2011 ed aggiudicata definitivamente nel dicembre 2013.

Essa prevede un bacino portuale confinato tra due moli con struttura in massi naturali ed andamento curvilineo. La tipologia a scogliera è articolata su un nucleo in pezzature assortite di scogli 50-500 kg e pietrame 5-50 kg su cui poggiano uno strato filtro in massi da 1000-3000 kg ed una mantellata in massi da 5000-8000 kg (ridotti a 3000-5000 kg nel sottoflutto in ragione della minore incidenza del moto ondoso. Per pervenire ad un minor impiego dei massi della mantellata, difficilmente reperibili, si è optato per mantenere entro il valore 1/1.5 la pendenza, con l'accortezza, una volta raggiunta la profondità -5.00 m l.m.m, di risvoltare all'esterno lo strato filtro per realizzare una berma orizzontale su cui poggiare la mantellata.

Una vasca di dissipazione è stata realizzata tra le scogliere ed il muro paraonde in modo da riuscire a contenere entro i 3.00 m l'altezza della sommità delle opere pur garantendo la praticabilità dei banchinamenti in sicurezza.

La soluzione non prevede la realizzazione di una banchina di riva ma la chiusura a terra del perimetro portuale con una scogliera in massi 50-500 kg che accompagna l'attuale andamento della battigia.

Le opere foranee racchiudono uno specchio acqueo di circa 60.000 m² nel quale vengono disposti 6 pontili galleggianti in grado di ospitare 344 imbarcazioni tra i 6 e i 20 m, oltre a 29 di dimensioni variabili tra i 25 e i 40 m. Il sistema di ormeggio lungo le dighe foranee prevede invece il ricorso a corpi morti e catenaria di fondo.

Per garantire la fruibilità dei posti barca a ridosso della scogliera verso terra, il progetto prevede l'escavo dei fondali alla profondità di -2.00 m l.m.m. per complessivi 5000 m³.

Nell'area retrostante il porto il progetto prevede una viabilità di accesso realizzata attraverso la sistemazione degli attuali percorsi e un parcheggio di 131 posti auto (di cui 58 nello sterrato esistente a monte dell'area portuale) che si aggiungono ai 137 posti auto ricavati lungo i moli.

Per quanto attiene ai servizi a terra, il progetto prevede la realizzazione di un bar-ristorante, un locale noleggio attrezzature, due officine, un blocco servizi igienici/docce, una zona servizi-vendita prodotti, un'oasi espositiva, un parco giochi, oltre ad un locale tecnico e al distributore carburanti.

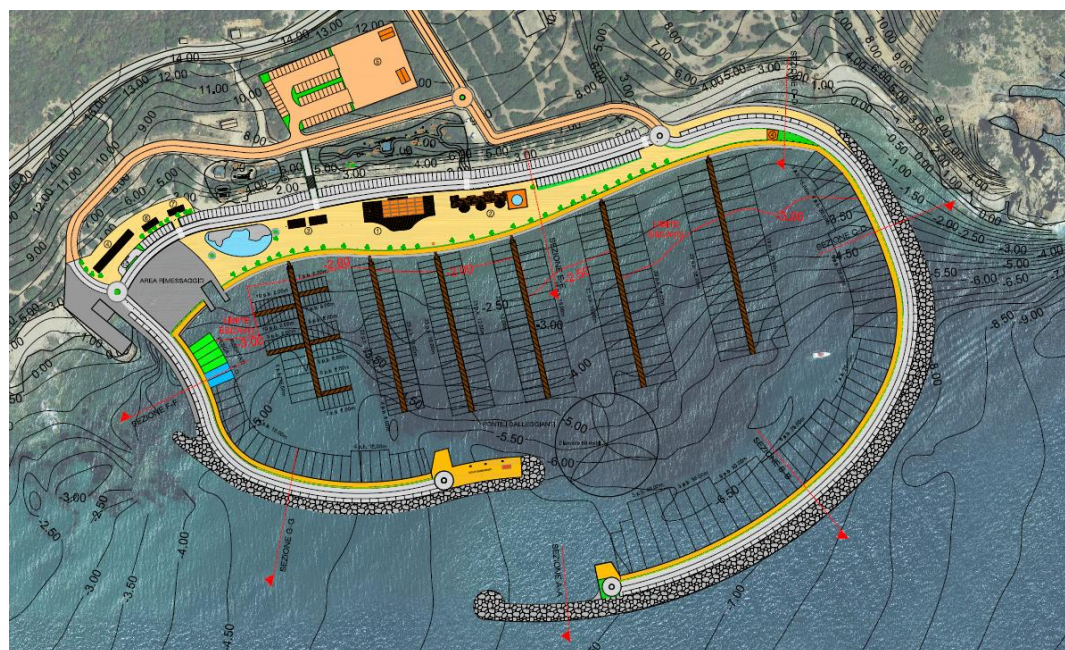


Figura 44. Planimetria generale del progetto preliminare

2.2 SOLUZIONE B: proposta migliorativa offerta in sede di gara

Sul progetto preliminare posto a base di gara, è stata presentata un'offerta migliorativa che ha analizzato ogni aspetto progettuale, abbracciando tutti gli argomenti sviluppati in sede di preliminare.

La banchina di riva, confermata con la tipologia a scogliera, viene impostata sulla batimetria naturale -1.40 m per sfruttare al massimo le profondità naturali in luogo dei -2.00 m previsti nel preliminare. Questo accorgimento permette anche di **non effettuare alcuna attività di dragaggio**, attuando un notevole miglioramento ambientale

evitando i fenomeni di torbidità generati dalle operazioni di escavo che potrebbero danneggiare seriamente la prateria di posidonia oceanica esistente.

Pur condividendo l'impostazione del preliminare di non accostare l'opera di difesa del sopraflutto al promontorio Is Ebbas per preservare la naturalità del luogo e l'osservanza del SIC ITB020015, si opta per la realizzazione in quell'area di una **piscina naturale chiudendo la sola mantellata del sopraflutto verso il promontorio**. La piscina, fruibile da parte dei campeggiatori, sarà attrezzata con piattaforme lignee con andamento sinuoso che ben si inseriscono nel contesto paesaggistico. Varchi opportunamente dimensionati verso il mare aperto e verso il bacino portuale (nella parte radicale del sopraflutto) garantiranno un'adeguata **circolazione delle acque ed una loro naturale rigenerazione**, assicurando al contempo elevati livelli di ossigeno disciolto. Con tale proposta si riesce a sfruttare una porzione di acqua che sarebbe altrimenti rimasta confinata in un imbuto ove la ridotta circolazione idrica avrebbe portato a depositare possibili rifiuti e a ridurre fortemente la qualità delle acque.

In prosecuzione della spiaggia attrezzata verrà realizzato un **percorso pedonale facilitato per consentire la visita ed il passeggio verso il promontorio Is Ebbas**, dando la possibilità ai fruitori del porto e del campeggio di godere dei siti di notevole pregio storico ed archeologico presenti nelle aree limitrofe.

Nella proposta migliorativa offerta in sede di gara è stato anche **rivisto il piano ormeggi, allo scopo di ottimizzarlo tenendo conto dei minori fondali a riva** (conseguenti alla scelta di non effettuare dragaggi) dove troverà posto la flottiglia dei gommoni.

La tipologia di ormeggio di progetto preliminare, prevista a catenaria con corpi morti, viene sostituita da pontili **galleggianti ancorati su pali e finger di ormeggio**. Questo sistema, oltre ad essere più sicuro (viene evitato il contatto accidentale tra imbarcazioni durante la fase di accosto) e più "facile" (la presenza di una banchina di accosto per due terzi della lunghezza della barca facilita la discesa a terra e la risalita in barca), è in grado di ridurre l'impatto dell'ancoraggio e di contrastare il fenomeno dell'aratura dei fondali favorendo la conservazione della biocenosi. Il ricorso ai pali di ancoraggio per i pontili e per i finger riduce notevolmente l'impronta sul posidonieto.

Per l'ormeggio delle imbarcazioni lungo i moli il sistema con corpi morti e catenaria di fondo viene sostituito con sistemi ecocompatibili come le ancore ad espansione del tipo **"Manta Ray"** che, "sparate" nel fondale, incidono per pochi centimetri sul posidonieto. Inoltre, la boa sommersa sulla linea di ancoraggio del Manta Ray tiene sospesa la catena di fondo evitando, di nuovo, il fenomeno dell'aratura dei fondali.

Il nuovo piano ormeggi, rivisto alla luce delle nuove scelte progettuali (fondali di riva più bassi, modifica della tipologia di ormeggio), prevede un aumento complessivo di 26 unità (da 373 a 399) con un uso dello specchio acqueo più attento ed ecosostenibile.

Per quanto attiene ai servizi a terra, la proposta migliorativa offerta in gara ha introdotto alcune modifiche sostanziali con l'intento di ottimizzare la fruibilità della struttura.

L'area di rimessaggio viene allargata includendo al suo interno l'edificio del cantiere nautico e togliendolo dall'area parcheggio, posta a +6.00 m dalla banchina e lontana dalla zona di alaggio dedicata.

I **servizi igienici**, inizialmente inglobati in un unico edificio di banchina, vengono eliminati dalla zona a monte del cantiere navale e ridistribuiti nell'area portuale in 3 blocchi posti ad una distanza massima dall'ormeggio più lontano pari a 250 m. L'area inizialmente destinata ai servizi verrà utilizzata come deposito per i carrelli portabarche, che in sua assenza verrebbero abbandonati alla rinfusa nelle aree di parcheggio.

Si propone la realizzazione di una **torre di controllo**, non prevista nel preliminare ma presente di norma nei porti, a forma di Nuraghe come citazione dell'architettura nuragica presente nella zona. Ulteriori spunti di architettura nuragica sono disseminati tra gli edifici portuali per meglio favorirne l'inserimento nel contesto circostante. Ad esempio, le piattaforme prendisole inserite nell'area della piscina naturale cui si è fatto cenno, sono ispirate alla conformazione polilobata dei villaggi nuragici come espressione visibile dei caratteri identitari/simbolici/tradizionali della comunità di Tertenia.



Figura 45. Planimetria generale della proposta migliorativa offerta in sede di gara

2.3 SOLUZIONE C: soluzione progettuale selezionata

Sulla scorta della proposta migliorativa offerta in sede di gara e brevemente riassunta nel paragrafo precedente, lo scrivente RTP si è aggiudicato la procedura di affidamento bandita dall'Amministrazione di Tertenia.

Lo sviluppo progettuale che ne è conseguito prevede l'adeguamento del progetto preliminare a progetto di fattibilità tecnico ed economica con recepimento (e, laddove possibile, implementazione) delle proposte migliorative offerte in gara.

Le modifiche principali hanno riguardato la sezione delle dighe foranee e la parte radicale del molo di sottoflutto.

Un confronto con l'Amministrazione ha portato alla scelta, condivisa, di rivedere il tratto radicale della diga foranea di sottoflutto allo scopo di conferirgli fruibilità immediata. Il primo lotto funzionale previsto dall'Amministrazione riguarda proprio la realizzazione del tratto iniziale del molo. Nella configurazione iniziale, esso non garantisce allo specchio acqueo ridossato adeguata protezione dagli eventi di scirocco né assicura la fruibilità dello scivolo di alaggio attualmente presente. In sede di conversione a progetto di fattibilità si è convenuto di **rivedere la forma del primo lotto funzionale allo scopo di definire un sistema protetto** e, per l'appunto, funzionale, fruibile anche in assenza di futuri interventi ed in grado anche di permettere l'ormeggio in sicurezza di alcune imbarcazioni. Tale sistema sarà poi inglobato interamente nelle strutture previste nel lotto

funzionale successivo, senza perdita di materiale e minimizzando gli interventi necessari allo sviluppo dell'intera opera (sarà necessario un piccolo intervento di salpamento e ricollocamento in sagoma degli scogli che lo costituiscono).

Con questa modifica si è anche ottenuto un ampliamento delle aree cantieristiche a terra, a tutto vantaggio della futura attività dell'infrastruttura portuale.

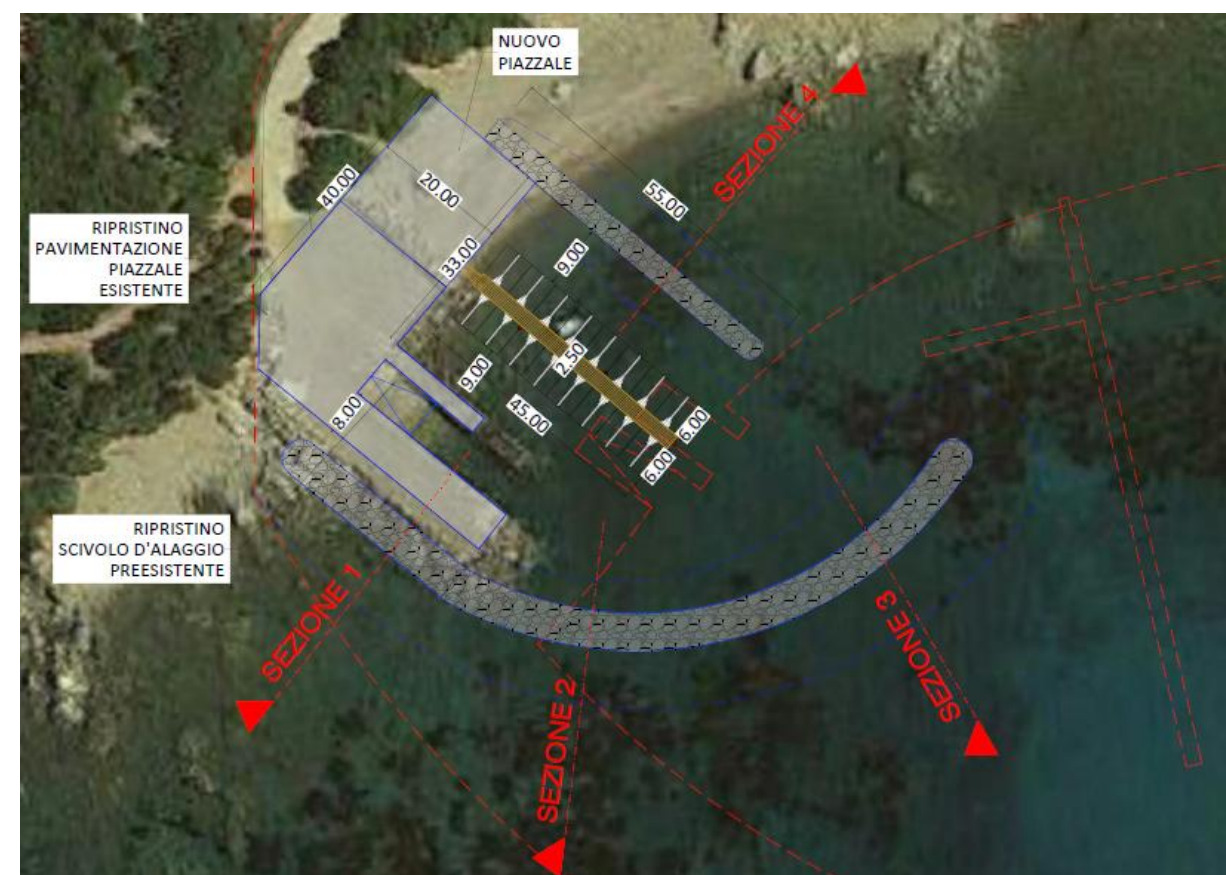


Figura 46 Stralcio lotto funzionale 1

Come anticipato, accurate analisi sono state condotte sulle dighe foranee allo scopo di migliorarne la stabilità e ottimizzarne le caratteristiche geometriche e costruttive.

Pur lasciando inalterato il tracciamento dei moli (a meno della parte radicale del sottoflutto di cui si dirà inseguito), l'analisi di sensitività sui parametri di inclinazione degli strati di scogli e sulla loro dimensione al fine di ottimizzarne il comportamento e la risposta strutturale ha portato ad una modifica della sezione delle opere e conseguentemente dell'impronta della scogliera. In particolare, **l'aumento della stabilità** viene ottenuto con una **diminuzione della pendenza della mantellata** in alcune sezioni. Inoltre, si è perseguita un'ottimizzazione nella **scelta della pezzatura degli scogli naturali da impiegare**, riducendo la mescolanza di troppe categorie in un'unica sezione.

Ulteriori **approfondimenti sono stati condotti sulla capacità di ricircolo del bacino e della piscina naturale**, mediante applicazione di specifici software, ed hanno confermato la necessità, ipotizzata in sede di gara, di dotare la piscina di aperture sia verso il bacino sia verso il mare aperto per garantire alle acque invasate al suo interno il necessario ricambio e dunque adeguati livelli di ossigeno disciolto.

L'impostazione generale del porto, comprensiva dei servizi e degli edifici a terra, rimane invariato rispetto alla proposta progettuale offerta in sede di gara. Gli approfondimenti progettuali condotti in questa fase hanno permesso comunque di migliorare ed implementare alcuni aspetti.

Sono state inserite ad esempio delle "isole ecologiche" destinate alla raccolta differenziata dei rifiuti coerente con il regolamento comunale di gestione dei rifiuti. L'installazione di un **dispositivo Seabin** collocato in acqua e fissato ad un pontile galleggiante permette di raccogliere i rifiuti che accidentalmente dovessero inquinare lo specchio acqueo.

Approfondimenti sono stati condotti anche sul reticolo idrografico e sulle possibili criticità in relazione alla pericolosità idraulica per l'infrastruttura portuale, introducendo **interventi di sistemazione idraulica degli alvei torrentizi presenti**. Mentre l'alveo minore non richiede la realizzazione e la progettazione di specifici manufatti, l'alveo maggiore, sulla base di quanto emerso dalla modellazione idraulica condotta, richiede un intervento poiché defluisce e sfocia in prossimità dell'area portuale dove è prevista la realizzazione dei banchinamenti. L'eliminazione del rischio idraulico è perseguita tombando la foce del Rio nella sua parte terminale mediante un percorso interrato a sezione obbligata realizzato per mezzo di opere in c.a.p. opportunamente sagomate e poste in opera al fine di convogliare e far defluire la portata cinquantennale all'interno del bacino portuale, in prossimità della radice del molo di sopraflutto, ad una profondità tale da non arrecare danni alle strutture presenti.



Figura 47 Planimetria generale della soluzione progettuale scelta

2.4 ALTERNATIVA "O"

L'ipotesi di NON realizzazione del porto si tradurrebbe in una **mancata risposta alla domanda di portualità particolarmente sentita sulla costa orientale**. Il già citato "Studio di fattibilità sul completamento della rete portuale turistica isolana con riferimento ai quadranti Nord-Occidentale, Nord-Orientale, Sud-Occidentale e Sud-

Orientale" predisposto nel 2010 dalla Regione Autonoma della Sardegna, indicava tra i tratti più critici quello tra Porto Corallo e Arbatax, con una distanza superiore ai 60 Km pari a circa 32 miglia nautiche, sottolineando la necessità di una nuova infrastruttura intermedia.

L'ubicazione prescelta per il porto di Tertenia dimezza esattamente tale distanza (Porto Corallo-Tertenia 30 km/16 m.n.; Tertenia-Arbatax 30 km/16 m.n.).

La domanda di posti barca delineata nello Studio di fattibilità 2010 è stata analizzata ed aggiornata nel 2018 nello "Piano regionale della rete della portualità turistica", nel quale la domanda nautica complessiva regionale viene stimata pari a 7.804,9 unità ed il porto di Tertenia viene individuato tra le strutture votate a soddisfare tale richiesta.

3. SINTESI DELLE MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI

Tenuto conto delle indicazioni derivanti dalle analisi effettuate nell'ambito delle singole tematiche ambientali, al fine di:

- contenere gli impatti ambientali prodotti dall'intervento proposto;
- ottimizzare l'inserimento dello stesso nel contesto ambientale e territoriale;
- riequilibrare eventuali scompensi indotti sull'ambiente,

è indispensabile individuare le idonee misure di mitigazione applicabili alla fase di cantiere quanto e a quella di esercizio.

Esse sono distinguibili in due tipologie:

1. **misure modificative del progetto o di ottimizzazione progettuale** che intervengono direttamente sulle scelte progettuali (gestionali, tecniche, estetiche);
2. **misure collegate agli impatti**, finalizzate alla minimizzazione degli stessi (interventi attivi, che agiscono direttamente sulla sorgente d'impatto e passivi, che agiscono direttamente sul ricettore dell'impatto o sulle vie di propagazione allo stesso).

Queste ultime verranno distinte per la fase di cantiere e di esercizio.

3.1 Scelte progettuali in grado di mitigare gli impatti

Come si evince dalla lettura della relazione "Quadro di Riferimento Progettuale", nonché dalla ragionevoli alternative individuate (§2) già in fase di progetto sono state individuate tutte le possibili soluzioni atte a ottimizzare l'inserimento dell'opera per la minimizzazione degli impatti.

Le scelte progettuali qualificanti da un punto di vista ambientale con conseguente MITIGAZIONE di impatti, già illustrate nel corso della trattazione, vengono di seguito schematizzate in relazione alle singole componenti.

BIODIVERSITÀ

- Disegno di una sagoma progettuale che coniuga le esigenze di protezione con la limitazione dell'impronta sulla posidonia esistente (i moli sembrano abbracciare la posidonia).
- Scelta di non effettuare dragaggi, limitando fenomeni di torbidità e soprattutto danneggiamenti della prateria di posidonia oceanica esistente. L'impostazione della banchina di riva sulla batimetria naturale -

- 1.40 m e l'ottimizzazione del piano ormeggi consentono di sfruttare al massimo le profondità naturali. Ne consegue la necessità di non effettuare alcuna attività di dragaggio.
- Definizione della tipologia di ormeggio a pontili galleggianti ancorati su pali e finger, in grado di limitare fortemente l'impatto dell'ancoraggio e di contrastare il fenomeno dell'aratura dei fondali, favorendo la conservazione della biocenosi.
 - Indicazione di sistemi ecocompatibili per l'ormeggio delle imbarcazioni lungo i moli, come le ancore ad espansione del tipo "Manta Ray" che, "sparate" nel fondale, incidono per pochi centimetri sul posidonieto. Inoltre, la boa sommersa sulla linea di ancoraggio del Manta Ray tiene sospesa la catena di fondo evitando, di nuovo, il fenomeno dell'aratura dei fondali.
 - Salvaguardia delle essenze presenti nell'area e completa compensazione del verde sottratto nel corso delle operazioni di scavo, attraverso la piantumazioni di essenze autoctone.
 - Valorizzazione delle aree verdi del porto, attraverso la rinuncia a singole fioriere ed optando per spazi maggiormente estesi e connessi, con apparato vegetale autoctono e idoneo ad ambiente marino.
 - Previsione di una "cintura" verde nelle aree a terra alle spalle del piazzale, in aree in cui si risente della presenza della falda di acqua dolce e vi è quindi garanzia di attecchimento

SUOLO

- Limitazione dell'occupazione di suolo e perdita di vegetazione attraverso la realizzazione di una struttura "in avanzamento" rispetto alla linea di costa.
- Massimizzazione delle superfici permeabili. Le aree a parcheggio avranno una superficie drenante in materiale tipo Green Paver o similari. Le aree di manovra all'interno dei parcheggi saranno in masselli di calcestruzzo autoclavato idoneo per carichi carrabili. Tutte le strade previste negli elaborati progettuali, compreso i percorsi di accesso da viale Aldo Moro, saranno realizzati in asfalto drenante su fondazione realizzata in rilevato rispetto alle quote attuali.

GEOLOGIA - ACQUA

Acque marine

- Scelta di non effettuare alcun dragaggio (già illustrata nella sezione Biodiversità) con limitazione dei fenomeni di torbidità e di residui di terre da scavo da gestire.
- Progettazione di presidi di circolazione delle acque della piscina naturale, funzionali ad una loro naturale rigenerazione, assicurando al contempo elevati livelli di ossigeno disciolto.
- Predisposizione di un dispositivo Seabin per la raccolta dei rifiuti che accidentalmente dovessero inquinare lo specchio acqueo.
- Trattamento delle acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) attraverso il preventivo convogliamento in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima dell'immissione nella rete delle acque meteoriche.

Acque superficiali

- Introduzione di interventi di sistemazione idraulica degli alvei torrentizi presenti; sagomatura della parte finale del fosso che sfocia in prossimità del porto, andando a tombare l'alveo in presenza dell'infrastruttura portuale e garantendo che il deflusso della portata avvenga direttamente all'interno del bacino portuale in prossimità della radice del molo di sopraflutto ad una profondità di circa 2,00 m.

Risorsa idrica

- Riutilizzo delle acque provenienti dai tetti degli edifici, uniche superfici progettuali scolanti non drenanti e non soggette a inquinamento, con convogliamento in vasche di raccolta e riutilizzo a scopo irriguo o per alimentare le cassette di scarico dei servizi igienici.
- Predisposizione di un dissalatore di acqua di mare sia per l'approvvigionamento idrico sia in fase di cantiere che di esercizio.

Geologia

- Completo riutilizzo in situ delle terre e rocce da scavo, peraltro molto limitate nell'ambito delle attività di cantiere.
- Nessun fango di dragaggio da gestire.

ARIA

- Realizzazione di viabilità con asfalto non drenante, già nelle prime fasi di cantiere per permettere il contenimento delle polveri; previsione in fase di ultimazione del cantiere del rifacimento del tappetino di usura con asfalto drenante.
- Accessibilità carrabile al molo di sopraflutto in sole condizioni di emergenza. Ogni singolo posto barca sarà servito da veicoli elettrici già in uso in numerosi porti turistici. Ciò disincentiva il ricorso alle automobili e incentiva il ricorso alla mobilità sostenibile.
- Predisposizione di una fermata bus che permetta un collegamento diretto con il territorio limitrofo al Porto e garantendo la possibilità di utilizzo dei mezzi pubblici in alternativa al mezzo privato.

SISTEMA PAESAGGISTICO

Conservazione degli elementi di pregio

- Conservazione della punta rocciosa di Punta Is Ebbas e degli spuntoni di porfidi rossastri presenti lungo il litorale.
- Confinamento del progetto all'interno della scarpata naturale che delimita il contesto ambientale del versante collinare, ricavando spazi pedonali, aree di servizio, viabilità, parcheggi e fabbricati all'interno dell'area portuale delimitata lateralmente dall'attuale struttura dello scalo e dal braccio di mare che separa Punta Is Ebbas.
- Progettazione di un percorso pedonale in prosecuzione della spiaggia attrezzata, facilitato per consentire la visita ed il passeggio verso il promontorio Is Ebbas. Nel versante più a sud del promontorio, a picco sul mare si localizzano i resti del nuraghe Punta Is Ebbas (XII° sec. A.C.). Questa passeggiata naturalistica, agevolata da una passerella lignea, consentirà la fruibilità e la conoscenza del proto-nuraghe Is Ebbas valorizzando il sito anche come luogo di interesse storico archeologico per i campeggiatori ed i fruitori del porto.
- Realizzazione nell'attuale zona a verde al piede della scarpata di un'area espositiva concepita come una passeggiata belvedere nel quale sono previste aree di sosta ed attrezzate volta a valorizzare il luogo stesso pur rispettandone i caratteri naturali. All'interno dell'area espositiva sarà realizzata anche una piccola area dedicata alle testimonianze della secolare attività mineraria della zona dell'Ogliastro e totem illustrativi.
- Realizzazione, in corrispondenza del braccio di mare che separa l'area portuale dalla costa di Punta Ebbas, di una scogliera in prosecuzione del sopraflutto con una mantellata a sezione variabile, integrata da tubi sottomarini all'interno della sezione stessa, ai fini di consentire la realizzazione di una "piscina naturale".
- Rispetto della compatibilità cromatica delle rocce costituenti il promontorio nella progettazione delle scogliera. Previsione di approfondimento, nelle fasi successive di progettazione, del profilo orizzontale di raccordo, in modo che la mantellata appaia all'osservatore come la prosecuzione naturale del promontorio.

Mitigazione degli impatti delle opere foranee

- Definizione di un andamento curvilineo per le opere foranee, al fine del loro migliore inserimento nel contesto costiero e riduzione dei fenomeni di riflessione propri delle strutture articolate in modo più rigido.
- Scelta della struttura dei moli a mantellata di scogli naturali, finalizzata a favorire la dissipazione dell'onda in arrivo e la maggiore naturalità dell'opera.
- Realizzazione di una vasca di dissipazione e muro paraonde concavo che, riducendo la portata di tracimazione, permettono di contenere l'altezza della scogliera e del muro paraonde del molo di sopraflutto a +3.00 m nel tratto più esposto e di ridurre tale valore a +2.50 m in prossimità della sua radice, con quote molto inferiori a quelle delle altre opere presenti sulla costa orientale sarda.
- Impostazione del piano di banchina a +1.50 m, che permette a chi transita la visione completa della distesa di mare oltre l'opera di protezione
- Previsione di una banchina di riva con profilo e scogliera anziché a struttura verticale. Il perimetro portuale è addolcito verso terra da una scogliera che accompagna l'andamento della battigia favorendo l'inserimento ambientale dell'opera.
- Prosecuzione attraverso una mantellata a sezione variabile del molo di sopraflutto verso il promontorio di Punta is Ebbas, al fine di mantenere l'opera foranea distaccata dalla costa e preservando la naturalità del luogo, ma evitando al contempo di creare uno stretto imbuto ove la ridotta circolazione idrica porterebbe a depositare possibili rifiuti ed a ridurre fortemente la qualità delle acque.

Mitigazione degli impatti degli interventi a terra

- Presenza di una striscia di terreno vegetale con piantumazione di essenze erboree, che interrompa la continuità della pavimentazione favorendo l'inserimento paesaggistico dell'opera.
- Ubicazione della viabilità veicolare e dei parcheggi in adiacenza alla scarpata che delimita l'ambito portuale, celando alla vista le infrastrutture: posteriormente grazie alla scarpata e anteriormente grazie ad un filtro verde.
- Attento uso dei materiali privilegiando il recupero e l'utilizzo di quelli locali, proponendo un'architettura degli edifici portuali secondo i parametri tipologici dell'architettura sarda e contenendo le altezze all'interno del limite della scarpata in modo da rendere libere le visuali.

Scelta dei materiali di costruzione

- Scelta di materiali ecocompatibili che vadano ad inserirsi nell'attuale contesto rispettando i criteri di continuità paesaggistica con l'esistente.
- Costruzione delle opere con largo uso di materiali locali (trachite rossa).
- Previsione di uso di materiali le cui case produttrici siano dotate del marchio Ecolabel (Regolamento CE n. 1980/2000) e certificazione ambientale ISO 14001
- Utilizzo, per le lavorazioni in legno, di prodotti aventi la certificazione FSC (Forest Stewardship Council), volta a imporre dei fermi principi di tutela dell'ambiente nelle attività di gestione forestale.

ENERGIA

- Riduzione del consumo energetico da fonti non rinnovabili attraverso il ricorso ad una Smart Grid intelligente a servizio del porto costituita da un sistema impianto fotovoltaico-accumulo-gestione con SCADA dedicato, collegato alla postazione PC installata in un locale control room direttamente dal web server dell'energy server in cui monitoreranno anche i consumi delle utenze. **ENERGIA**

3.2 Misure collegate agli impatti

3.2.1 Fase di cantiere

Si riportano di seguito le misure di mitigazione che potranno essere attuate in fase di cantiere e gli accorgimenti cantieristici utili alla minimizzazione degli impatti.

GENERALI – TRASVERSALI A TUTTE LE FASI

- attuare il Piano di Monitoraggio Ambientale

SUOLO

- Porre particolare attenzione alla manutenzione dei mezzi durante lo svolgimento dei lavori, minimizzando il verificarsi di malfunzionamenti o rotture accidentali che possano portare alla fuoriuscita di combustibili e olii;
- adottare precauzioni durante le operazioni di manutenzione, di rifornimenti di carburante, di rabbocco di lubrificanti, di ingrassaggio mezzi; a tal proposito le aree di cantiere presso cui saranno eseguiti tali interventi verranno attrezzate con superfici pavimentate o telonature di protezione ed i depositi di oli e carburante verranno realizzati con strutture prefabbricate dotate di vasca di raccolta degli sversamenti conformi alla normativa ambientale vigente.

GEOLOGIA-ACQUA

- **Installare il dissalatore di acqua di mare per l'approvvigionamento idrico del cantiere;**
- eseguire i lavori a mare al di fuori della stagione balneare;
- disporre idonee misure di mitigazione, quali ad esempio l'adozione di panne di contenimento con teli rigidi (es polipropilene), se dal monitoraggio in corso d'opera sulle acque marine dovessero manifestarsi fenomeni di torbidità superiori ai limiti fissati nel Piano di Monitoraggio;
- dotare il cantiere di panne, salsicciotti e rotoli oleo-assorbenti e di materiale granulare oleo-assorbente, da impiegarsi per tamponare eventuali fuoriuscite. Tali attrezzature verranno scelte in modo da garantirne la loro efficacia e applicabilità in tutti i casi dove si presentino fuoriuscite di oli, idrocarburi, sia sul suolo che in acqua;
- dotare il cantiere di appositi kit di assorbimento: il materiale eventualmente sversatosi verrà tamponato, raccolto in sacchi big-bag e conferito in apposita discarica.

BIODIVERSITÀ²

- **Nella nuova piantumazione si dovranno utilizzare specie tipiche della macchia mediterranea, quali ad esempio, *Juniperus turbinata*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea ssp.*, *Myrtus communis*, ecc. escludendo del tutto le specie esotiche invasive, come *Carpobrotus ssp*, *Nerium oleander*, *Pinus ssp*, *Acacia ssp.* ed altre.**

² Tutte le misure di gestione ambientale, riferite alle altre componenti, incidono sull'integrità del SIC e sulla tutela della biodiversità. Se pur non richiamate nella sezione BIODIVERSITÀ si intendono valide per la mitigazione di impatto sulla componente. Si tenga inoltre conto delle specifiche prescrizioni di monitoraggio.

ARIA

- prevedere nel CSA di progetto che l'impresa aggiudicatrice dei lavori presenti alla direzione dei lavori soluzioni efficaci per il contenimento del sollevamento di polvere causata dalle lavorazioni. Con riferimento alla gestione dei materiali polverulenti ed in particolare, alle operazioni di scarico, l'impresa appaltatrice dovrà attenersi a quanto disposto dall'allegato V alla Parte Quarta del DLgs. 152/06 e ss.mm.ii.;
- coprire i camion preposti al trasporto con idonei teli atti ad evitare la dispersione delle polveri;
- utilizzare mezzi che rientrano nella categoria EEV nel rispetto delle attuali norme antinquinamento;
- umidificare periodicamente i cumuli eventualmente stoccati per ridurre il diffondersi delle polveri;
- installare un impianto di vaporizzazione nelle aree di cantiere durante tutte le fasi di movimentazione dei materiali polverulenti;
- installare un impianto per il lavaggio delle ruote dei mezzi in prossimità dell'uscita del cantiere;
- provvedere alla periodica bagnatura delle piste di cantiere e dei materiali di costruzione;
- moderare la velocità nelle aree di cantiere.

SISTEMA PAESAGGISTICO - ARCHEOLOGIA

- **Esecuzione di saggi con sorbona trasversali alle dighe e l'assistenza archeologica durante le opere a terra.**

RUMORE

- **Porre in opera una barriera acustica lungo il tracciato che da via Aldo Moro scende verso il porto, secondo le forme e le dimensioni dettate dalla Valutazione di impatto acustico del cantiere;**
- dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni;
- adottare un rigido programma di manutenzione e verifica del corretto funzionamento di ogni attrezzatura;
- individuare e delimitare rigorosamente i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dal cantiere sì da evitare rallentamenti. In particolare, l'accesso di mezzi all'interno del cantiere sarà regolato mediante procedure da concordare con la DL;
- impiegare macchine e attrezzature che rispettino i limiti di emissione sonora previsti, per la messa in commercio, dalla normativa regionale, nazionale e comunitaria, vigente entro i tre anni precedenti la data di esecuzione dei lavori;
- utilizzare unità silenziate sia per i mezzi che per i compressori e generatori di corrente.

ENERGIA

Suggerimenti per migliorare l'efficienza energetica del cantiere:

- posizionamento di pannelli fotovoltaici sulle baracche di cantiere;

- utilizzo di lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led e generatori di corrente del tipo eco-diesel con silenziatore come richiesto al cap. 2.5.3 dell'Allegato al D.M. 11.10.2017
- impianti idrico sanitari di cantiere rispondenti ai requisiti richiesti al cap. 2.4.2.14 dell'Allegato al D.M. 11.10.2017 con documentazione riportante marchi di componentistica tipo Ecolabel UE o conformità ISO
- impianti di riscaldamento e condizionamento dei baraccamenti di cantiere conformi ai criteri ecologici e prestazionali indicati nel cap. 2.4.2.13 dell'Allegato al D.M. 11.10.2017

3.2.2 Fase di esercizio

Gli impatti residui, non già mitigati dalle soluzioni progettuali, sono ascrivibili al contesto territoriale che necessita di adeguamento ed infrastrutturazione per "accogliere" la struttura portuale.

In particolare si individuano le seguenti necessità cui dovranno necessariamente far seguito idonee misure da parte degli enti territoriali competenti.

POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

- Prevedere (lato proponente) investimenti sulla viabilità e sull'accessibilità su larga scala;
- potenziare la mobilità: occorrerà adeguare e/o potenziare i mezzi pubblici esistenti e prevedere ad esempio uno o più servizi di noleggio auto/motorini in prossimità del porto.

4. SINTESI INTERAZIONE OPERA AMBIENTE – MATRICI DI IMPATTO

Sulla base delle valutazioni effettuate per ciascuna delle tematiche ambientali, tenuto conto anche delle interazioni tra gli stessi, nel seguito verrà effettuata la valutazione complessiva, qualitativa e quantitativa, degli impatti sull'intero contesto ambientale e la sua prevedibile evoluzione.

Gli impatti, positivi/negativi, diretti/indiretti, reversibili/irreversibili, temporanei/permanenti, a breve/lungo termine, transfrontalieri (mai nel nostro caso), generati dalle azioni di progetto durante le fasi di cantiere e di esercizio, cumulativi rispetto ad altre opere esistenti e/o approvate, saranno schematizzati in matrice.

- In relazione agli elementi di valutazione richiamati dalla normativa l'impatto dell'opera può essere *potenzialmente negativo* di grado *BASSO, MEDIO o ELEVATO*.
- Su ognuno di questi gradi si può, ove possibile, intervenire con le *MITIGAZIONI*.
- Applicando le *MITIGAZIONI* il grado di impatto si abbassa e l'opera acquisisce maggiore *sostenibilità*
- Viceversa può porsi il caso di impatto direttamente o indirettamente positivo, per il quale non è evidentemente necessaria alcuna mitigazione

Si riporta di seguito la MATRICE di valutazione degli impatti per ogni singola componente.

COMPONENTE	popolazione e salute umana		
FASE	cantiere		esercizio
POTENZIALE IMPATTO	disturbo	indotto economico	indotto economico
<i>diretto/indiretto</i>	diretto	indiretto	indiretto
<i>reversibile/irreversibile</i>	reversibile	reversibile	reversibile
<i>temporaneo/permanente</i>	temporaneo	temporaneo	temporaneo
<i>a breve/lungo termine</i>	a breve termine	a breve termine	a lungo termine
<i>cumulativo</i>	no	sì	sì
SINTESI ENTITÀ	MEDIA	POSITIVO	POSITIVO
MITIGAZIONE	gestione ambientale cantiere		necessità di investimenti sulla mobilità
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	SIA		SIA
<i>parziale/completa</i>	parziale		
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	BASSA	POSITIVO	POSITIVO

COMPONENTE	biodiversità				
FASE	cantiere			esercizio	
POTENZIALE IMPATTO	habitat prioritario posidonia	mammiferi marini	flora terrestre	habitat prioritario posidonia	mammiferi marini
<i>diretto/indiretto</i>	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto
<i>reversibile/irreversibile</i>	reversibile	reversibile	reversibile	reversibile	reversibile
<i>temporaneo/permanente</i>	temporaneo	temporaneo	temporaneo	temporaneo	temporaneo
<i>a breve/lungo termine</i>	a breve termine	a breve termine	a breve termine	a lungo termine	a lungo termine
<i>cumulativo</i>	no	no	no	no	no
SINTESI ENTITÀ	ELEVATA	BASSA	BASSA	MEDIA	BASSA
MITIGAZIONE	-gestione ambientale del cantiere; -idonee scelte progettuali; -studio di dettaglio e monitoraggio		-gestione ambientale del cantiere; -monitoraggio	ripiantumazione essenze autoctone	-idonee scelte progettuali; -studio di dettaglio e monitoraggio
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	VIEc, progetto, SIA		VIEc	VIEc	VIEc, progetto, SIA
<i>parziale/completa</i>	da rivalutare a valle dello studio/monitoraggio		da rivalutare a valle del monitoraggio	completa	da rivalutare a valle dello studio/monitoraggio
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	MEDIA	BASSA	NULLA/POSITIVA	BASSA	BASSA

COMPONENTE	suolo				
FASE	cantiere			esercizio	
POTENZIALE IMPATTO	gestione materiali di scavo	approvvigionamenti da cava	occupazione aree e piste di cantiere e rischio inquinamento	occupazione e impermeabilizzazione suolo	occupazione fondale marino
<i>diretto/indiretto</i>	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto
<i>reversibile/irreversibile</i>	reversibile	irreversibile	reversibile	irreversibile	reversibile
<i>temporaneo/permanente</i>	temporaneo	permanente	temporaneo	permanente	permanente
<i>a breve/lungo termine</i>	a breve termine	a breve termine	a breve termine	a lungo termine	a lungo termine
<i>cumulativo</i>	no	no	no	no	no
SINTESI ENTITÀ	BASSA	ELEVATA	MEDIA	MEDIA	ELEVATA
MITIGAZIONE	totale riutilizzo delle terre e rocce da scavo in situ	approvvigionamento da cave locali	gestione ambientale del cantiere	limitazione della superficie occupata ed impermeabilizzata	realizzazione moli con massi naturali potenzialmente rimovibili (reversibilità); sistemi d'ormeggio e a ancoraggio poco invasivi per i fondali; scelta di non dragare il fondale
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	di progetto	di progetto	SIA	di progetto	di progetto
<i>parziale/completa</i>	completa	parziale	parziale	parziale	parziale
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	NULLA/POSITIVA	MEDIA	BASSA	BASSA	MEDIA

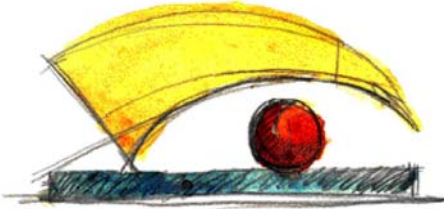
COMPONENTE	geologia e acque								
FASE	cantiere		esercizio						
POTENZIALE IMPATTO	rischio torbida e inquinamento acque marine	uso e approvvigionamento della risorsa idrica	morfodinamica costiera	libero deflusso acque superficiali	ossigenazione acque di bacino	gestione della risorsa idrica	gestione delle acque meteoriche	gestione delle acque reflue	Scarico dissalatore
<i>diretto/indiretto</i>	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto
<i>reversibile/irreversibile</i>	reversibile	reversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile
<i>temporaneo/permanente</i>	temporaneo	temporaneo	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente
<i>a breve/lungo termine</i>	a breve termine	a breve termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine
<i>cumulativo</i>	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SINTESI ENTITÀ	MEDIA	MEDIA	BASSA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
MITIGAZIONE	gestione ambientale del cantiere	gestione ambientale del cantiere (installazione dissalatore già in fase di cantiere)	soluzione progettuale modellata con sw di morfodinamica costiera	soluzione progettuale di regimazione rio e verifica di compatibilità idraulica presenti nel progetto	valutazione livello di ossigenazione e conseguente previsione progettuale di ricircolo delle acque della piscina naturale	approvvigionamento da dissalatore di acqua di mare e riuso acque	convogliamento e ove necessario idoneo trattamento prima dell'immissione nel corpo ricettore finale	impianto fognario sottovuoto ed a gravità	Scarico dissalatore da approfondire prima della messa in esercizio
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	SIA	SIA	di progetto	di progetto	di progetto	di progetto	di progetto	di progetto	di progetto
<i>parziale/completa</i>	parziale	completa	completa	completa	completa	completa	completa	completa	parziale
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	BASSA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	BASSA

COMPONENTE	aria e clima		
FASE	cantiere	esercizio	
POTENZIALE IMPATTO	dispersione polveri ed emissione dei mezzi d'opera	emissioni dovute al traffico stradale	emissioni dovute al traffico di natanti
<i>diretto/indiretto</i>	diretto	indiretto	indiretto
<i>reversibile/irreversibile</i>	reversibile	reversibile	reversibile
<i>temporaneo/permanente</i>	temporaneo	temporaneo	temporaneo
<i>a breve/lungo termine</i>	a breve termine	a lungo termine	a lungo termine
<i>cumulativo</i>	no	sì	no
SINTESI ENTITÀ	MEDIA	MEDIA	MEDIA
MITIGAZIONE	gestione ambientale del cantiere	il progetto prevede il rifacimento/l'asfaltatura delle strade di accesso e l'incentivazione della mobilità sostenibile	
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	SIA	di progetto	
<i>parziale/completa</i>	parziale	parziale	
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	BASSA	BASSA	MEDIA

COMPONENTE	paesaggio-archeologia						
FASE	cantiere		esercizio			funzionalità ecologica, idraulica, idrogeologica	
POTENZIALE IMPATTO	disturbo paeaggisitico	archeologia	movimenti terra e riconoscibilità morfologica	compagine vegetale	skyline	assetto percettivo, scenico, panoramico	
<i>diretto/indiretto</i>	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto
<i>reversibile/irreversibile</i>	reversibile	reversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile	irreversibile
<i>temporaneo/permanente</i>	temporaneo	temporaneo	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente
<i>a breve/lungo termine</i>	a breve termine	a breve termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine
<i>cumulativo</i>	no	no	sì*	sì	sì	sì	sì
SINTESI ENTITÀ	BASSA	MEDIA	BASSA	BASSA	MEDIA	BASSA	MEDIA
MITIGAZIONE	no	assistenza archeologica in fase di scavo	limitati movimenti terra e totale riutilizzo in situ	ripiantumazione essenze autoctone, mantenimento e valorizzazione del verde retroportuale	altezze limitate tanto dei moli quanto dei fabbricati. Impatto residuo legato alla inevitabile modifica dei luoghi	compatibilità idraulica	particolare cura nell' inserimento nel contesto e rispetto delle preesistenze. Impatto residuo legato alla inevitabile modifica dei luoghi.
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	SIA	VPIA	RP	RP	RP	RP	RP
<i>parziale/completa</i>	parziale	completa	completa	completa	parziale	completa	parziale
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	BASSA	BASSA	NULLA/POSITIVA	NULLA/POSITIVA	BASSA	NULLA/POSITIVA	BASSA

COMPONENTE	rumore				
	cantiere		esercizio		
FASE	transito camion	cantiere operativo	transito veicoli	attività portuali	natanti
POTENZIALE IMPATTO	diretto	diretto	diretto	diretto	diretto
<i>diretto/indiretto</i>	reversibile	reversibile	reversibile	reversibile	reversibile
<i>reversibile/irreversibile</i>	temporaneo	temporaneo	temporaneo	temporaneo	temporaneo
<i>temporaneo/permanente</i>	a breve termine	a breve termine	a lungo termine	a lungo termine	a lungo termine
<i>a breve/lungo termine</i>	sì	sì	sì	sì	sì
<i>cumulativo</i>	MEDIA	MEDIA	BASSA	MEDIA	BASSA
SINTESI ENTITÀ					
MITIGAZIONE	no	gestione ambientale del cantiere (in particolare barriera acustica verso campeggio)	no	cantiere nautico unica attività rumorosa, interna a idoneo fabbricato. Necessaria successiva valutazione/monitoraggio	no
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	SIA	SIA	SIA	SIA	SIA
<i>parziale/completa</i>		parziale		da rivalutare a valle della valutazione/monitoraggio	
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	BASSA	BASSA	BASSA	BASSA	BASSA

COMPONENTE	energia	
	cantiere	esercizio
FASE	consumi	consumi
POTENZIALE IMPATTO	diretto	diretto
<i>diretto/indiretto</i>	reversibile	reversibile
<i>reversibile/irreversibile</i>	temporaneo	temporaneo
<i>temporaneo/permanente</i>	a breve termine	a lungo termine
<i>a breve/lungo termine</i>	no	no
<i>cumulativo</i>	MEDIA	MEDIA
SINTESI ENTITÀ		
MITIGAZIONE	gestione ambientale del cantiere	SMART GRID con fotovoltaico
<i>di progetto/prevista da SIA-VIEc-VPIA-RP</i>	SIA	di progetto
<i>parziale/completa</i>	parziale	parziale
ENTITÀ POST MITIGAZIONE	BASSA	BASSA



studio di ingegneria
Camberini Tamburini

57025 **Piombino** (LI) corso Italia, 23
tel 0565**880726** fax 0565**1989200**
studio.camberini.tamburini@gmail.com

acustica - progettazione strutturale
prevenzione incendi - impianti termotecnici



Lorenzo Camberini
ingegnere civile
tecnico acustica ambientale



Elisa Tamburini
ingegnere civile

Valutazione previsionale di Impatto Acustico (VIAC)

CANTIERE

Oggetto: Valutazione previsionale di impatto acustico ambientale per la realizzazione del porto turistico di Serrala presso Marina di Tertenia

Ubicazione: Marina di Tertenia– Comune di Tertenia

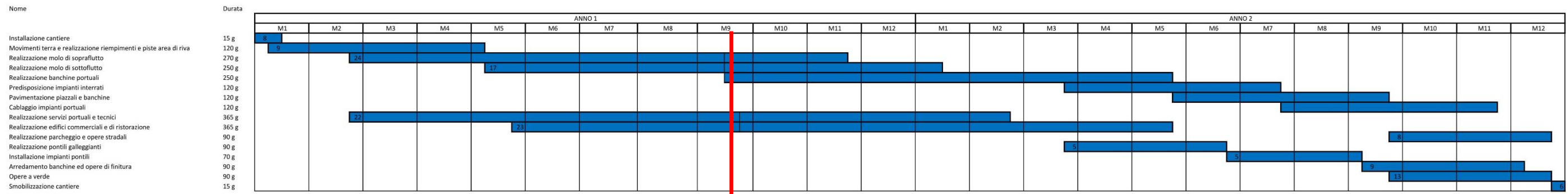
Committente: Comune di Tertenia

Tecnico: Ing. Lorenzo Camberini
iscritto agli elenchi nazionali dei tecnici competenti in acustica al numero 8230



08/01/2021

CRONOPROGRAMMA



Il giorno critico, in termini di contemporaneità e numero di mezzi operanti, è individuato al 9° mese di cantiere (M9).

L'orario di lavoro: 8 ore nel tempo di riferimento diurno.

PROGRAMMA ATTIVITA' CON SORGENTI IMPIEGATE

Nome attività e durata	escavatore demolitore	gru 20 t	dumper 300 qi/betoniera 6m3	Compressore 370kW	Gruppo elettrogeno 60kW	nave/draga	gru link-belt 300t	automobile/piccolo furgone
1 Installazione cantiere 15 g	1	1	1		1			4
2 Movimenti terra e realizzazione riempimenti e piste area di riva 120 g	2		4		1			2
3 Realizzazione molo di sopraflutto 250 g	3	2	13		1	1	1	3
4 Realizzazione molo di sottoflutto 210 g	2	2	7		1	1	1	3
5 Realizzazione banchine portuali 250 g	2		6		1		1	8
6 Predisposizione impianti interrati 120 g	1	1	0		1			3
7 Pavimentazione piazzali e banchine 120 g	1	1	4		1			3
8 Cablaggio impianti portuali 120 g		1	0		1			3
9 Realizzazione servizi portuali e tecnici 365 g	2	1	4		1			14
10 Realizzazione edifici commerciali e di ristorazione 365 g	2	1	5		1			14
11 Realizzazione parcheggio e opere stradali 60 g	1	1	2		1			3
12 Realizzazione pontili galleggianti 90 g		1	0		1			3
13 Installazione impianti pontili 70 g		1	0		1			3
14 Arredamento banchine ed opere di finitura 90 g		1	1		1			6
15 Opere a verde 90 g	2	1	3		1			6
16 Smobilizzazione cantiere 15 g		1	0		1			4

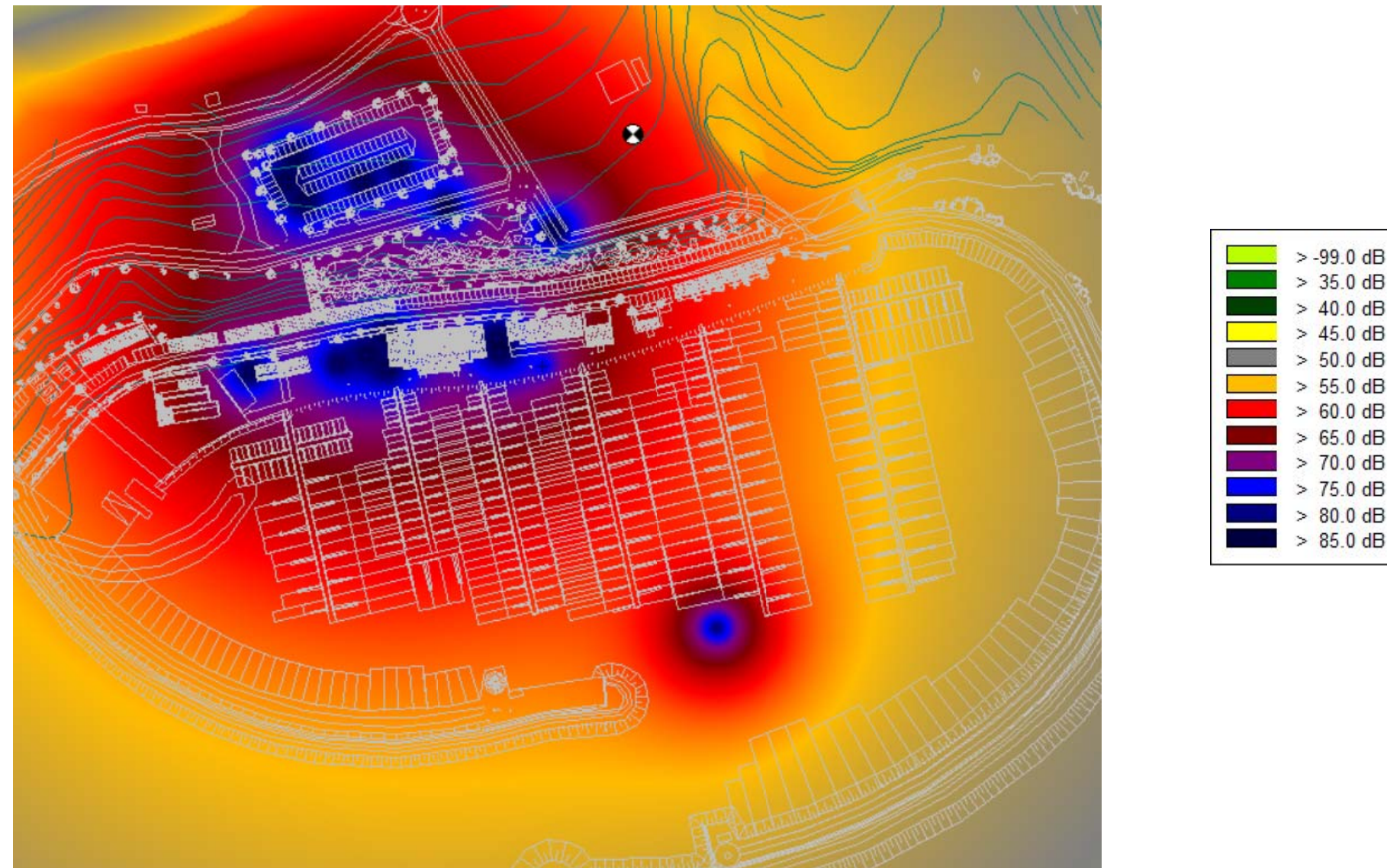
Durante la il giorno critico del mese M9 saranno contemporaneamente in funzione le attività 3, 4, 5, 9 e 10. Tale fase sarà quella impiegata nei futuri calcoli. È possibile ipotizzare un impiego contemporaneo dei mezzi pari al 30%.

Lista sorgenti di rumore collegata alla fase M9

ID Sorgente	Nome sorgente	Potenza sonora [dB(A)]*	Numero mezzi nel momento massimo
S.1	Escavatore demolitore	104	11
S.2	Gru 24 t	90	6
S.3	Dumper 300 q	105	24
S.4	Betoniera 6 mc	105	11
S.5	Gruppo elettrogeno 60 kW	105	5
S.6	Nave/draga	100	2
S.7	Gru link-belt 300 t	95	3
S.8	Automobili/piccoli furgoni	90	42

*derivante da schede tecniche o da libreria INAIL

Mediante il software di simulazione acustica ambientale CadnaA della Datakustik è stata eseguita la simulazione di picco della fase M9 cioè con il 30% delle sorgenti sopra riportate



Di seguito i risultati al recettore più prossimo al cantiere (camping Tesonis)

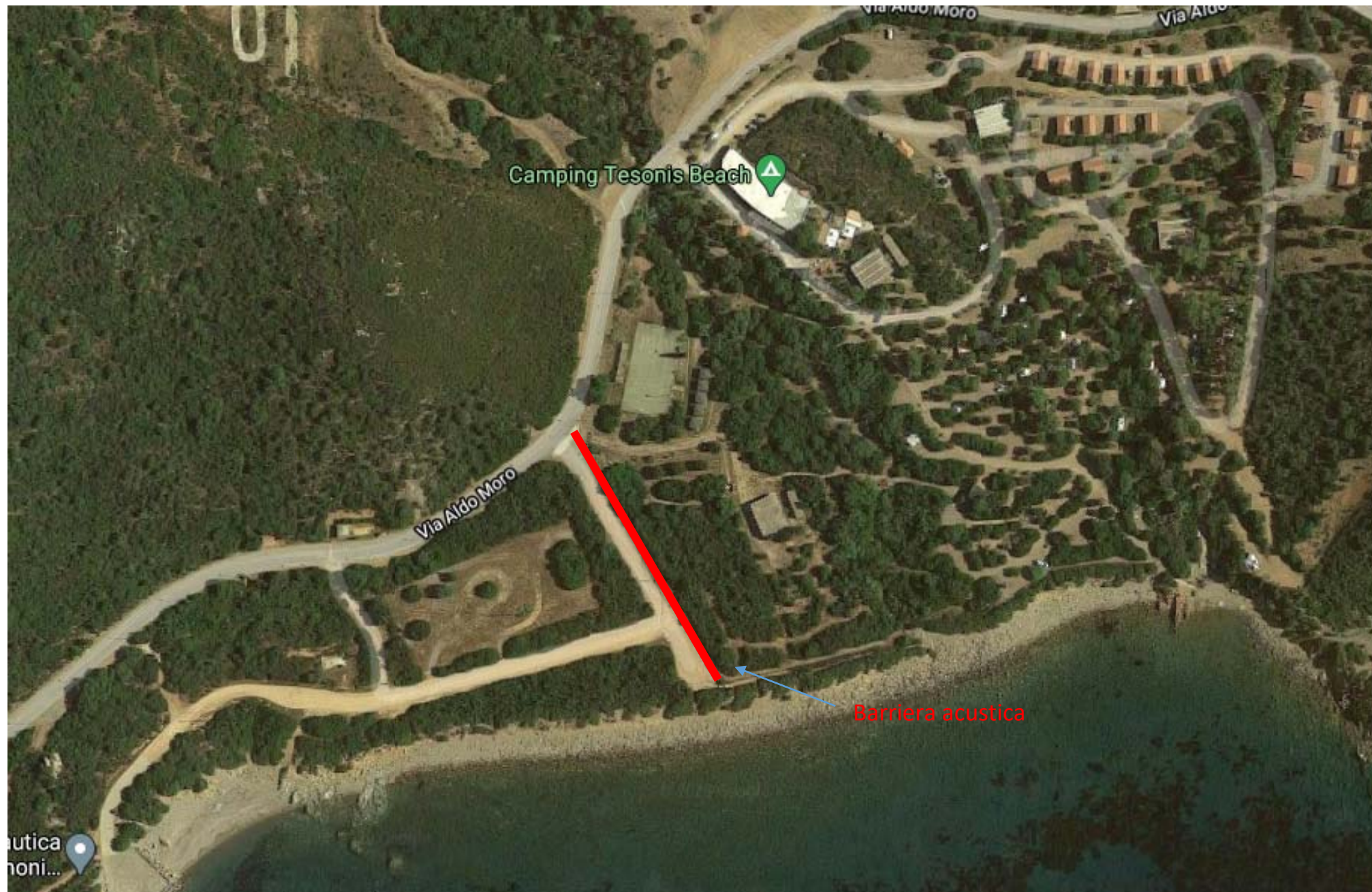
Leq (tempo diurno) durante il picco della fase M9 al recettore = 56,0 dB(A) (tale area risulta essere sia in classe II che in classe III, in modo cautelativo si considera tutta in classe II)

Limite di emissione = 50 dB(A)

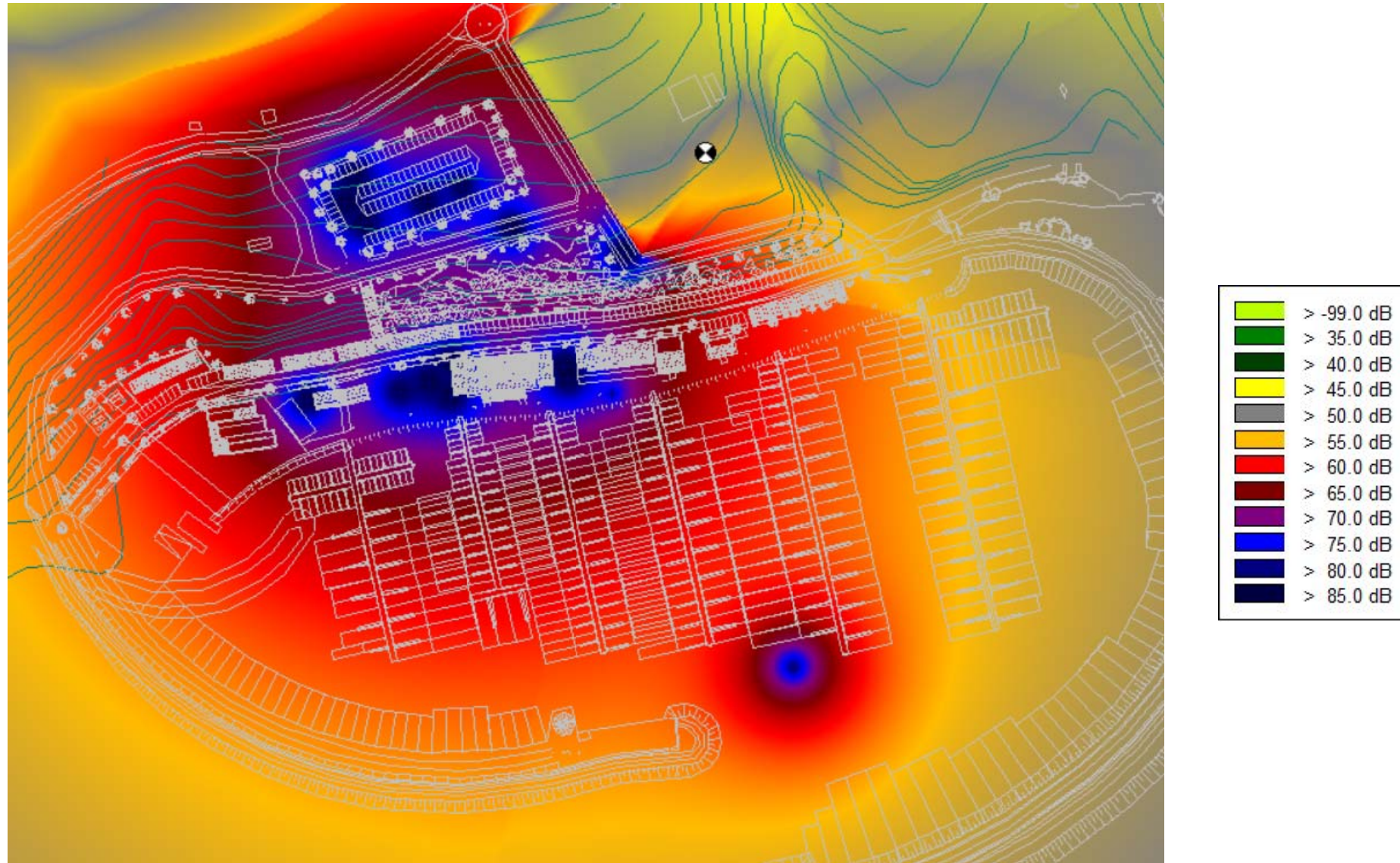
56,0 dB(A) > 50 dB(A) NON RISPETTO DEL VALORE LIMITE

OPERE DI BONIFICA ACUSTICA

la più efficace opera di bonifica acustica risulta il posizionamento di una barriera acustica con altezza pari a 2 metri posizionata come riportato di seguito:



Mediante il software di simulazione acustica ambientale CadnA della Datakustik è stata eseguita la simulazione di picco della fase M9 con inserita la barriera acustica



Di seguito i risultati al recettore più prossimo al cantiere (camping Tesonis)

Leq (tempo diurno) durante il picco della fase M9 al recettore = 48,8 dB(A) (tale area risulta essere sia in classe II che in classe III, in modo cautelativo si considera tutta in classe II)

Limite di emissione = 50 dB(A)

48,8 dB(A) < 50 dB(A) RISPETTO DEI VALORI LIMITI

RISULTA OBBLIGATORIAMENTE NECESSARIA L'INSTALLAZIONE DELLA BARRIERA DI ALTEZZA PARI A 2 METRI DAL PIANO DI CAMPAGNA

CALCOLO TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO

Si ipotizza che, nelle condizioni di massima operatività del cantiere, avvengono massimo 200 transiti (contando andata e ritorno) di autoveicoli al giorno che dalla cava porteranno inerti al cantiere, passando da strade di tipologia E ed F quindi con limiti di immissioni pari a quelle del piano comunale di classificazione acustica (come previsto dal D.P.R. 142 del 30/03/2004). La classe acustica più bassa risulta la II quindi con un limite di immissione nel tempo di riferimento diurno pari a 55 dB(A). Si assume che il SEL associato al transito di ciascun veicolo sia pari a 77,1 dB(A) alla distanza di 7 metri (distanza dei fabbricati più vicini) che rapportato al periodo di riferimento diurno di 16 ore, fornisce un livello di immissione di 52,5 dB(A) a 7 metri.

Essendo tale valore minore al limite di immissione per la classe acustica più bassa è possibile affermare che l'inquinamento acustico dovuto al traffico veicolare degli autoveicoli che trasporteranno gli inerti dalla cava al cantiere rispettano i valori limiti dettati dal D.P.R. 142 del 30/03/2004.