

AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA
OLBIA - GOLFO ARANCI - PORTO TORRES



OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO:

HUB PORTUALE DI PORTO TORRES

PROLUNGAMENTO DELL'ANTEMURALE DI PONENTE E

RESECAZIONE BANCHINA ALTI FONDALI 1° E 2° STRALCIO

DATI	
Aggiornamento	Cod. Cliente
1° Dicembre 2016	

PIANO DI MONITORAGGIO

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti

sales



SEACON

Ing. Lucio Abbadessa



GEOTECHNICAL ENGINEERING

INTERPROGETTI

Ing. Marco Pittori

Responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche: Ing. Marco Pittori

INDICE

1.	ARIA E CLIMA	2
1.1.	Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento.....	3
1.2.	Attività di monitoraggio, metodologia di campionamento e misura	4
1.3.	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio.....	5
1.4.	Articolazione temporale degli accertamenti	6
2.	ACQUA	8
2.1.	Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento.....	8
2.2.	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio.....	10
2.3.	Articolazione temporale degli accertamenti	10
2.3.1.	Monitoraggio Ante Operam	10
2.3.2.	Monitoraggio in Corso d'Opera	11
3.	SUOLO	13
3.1.	Rilievo della situazione iniziale.....	13
3.2.	Rilievi periodici durante e dopo la costruzione delle opere	13
4.	FLORA E FAUNA	15
4.1.	Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento.....	15
4.2.	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio.....	16
4.3.	Articolazione temporale degli accertamenti	16
4.3.1.	Monitoraggio Ante Operam	16
4.3.2.	Monitoraggio in Corso d'Opera	17
4.3.3.	Monitoraggio Post Operam	17
5.	RUMORE	18
5.1.	Introduzione e obiettivi	18
5.2.	Riferimenti tecnici e normativi	19
5.3.	Articolazione temporale degli accertamenti	20
5.4.	Scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio	20
6.	PAESAGGIO	23
6.1.	Monitoraggio dell'inserimento percettivo dell'opera nel contesto paesaggistico.....	23

1. ARIA E CLIMA

Il piano di monitoraggio per la componente "Aria e clima" interessa le seguenti fasi:

- monitoraggio Ante Operam (MAO), per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di realizzazione delle opere,
- monitoraggio in Corso d'Opera (MCO), per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio dei cantieri.

La realizzazione delle opere in progetto è finalizzata esclusivamente a garantire la navigabilità in sicurezza durante tutti i giorni dell'anno. Non si prevede quindi un monitoraggio Post Operam poiché non si prevede alcun incremento del traffico navale in seguito della costruzione delle opere in studio.

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti dovuti alle emissioni prodotte dal flusso navale e veicolare relativamente ai dei mezzi d'opera e delle polveri sospese generate dalle attività di cantiere; contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici.

I risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche eseguite nel SIA, non hanno messo in evidenza alcuna criticità presso i ricettori civili prossimi l'area d'intervento. I valori ottenuti presso i ricettori civili più vicini al sito d'intervento (centro abitato di Porto Torres), sono di diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti di legge.

Il monitoraggio diretto presso i ricettori reali risulta pertanto scarsamente significativo per l'impossibilità pratica di distinguere attraverso misure strumentali il contributo delle sorgenti emissive collegate al progetto.

Le misure sono, quindi, orientate principalmente a punti sul territorio circostante il sito dell'opera in posizione tale da subire prevedibili concentrazioni derivanti dalle sorgenti emissive collegate al progetto suscettibili di essere correttamente misurate.

Le concentrazioni in corrispondenza dei ricettori reali saranno pertanto ricavate in base ai dati strumentali delle misure delle centraline ubicate nelle adiacenze del cantiere, mediante l'applicazione di modelli di simulazione secondo il seguente schema:

- analisi dei dati ricavati dalle centraline nelle condizioni *corso operam* e confronto con i dati ricavati dalle medesime centraline nell'*ante operam* e con i limiti della normativa
- nel caso in cui si registrassero significativi scostamenti dalle condizioni *ante operam* e/o significativi superamenti dei limiti normativa, si procederà alla valutazione delle concentrazioni d'inquinanti presso i ricettori reali d'interesse mediante applicazione di appositi strumenti modellistici per la simulazione della diffusione degli inquinanti da selezionare in base agli scostamenti registrati.

La simulazione effettuata mediante modello sarà ovviamente dedicata alle sole sorgenti emissive attribuibili alle attività di cantiere di cui al presente progetto.

Questa simulazione sarà quindi basata sulla caratterizzazione delle sorgenti (n° mezzi d'opera, tipologia dei mezzi d'opera, ecc.) anche mediante utilizzo di fattori di emissione ricavati dalla letteratura.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare l'eventuale incremento del livello di concentrazioni di polveri e altri inquinanti durante le fasi di lavorazione e l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti connesso alle fasi realizzative dei moli del porto.

Le informazioni desunte saranno quindi utilizzate per fornire eventuali prescrizioni ai cantieri per lo svolgimento delle attività, limitando ad esempio la produzione di polveri che saranno determinate in corso d'opera.

Attesi i modesti incrementi di concentrazioni di inquinanti al suolo, il monitoraggio potrà fungere come taratura del modello di simulazione e ottenere dati qualitativi dell'aria in zone attualmente non coperte dalle centraline di monitoraggio ARPA.

1.1. Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento

Il monitoraggio ha essenzialmente lo scopo di valutare i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo; i valori limite fanno riferimento al D.Lgs. n° 155 del 15-09-2010.

I parametri oggetto di rilevamento saranno:

- i dati meteorologici, e cioè direzione, intensità del vento e classe di stabilità, onde prendere tempestivi provvedimenti allorquando coincidano con quelli identificati come causa degli innalzamenti di concentrazione degli inquinanti;
- le concentrazioni stesse degli inquinanti tipici del traffico stradale e natanti (Ossidi d'azoto, ossidi di zolfo, monossido di carbonio, ecc.) nonché le Polveri Sospese Totali, tipiche dell'attività di cantiere;
- rilievo del traffico veicolare in coincidenza del punto di monitoraggio al fine di mettere in evidenza una correlazione fra situazione meteorologica, dati qualità aria e fonti di inquinamento.

I valori limite di riferimento proposti, rispetto ai quali raffrontare i dati orari e le medie giornaliere dei parametri misurati, sono riportati di seguito.

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, 10 mg/m³	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, 200 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, 50 µg/m³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato (PM_{2,5})	Valore limite protezione salute umana, 25 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Benzene	Valore limite protezione salute umana, 5 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI

1.2. Attività di monitoraggio, metodologia di campionamento e misura

Il Piano di Monitoraggio utilizza una serie di metodiche standardizzate, in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed un'adeguata ripetibilità, ed in particolare:

- misura della qualità dell'aria per 30 giorni con mezzo mobile strumentato;
- misura delle polveri sottili per 30 giorni con mezzo mobile strumentato (in prossimità delle principali aree di cantiere).

La metodologia "standard" di monitoraggio si compone delle seguenti fasi.

1. Sopralluogo nelle aree di studio. Nel corso del sopralluogo i punti di misura già definiti preliminarmente nel Piano di Monitoraggio, potranno subire delle modifiche in base ad esigenze/imprevisti che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività.

Le posizioni dei punti di misura saranno georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione all'accessibilità dei siti anche in fase di costruzione. Nella fase di corso d'opera saranno individuate inoltre le fasi e sottofasi operative

delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.

2. Installazione ed allestimento della strumentazione.
3. Calibrazione della strumentazione.
4. Svolgimento della campagna di misure.
5. Redazione di:
 - report attività di campo (resoconto delle attività svolte in campo e risultati grezzi),
 - relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio (elaborazioni e analisi dati, valutazioni, ecc.);
6. Inserimento dei dati all'interno di un sistema informativo.

1.3. Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati definiti considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico ricettori prossimi l'area d'intervento e lungo la viabilità "impiegata" dai mezzi d'opera da/verso le cave di approvvigionamento.

In particolare l'individuazione delle aree d'indagine è stata effettuata sulla base dei risultati dello studio di impatto ambientale (simulazioni modellistiche *short term*), attraverso la caratterizzazione degli ambiti territoriali prossimi l'adeguamento tecnico funzionale in progetto del porto civile, in funzione della condizione anemometrica prevalente.

Si possono individuare 2 principali possibili tipologie di impatti:

- l'inquinamento dovuto alle lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- l'inquinamento prodotto dal traffico dei mezzi d'opera per lo stoccaggio del materiale dragato nella vasca.

I risultati delle simulazioni modellistiche forniscono concentrazioni di inquinanti dovute alle attività di cantiere, pressoché trascurabili a carico dei ricettori civili più vicini.

Per tale motivo le aree "recettore" sono state localizzate in prossimità del cantiere e lungo la viabilità dei mezzi d'opera, presso le quali si attende un incremento non del tutto trascurabile delle concentrazioni di inquinanti al suolo.

Al fine di localizzare precisamente i punti in cui effettuare il monitoraggio, sono stati considerati i ricettori fittizi ubicati in prossimità del cantiere previsto e/o lungo piste di cantiere che saranno utilizzate per il transito dei mezzi d'opera verso le cave di approvvigionamento.

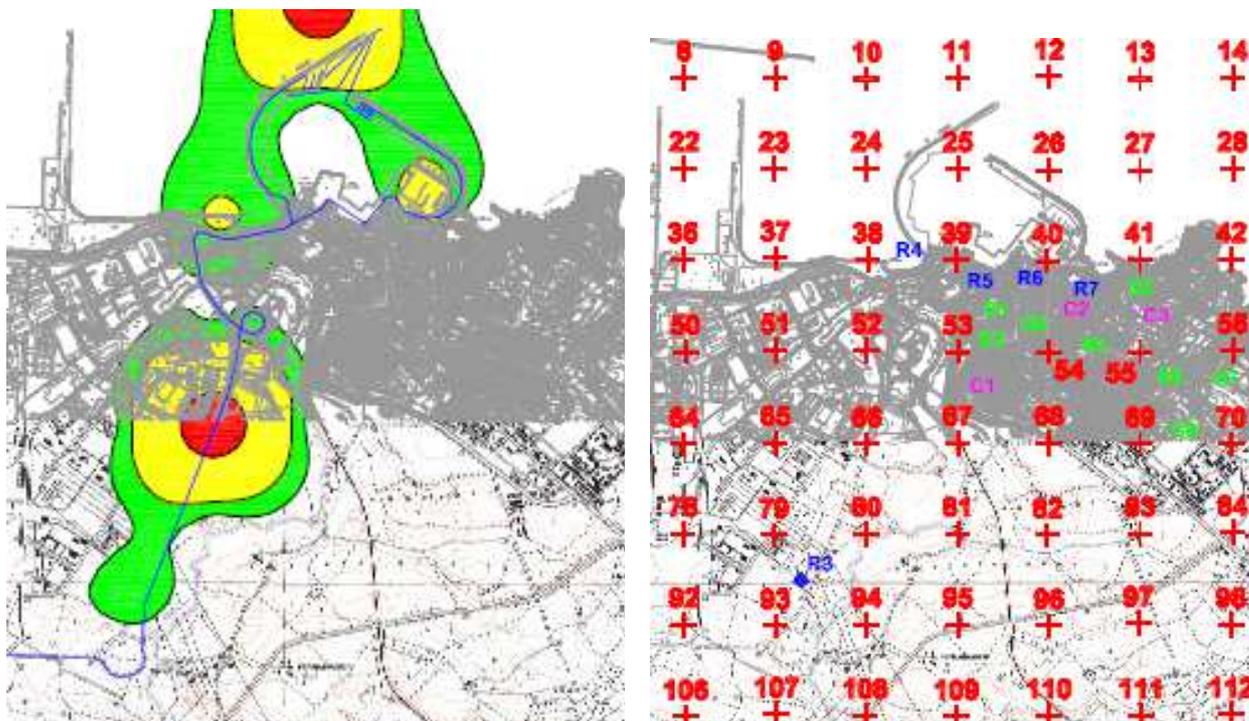


Figura 1-1: stralci della carta di isoconcentrazione (inquinante NO₂) e carta dei ricettori (da Appendice 1 del quadro di Riferimento Ambientale). Dalla carta di isoconcentrazione si evince come le massime concentrazioni di inquinanti al suolo (in rosso) dovute alle fasi di realizzazione si ottengono lungo la viabilità utilizzata dai mezzi d'opera

La localizzazione dei 2 punti di monitoraggio ritenuti significativi coincidono, approssimativamente, con i ricettori 66 e 40 della maglia utilizzata nelle simulazioni modellistiche del SIA.

In particolare, in coincidenza del ricettore 66 si ottengono i massimi valori e in coincidenza del ricettore 40 si hanno valori non trascurabili presso ricettori civili e legati alla viabilità diretta al porto civile.

1.4. Articolazione temporale degli accertamenti

Le misure saranno condotte, per ogni punto, con le cadenze esposte di seguito:

- *Ante operam:*

va effettuato prima dell'inizio dei lavori. e prevede:

- Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato;

- Rilievo delle polveri sottili con campionatore sequenziale.

Ogni rilievo ha la durata di 30 gg effettivi.

- *Corso d'opera:*

La durata del monitoraggio in corso d'opera è pari a 24 mesi (e comunque il *corso d'opera* avrà la durata del cantiere).

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto

- Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato: semestrale;
- Rilievo delle polveri sottili con campionatore sequenziale: trimestrale.

Ogni rilievo ha la durata di 30 gg effettivi.

2. ACQUA

Il piano di monitoraggio per la componente "acqua" interessa prevalentemente le acque marine, durante tutte le fasi di realizzazione degli interventi e di esercizio delle attività portuali.

La finalità principale del monitoraggio è quella di individuare le eventuali variazioni/alterazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica.

Gli impatti possibili sull'ambiente marino dovuti alla realizzazione dell'opera possono essere schematicamente riassunti nel seguente punto:

- modifica delle qualità chimico-fisiche delle acque.

Il monitoraggio si articola in due fasi:

- Monitoraggio Ante Operam (MAO); ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato del corpo idrico prima dell'intervento;
- Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO); il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie.

In base alle considerazioni fatte e attraverso l'analisi del percorso e delle aree interessate scaturisce la scelta dei punti da monitorare.

In particolare il monitoraggio del sistema idrico marino si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione e di attività dell'infrastruttura e il monitoraggio consentirà, di :

- definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno;
- fornire le informazioni necessarie alla costruzione di una banca dati utile ai fini dello svolgimento delle attività di monitoraggio degli Enti preposti in quella porzione di territorio.

2.1. Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento

La finalità principale del monitoraggio è quella di individuare le eventuali variazioni/alterazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato del tratto di mare interessato.

In linea generale i criteri per la scelta dei parametri da monitorare devono rispondere alle seguenti esigenze:

- definire in maniera esaustiva lo stato chimico-fisico del corpo idrico;

- valutare con precisione le eventuali alterazioni dovute alle attività di cantiere;
- inserire il maggior numero di parametri secondo un criterio di cautela che permetta di fronteggiare i possibili impatti ambientali derivanti da attività di cantiere.

Si prevede il monitoraggio della qualità delle acque interne al bacino portuale da effettuare mediante prelievo periodico di campioni in diversi punti significativi dello specchio d'acqua protetto e l'esecuzione di specifiche analisi di qualità, finalizzate alla valutazione degli indici di inquinamento fisico, chimico e biologico.

I campionamenti verranno effettuati su più livelli di profondità per poter interpretare eventuali fenomeni di stratificazione, alla misura diretta di Ph, temperatura, ossigeno disciolto, torbidità, ecc.

Le analisi riguarderanno la determinazione della concentrazione dei principali inquinanti in modo da poter agire potenziando il ricircolo delle acque interne del bacino e/o eventuali ossigenatori.

A breve tempo dai prelievi si dovrà emettere una relazione di giudizio di conformità rispetto ai valori normativi.

In uno studio ambientale è di primaria importanza l'identificazione del comparto ambientale dove maggiore è la compartimentazione o l'accumulo dei contaminanti. La scelta del bioindicatore dovrà tenere conto di tale aspetto: l'organismo scelto dovrà essere quello che più di altri elegge la propria nicchia ecologica nel comparto ambientale dove massima è la probabilità di accumulo dell'inquinante.

Un altro aspetto non trascurabile nella scelta del bioindicatore è la sua mobilità in quanto l'informazione che l'organismo ci può offrire è relativa all'area vitale dove l'organismo si muove e si alimenta; se l'organismo scelto come bioindicatore è sedentario o sessile fornirà una informazione di tipo puntiforme, se invece è in grado di muoversi entro una determinata area si avranno informazioni integrate sull'intera area vitale. Le specie bioindicatrici danno risposta agli stress ambientali in relazione all'estensione della loro nicchia spaziale e trofica.

Per tutti questi motivi solitamente si predilige effettuare test di tossicità acuta mediante l'impiego di una batteria di saggi biologici costituiti da tre specie di organismi marini (batteri bioluminescenti, alghe, crostacei), in modo da avere una rappresentazione significativa dei possibili effetti complessivi.

Metodo di valutazione della tossicità acuta con batteri bioluminescenti (saggio di tossicità: effetto inibitorio di campioni acquosi sull'emissione di luce di *Vibrio fischeri* UNI EN ISO 11348-3:2001) il saggio consente di valutare la tossicità acuta di campioni acquosi utilizzando come risposta l'inibizione della fluorescenza naturalmente emessa dai batteri marini appartenenti alla specie *Vibrio fischeri*.

Saggio di inibizione della crescita algale (UNI EN ISO 10253): è un test utile per determinare gli effetti tossici di sostanze e miscele di composti chimici contenuti nell'acqua di mare, sulla crescita delle alghe marine. Saggio di tossicità acuta su crostacei marini (APAT IRSA/CNR 8060 metodo di valutazione della tossicità acuta con

Artemia sp.): il metodo consente di valutare la tossicità acuta di campioni acquosi utilizzando come risposta l'immobilizzazione del crostaceo marino Artemia sp.

2.2. Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

I criteri adottati per l'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio sono basati sulla considerazione dei seguenti fattori:

- localizzazione delle aree logistiche fisse (cantieri principali);
- localizzazione delle aree a mare ove è prevista la posa di materiali sul fondale.

Si propone l'individuazione di

- 4 punti di monitoraggio, di cui 2 internamente al bacino portuale e in prossimità delle banchine (rispettivamente del molo di levante e del molo di ponente) dove si prevedono i cantieri a terra; altri 2 punti fuori in bacino portuale in coincidenza delle opere in progetto.
- 1 punto di monitoraggio per gli habitat costieri in prossimità del SIC ITB010003

2.3. Articolazione temporale degli accertamenti

2.3.1. Monitoraggio Ante Operam

Il Monitoraggio Ante Operam (MAO) dell'ambiente idrico ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corpo idrico marino in condizioni esenti da disturbi, ovvero in assenza dei disturbi provocati dalla realizzazione dell'opera in progetto.

Il MAO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in Corso d'Opera.

Il MAO dovrebbe essere basato su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corpo idrico. Ciò, evidentemente, non è possibile. Il Monitoraggio offrirà quindi una "istantanea" del corpo idrico, istantanea da confrontare con dati preesistenti o con modelli teorici.

Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi fisico-chimico-batteriologiche su sezioni appositamente scelte in relazione all'opera in progetto. Si sono effettuate scelte ponderate dei parametri da determinare e delle frequenze di monitoraggio al fine di rappresentare al meglio la situazione ambientale.

In questa logica si è scelto pertanto di realizzare 2 volte (1 volta all'inizio del MAO ed 1 volta al termine) un'analisi di tipo chimico-batteriologico estesa su un elevato numero di parametri al fine di ottenere una descrizione della qualità dell'acqua quanto più definita con speciale riguardo delle sostanze inquinanti più probabili.

Con una frequenza bimestrale (ogni 60 giorni), invece, si determineranno parametri prevalentemente di tipo specifico in modo da meglio seguire le variazioni temporali

della qualità dell'acqua ed avere utili indicazioni sull'eventuale verificarsi di eventi anomali.

Frequenza delle operazioni del Monitoraggio Ante Operam

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Determinazione della "torbidità" dell'acqua: una settimana prima dell'inizio dei lavori di dragaggio;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 60 giorni
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: 2 volte
- Determinazioni delle condizioni di salute degli habitat costieri (mesolitorale): prima dei lavori

2.3.2. Monitoraggio in Corso d'Opera

Il Monitoraggio in Corso d'Opera ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri i caratteri qualitativi del sistema delle acque marine.

A differenza del Monitoraggio Ante Operam, che deve fornire una fotografia dello stato esistente, senza alcun giudizio in merito alla sua qualità, il Monitoraggio in Corso d'Opera dovrà confrontare quanto via via rilevato con lo stato Ante Operam e segnalare le eventuali divergenze da questo.

A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il Monitoraggio in Corso d'Opera dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagine per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste, dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisti.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere o di permanenza delle aree di cantiere.

I punti sottoposti a monitoraggio coincidono con quelli relativi al Monitoraggio in Ante Operam.

Frequenza delle operazioni del Monitoraggio in Corso d'Opera

Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e determinazioni di campagna bimestrali e campionamenti per analisi chimiche e batteriologiche bimestrali.

Riassumendo le tempistiche previste per il monitoraggio abbiamo che:

- Determinazione della "torbidità" dell'acqua: due volte al mese durante i lavori di dragaggio;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 60 giorni

- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: ogni 60 giorni

3. SUOLO

Dalle simulazioni effettuate risulta che gli effetti della realizzazione degli interventi di progetto sul litorale immediatamente a est risultino scarsamente significativi.

Si rende tuttavia opportuno prevedere un piano di monitoraggio della costa che possa, in maniera continuativa, monitorarne l'andamento evolutivo della e valutare eventuali modi e tempi di intervento.

3.1. Rilievo della situazione iniziale

Immediatamente prima dell'inizio dei lavori verrà eseguito un rilievo completo della linea di riva e dei profili di spiaggia. I profili saranno rilevati equidistanziati di 100 m per il tratto di costa a est del porto fino al promontorio di San Gavino a mare. Una sezione di raccordo parallela a riva posizionata sulla isobata -3,00 e -5,00 metri consentirà una stima dell'errore inerente il rilievo.

3.2. Rilievi periodici durante e dopo la costruzione delle opere

I rilievi saranno ripetuti a cadenza semestrale durante la fase di costruzione delle opere foranee portuali.

Alla fine dei lavori e successivamente con diverse modalità dopo 6 mesi, un anno e tre anni dalla fine dei lavori; e successivamente con cadenza triennale per almeno 10 anni. In particolare si prevede di eseguire con cadenza semestrale, nel periodo di costruzione delle dighe foranee, il rilievo della linea di riva in quanto può essere soggetta a variazioni più rapide e quindi misurabili anche dopo pochi mesi dal completamento delle opere mentre le caratteristiche granulometriche della sabbia o la forma dei profili sono soggetti a variazioni molto lente e quindi si potranno registrare variazioni significative solo in intervalli di tempo più lunghi.

La linea di riva verrà rilevata con cadenza 6, 12 e 36 mesi, mentre i profili batimetrici verranno effettuati in modo completo insieme ad una nuova campagna di prelievi di campioni del fondo alla fine del primo anno e al terzo anno.

Rilievi della linea di battigia

Il rilievo va effettuato con cadenza semestrale. Il rilievo va effettuato dopo le mareggiate invernali e prima degli eventuali interventi di risistemazione delle spiagge, che precedono la stagione estiva.

Il monitoraggio prevederà l'individuazione di profili morfologici trasversali, perpendicolari alla linea di riva. L'ubicazione dei profili deve essere scelta in modo tale da rappresentare la spiaggia emersa.

Rilievi batimetrici

Il Piano di Monitoraggio deve prevedere un rilievo batimetrico, che va esteso a tutto l'areale interessato dalla dinamica sedimentaria dalla linea di battigia fino alla profon-

dità di chiusura della spiaggia sommersa, considerando un'onda con tempo di ritorno annuale. Può essere utilizzata qualsiasi metodologia di rilievo che consenta la precisione prevista dalla scala del rilievo (ecoscandaglio con posizionamento GPS, multi-beam, ecc.). La scala del rilievo dipende dall'entità dell'intervento e dalla complessità della morfologia del fondale. Nel caso di rilievo tramite profili batimetrici è necessario che i profili siano posizionati in continuità con quelli di spiaggia emersa, ove presenti.

4. FLORA E FAUNA

4.1. Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento

Lo studio degli ecosistemi marini permette di valutare lo stato di qualità delle acque marine – costiere da un punto di vista ambientale e in funzione della salute pubblica.

La tipologia della costa così come la profondità del fondale, gli andamenti correntometrici, l'impatto antropico e gli sversamenti di materiali alle foci dei fiumi incidono sulla capacità di diluizione degli inquinanti. Il raggiungimento ed il mantenimento di standard di qualità delle acque e dei sedimenti ai fini della conservazione e dello sfruttamento ecocompatibile della fascia marina costiera, passano attraverso l'attuazione di un programma di monitoraggio con la finalità di vigilare e controllare le coste e i fattori di pressione sia antropogenici che naturali che incidono, in modo significativo, sulla qualità dell'ambiente marino.

Il livello trofico dell'acqua o la sua trasparenza influenzano in maniera determinante la composizione qualitativa e quantitativa dei popolamenti planctonici così come la granulometria del sedimento influenza quella dei popolamenti bentonici. Gli organismi risultano in molti casi importanti indicatori biologici, che permettono di rilevare il tipo e il grado dell'alterazione in atto o già avvenuta. I popolamenti bentonici in particolare sono strettamente associati con il substrato per la maggior parte del loro ciclo vitale, essi inoltre hanno scarsa possibilità di movimento e vita abbastanza lunga e per questo vengono utilizzati come indicatori della qualità dell'ambiente e delle sue modificazioni. Il monitoraggio della componente biologica rappresenta quindi il sistema più adatto per valutare i cambiamenti in atto nell'intero ecosistema marino.

Il programma di monitoraggio deve interessare l'ambiente marino in tutte le sue componenti:

- acqua,
- sedimenti,
- popolamenti fito e zooplanctonici,
- popolamenti bentonici,
- popolamenti ittici

Per quanto riguarda l'acqua, andranno monitorati soprattutto la trasparenza e la clorofilla "a" (vedi anche cap. 2).

L'indice di trasparenza esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi. E' influenzata da fattori fisici quali la capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione e da fattori biologici come la presenza di fito e zooplancton e detrito organico. Esso viene misurato attraverso il disco di Secchi ed è legato alla densità di popolazione presente nell'acqua. Si tratta di un disco bianco di

metallo del diametro di 20 cm che viene calato orizzontalmente in mare con una cima. Nel momento in cui il disco non è più visibile si misura la lunghezza della cima calata e si vede a quale profondità è avvenuta la scomparsa del disco. La clorofilla "a" è il pigmento più importante nel processo della fotosintesi clorofilliana. Essa è coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata dall'apporto di nutrienti, di temperatura ed intensità luminosa; rappresenta l'indice di un aumento delle microalghe (biomassa microalgale), per cui identifica una condizione di eutrofia. Viene misurata per mezzo di un Fluorimetro. Questo strumento sfrutta una particolare caratteristica degli atomi che compongono la clorofilla, la loro fluorescenza e quindi tutte le proprietà spettrochimiche ad essa relative.

Per quanto riguarda il popolamento planctonico, dovranno essere effettuate:

- analisi quali-quantitativa del fitoplancton, con particolare riferimento a diatomee e dinoflagellati;
- analisi quali-quantitativa dello zooplancton.

Per quanto riguarda i popolamenti bentonici il monitoraggio dovrà interessare sia i popolamenti dei fondi mobili che di quelli duri. I fondali andranno controllati con periodiche ispezioni mediante ROV e campionamenti.

Il popolamento ittico dovrà essere monitorato sia con tecniche di *visual census*, cioè direttamente in immersione subacquea, sia attraverso il controllo del pescato nelle diverse marinerie. L'alterazione della comunità ittica, con la diminuzione di specie pregiate e l'aumento di specie meno pregiate deve essere un segnale di allarme di una anomala situazione ambientale o di un anomalo sfruttamento delle risorse. Per quanto riguarda i sedimenti, andranno monitorate le caratteristiche granulometriche dei diversi siti con indicazione delle principali frazioni granulometriche in % peso, principalmente nelle aree oggetto di ripascimento.

4.2. Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio interesseranno sia il piano mesolitorale, che il piano infralitorale. Il monitoraggio dovrà essere dinamico, deve mettere in grado cioè gli operatori di modificare la struttura del campionamento per adattarlo a nuove esigenze. I campionamenti andranno eseguiti in prossimità del cantiere e in prossimità del SIC ITB010003.

4.3. Articolazione temporale degli accertamenti

4.3.1. Monitoraggio Ante Operam

L'approfondimento dello stato attuale della qualità delle comunità vegetali e animali marine può essere riconducibile ai risultati ottenuti durante la campagna conoscitiva svolta in questo ambito.

- Determinazione della “torbidità” dell’acqua: una settimana prima dell’inizio dei lavori di dragaggio;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 60 giorni
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: 2 volte
- Determinazioni delle condizioni di salute degli habitat costieri (mesolitorale): prima dei lavori

4.3.2. Monitoraggio in Corso d’Opera

Durante la fase di cantiere, il piano di monitoraggio prevederà la misurazione di parametri, per la verifica periodica della qualità della colonna d’acqua quali:

- Ossigeno disciolto
- Trasparenza
- Clorofilla “a”

4.3.3. Monitoraggio Post Operam

Rilievi biologici

Per quanto riguarda l’acqua, andranno monitorati soprattutto la trasparenza e la clorofilla “a”.

Per quanto riguarda il popolamento planctonico, dovranno essere effettuate:

- analisi quali-quantitativa del fitoplancton, con particolare riferimento a diatomee e dinoflagellati;
- analisi quali-quantitativa dello zooplancton

Per quanto riguarda i popolamenti bentonici, il monitoraggio dovrà interessare sia i popolamenti dei fondi mobili che di quelli duri. I fondali andranno controllati con periodiche ispezioni mediante ROV e campionamenti. Il monitoraggio sulla *Posidonia oceanica* verrà fatto attraverso misurazioni di densità in campo e analisi fenologiche.

Per dettagli su tempi e metodiche di esecuzione del monitoraggio della *Posidonia* di rinvia al documento specifico attinente l’argomento facente parte del presente SIA: **Studio specialistico 3** allegato al Quadro di Riferimento Progettuale. **Mappatura e analisi della prateria di *Posidonia oceanica* nelle acque antistanti la diga di sovrappiutto del Porto civico di Porto Torres e progetto degli interventi di trapianto e compensazione.**

5. RUMORE

5.1. Introduzione e obiettivi

Il Piano di Monitoraggio ha lo scopo di esaminare, nello specifico degli interventi previsti, le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente durante la realizzazione delle opere e di valutare se tali variazioni sono imputabili alle attività di cantiere, al fine di ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima e durante la realizzazione dell'opera consentirà nel:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia degli eventuali sistemi di mitigazione progettati e posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione delle opere portuali;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori attuali (ante operam), si procederà alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione delle attività di cantiere.

In particolare, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera;
- consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli interventi di mitigazione eventualmente previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione degli interventi previsti;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio dell'opera, nelle sue diverse fasi, è stato programmato al fine di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni che la costruzione dell'opera possa comportare. In fase di realizzazione delle opere il sistema di accertamenti predisposto funge anche da sensore di allarme.

Si è quindi previsto di rilevare sia il rumore immesso nell'ambiente direttamente dalle aree di cantiere, sia il rumore generato, nelle aree circostanti la viabilità esistente, dal traffico correlato ai mezzi d'opera nei loro percorsi. Il traffico dei mezzi d'opera via terra si limita all'approvvigionamento di alcuni materiali da costruzione presso cave locali ubicate a circa 10 Km dalle aree di intervento.

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà. Nelle aree di cantiere sono inoltre presenti numerose sorgenti di rumore, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie lavorative.

Sulla base di tali considerazioni, è stata quindi effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati potenzialmente da un impatto di una certa rilevanza nei riguardi dei recettori presenti, che ha consentito di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

5.2. Riferimenti tecnici e normativi

Nelle attività di monitoraggio della componente in esame previste e nell'analisi dei risultati si farà riferimento alle seguenti normative vigenti o di riferimento previste:

- D.P.C.M. 01/03/1991 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26/10/1995;
- D.P.C.M. 14/11/1997 relativo alla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M.A. 16/3/1998 recante le "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- D.M.A. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore";
- D.P.R. 142/2004 "Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- Proposta di zonizzazione acustica del territorio comunale di Porto Torres
- Decreto di attuazione (DPR) per la regolamentazione delle emissioni sonore prodotte dalle infrastrutture marittime come prescritto dall'art. 11 della L. 447/1995, eventualmente emanato.

5.3. Articolazione temporale degli accertamenti

Per quanto riguarda l'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori, atti a caratterizzare il clima acustico nell'ambito del bacino di indagine individuato, si è fatto particolare riferimento alla possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno. I fattori che possono determinare delle variazioni, anche di un certo rilievo, nella rilevazione dei livelli sonori sono rappresentati da:

- variabilità stagionale dei flussi navali e veicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica.

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente rappresentato dalla variabilità delle condizioni di traffico navale e veicolare, anche se devono essere comunque rispettate, durante le rilevazioni, le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici.

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e locali); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1.3.1991 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio. A tale scopo, anche in considerazione del previsto limitato impatto acustico a carico della componente emerso dalle simulazioni svolte in relazione alle attività di cantiere, si prevede di utilizzare un'unica tipologia di rilievi sonori:

- Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi del clima acustico esistente, attività di cantiere, traffico veicolare (nel corso e ante d'opera).

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dBA) e, se necessario, le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nel caso di monitoraggio per campionamento, la scelta del numero e dei periodi in cui svolgere i rilievi fonometrici è eseguita tenendo conto della variabilità casuale (eventi sporadici) e deterministica (eventi periodici) della rumorosità legata all'opera e/o alle altre sorgenti di rumore presenti.

5.4. Scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio poggia su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acu-

stica attuale e futura. In particolare la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono:

- Presenza e natura di sorgenti di rumore attive, attuali e future (emissione);
- Proprietà fisiche del territorio: andamento orografico e copertura vegetale laddove esistente (propagazione);
- Tipologia del corpo della nuova infrastruttura (propagazione);
- Ubicazione e tipo di recettori (immissione).

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive (preesistente traffico veicolare e dei natanti sullo scalo esistente) la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante le aree di indagine.

L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- Individuazione di ricettori critici prossimi all'area d'intervento;
- ubicazione delle aree di cantiere;
- rete di viabilità dei mezzi gommati di cantiere.

Nello specifico i punti in cui effettuare gli accertamenti in campo si localizzeranno presso alcuni recettori abitativi ubicati in prossimità dell'area portuale e lungo l'attuale viabilità di accesso alle aree di cantiere; in particolare si prevedono punti di misura nelle seguenti aree:

- A. bacino del porto turistico nella parte posta a ridosso della banchina Alti fondali;
- B. gruppo di ricettori abitativi ubicati lungo via del Mare e frontalieri l'area portuale; tali ricettori saranno interessati sia dalla rumorosità proveniente dalle aree di lavorazione sia dal transito dei mezzi d'opera.

Frequenza temporale per lo svolgimento del monitoraggio

Per le due aree individuate oggetto di monitoraggio ambientale si prevedono indicativamente:

- nella fase ante operam un rilevamento di 24 ore della componente sia nella stagione estiva sia in quella invernale;
- nella fase corso d'opera un rilevamento di 24 ore ogni mese per tutta la durata dei lavori in occasione delle lavorazioni maggiormente critiche dal punto di vista acustico.

	Monitoraggio Ante Operam	Monitoraggio Corso d'Opera
Finalità del monitoraggio	Caratterizzazione del clima acustico esistente, essenziale per le successive fasi di monitoraggio	Individuazioni di alterazioni/criticità della situazione acustica ante operam per permettere una rapida ed efficace predisposizione di interventi di mitigazione.
Punti di monitoraggio	n. 1 ricevitore in campo libero posto all'interno del bacino del porto turistico e n. 1 ricevitore abitativo posto su via del Mare frontaliero l'area portuale	n. 1 ricevitore in campo libero posto all'interno del bacino del porto turistico e n. 1 ricevitore abitativo posto su via del Mare frontaliero l'area portuale
Attività di monitoraggio	Acquisizione del Leq diurno, presenza di componenti tonali, ecc.) Rilievo del traffico veicolare lungo la viabilità attuale.	Stessi parametri del monitoraggio ante operam..

Figura 5-5-1: sintesi monitoraggio "rumore"

6. PAESAGGIO

Pur trattandosi di un campo in cui la componente soggettiva dell'indagine è preponderante, l'analisi deve necessariamente ricercare una oggettività della valutazione, prevalentemente attraverso la parametrizzazione degli indicatori estetico – percettivi.

Per ottenere questo risultato occorrerà in particolare individuare:

- gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio;
- le configurazioni ambientali principali, qualificabili come detrattori di valore;
- gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità.

Gli elementi fondanti del monitoraggio consistono pertanto:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i ricettori prescelti) nella fase ante operam, individuando in particolare gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio, le configurazioni ambientali principali e gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti, monitorando in particolare le attività potenzialmente distruttive;
- nell'accertamento della corretta applicazione e dell'efficacia delle eventuali misure di mitigazione e compensazione ambientale proposte.

Con specifico riferimento alle caratteristiche dell'area di indagine e alla natura dei principali impatti previsti, si è ritenuto opportuno circoscrivere il campo della presente verifica ai soli aspetti ritenuti di particolare rilevanza ai fini del monitoraggio.

In particolare il monitoraggio sarà improntato sui caratteri visuali – percettivi e delle sensibilità paesaggistiche, con riferimento specifico ai ricettori sensibili costituiti dagli itinerari ed i punti panoramici principali presenti nell'area di studio.

I potenziali impatti individuati sulla base delle indagini e dei contenuti dello Studio d'Impatto Ambientale sono pertanto sintetizzabili nella seguente categoria:

- Impatti di natura visuale–percettiva sui recettori sensibili/vulnerabili, costituiti da punti di vista privilegiati:
 - Alterazione della percezione visiva dal recettore
 - Alterazione del valore paesistico del territorio.

6.1. Monitoraggio dell'inserimento percettivo dell'opera nel contesto paesaggistico

Date le caratteristiche morfologiche dell'area, l'impatto percettivo potrà essere valutato secondo l'osservazione da mare e da terra per una fascia relativamente ristretta, dovuta all'andamento pianeggiante del territorio. In tale ambito i fenomeni percettivi sono condizionati prevalentemente dall'andamento morfologico della piana (penden-

ze – rilievi, ecc.) e dalla presenza di oggetti posti lungo la direttrice di osservazione (rilevati stradali, condomini, ecc.).

L'indagine in oggetto si comporrà di tre fasi, finalizzate a documentare lo stato dell'area di indagine prima, durante e dopo l'inizio dei lavori.

L'attività consisterà essenzialmente:

- Nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento dal recettore, ossia dal punto panoramico individuato (intervisibilità paesaggistica), avendo cura di rilevare le porzioni di territorio ove è prevedibilmente massima la visibilità delle opere previste;
- Nella redazione di una scheda di classificazione dell'indagine e di uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000 con individuazione dei coni visuali e delle opere previste presenti nel campo visivo.
- Nella redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni ambito di indagine, le caratteristiche prevalenti del paesaggio e della fruizione percettiva, ponendo in evidenza gli elementi caratterizzanti del paesaggio (tessiture agrarie, nuclei abitativi, ecc.). L'indagine dovrà essere supportata da disegni e schemi grafici interpretativi - redatti anche direttamente su base fotografica - atti a meglio rappresentare i contenuti della relazione.