



TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI PROGETTO AUTORIZZATIVO

TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI
PROGETTO AUTORIZZATIVO



Progettazione

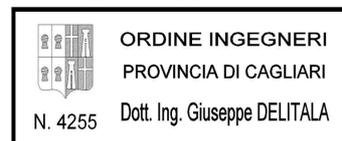
Società di ingegneria incaricata per la progettazione



COSIN S.r.l.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA UNIPERSONALE
09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO 18
Tel e fax +39 070 2346768
info@cosinsrl.it
P.IVA 03043130925

Progettista e responsabile per l'integrazione
fra le varie prestazioni specialistiche

Ing. Giuseppe Delitala



Gruppo di lavoro COSIN S.r.l.

Geologia e geotecnica

Geol. Alberto Gorini

Opere Civili

Ing. Nicola Marras

Studio di impatto ambientale

Ing. Emanuela Corona

Fotosimulazioni

Arch. Daniele Nurra

Archeologia

Archeol. Anna Luisa Sanna

Consulenze specialistiche:

Rapporto preliminare di sicurezza

Società ICARO S.r.l.

Opere antincendio

Ing. Fortunato Gangemi

Opere Marittime

Ing. Giovanni Spissu

Opere Strutturali

Ing. Francesco Fiori

Studio di impatto Acustico

Ing. Antonio Dedoni

PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

12 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

NOME FILE

D_12_IA_09_MON_R00

FORMATO

CODICE
ELAB.

D 12 IA 09 MON R00

REV. A

A4

A

PRIMA EMISSIONE

Maggio 2017

Gorini

Delitala

Delitala

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	INTRODUZIONE	2
1.2	APPROCCIO METODOLOGICO E NORMATIVE	3
2	MONITORAGGIO ACQUE	4
2.1	ASPETTI GENERALI.....	4
2.2	FASI OPERATIVE	5
2.3	METODICHE DI RILEVAMENTO.....	6
2.4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	7
2.5	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	9
2.6	UBICAZIONE PUNTI DI MISURA.....	11
3	MONITORAGGIO RUMORE E VIBRAZIONI	11
3.1	ASPETTI GENERALI.....	12
3.2	FASI OPERATIVE	14
3.3	METODICHE DI RILEVAMENTO.....	14
3.4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	17
3.5	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	18
3.6	UBICAZIONE PUNTI DI MISURA.....	18
4	MONITORAGGIO ATMOSFERA.....	19
4.1	ASPETTI GENERALI.....	19
4.2	FASI OPERATIVE	20
4.3	METODICHE DI RILEVAMENTO.....	20
4.4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	22
4.5	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	24
4.6	UBICAZIONE PUNTI DI MISURA.....	24
5	MONITORAGGIO SUOLO E SOTTOSUOLO	26
5.1	ASPETTI GENERALI.....	26
5.2	FASI OPERATIVE	26
5.3	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	27



1 PREMESSA

1.1 Introduzione

L'intervento in oggetto ha come obiettivo di realizzare un terminal per il GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Porto Canale di Cagliari. L'impianto è stato localizzato in un'area che intercetta il tracciato delle reti di trasporto del gas GPL (Gas Petrolio Liquefatto) esistenti dell'area vasta di Cagliari, ed in prossimità della dorsale Sarroch/Oristano/Porto Torres dell'ipotetico futuro metanodotto. L'obiettivo principale è quello di garantire agli utenti civili e industriali della Sardegna la possibilità di utilizzare il gas metano come fonte energetica alternativa a quelle già presenti nell'isola.

Il Terminal sarà caratterizzato da una struttura in banchina per la connessione e lo scarico del GNL dalle navi metaniere, un complesso di tubazioni criogeniche per il trasporto del fluido nella zona impianto, un sistema di stoccaggio, pompaggio, e rigassificazione del GNL.

Nel Terminal saranno installati 18 serbatoi criogenici, 9 gruppi di pompaggio, 40 vaporizzatori ad aria ambiente (AAV) e una stazione per il filtraggio, la misura e l'odorizzazione del gas naturale propedeutica all'immissione nelle reti di trasporto. Attraverso le baie di carico per le autocisterne si potrà trasportare il GNL su gomma in tutta l'isola, o rifornire le navi, attuando così le direttive europee sull'utilizzo del GNL come combustibile per le imbarcazioni.

Il progetto proposto rientra nelle linee guida del Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna, ed in quelle dell'Accordo di Programma Quadro per la Metanizzazione della Sardegna. La scelta progettuale adottata è inoltre in piena sinergia con le direttive europee e nazionali, sulla realizzazione di infrastrutture per i combustibili alternativi (Direttiva 2014/94/UE e D.Lgs.257/2016).

Con il Terminal di ISGAS, il porto canale potrebbe diventare, senza ulteriori infrastrutturazioni, un polo nel mediterraneo per il rifornimento delle navi che utilizzano il GNL come carburante per il trasporto marittimo. Le infrastrutture sono infatti progettate per creare un efficiente "*Bunkering Point*" (ship to ship, truck to ship, o pipe to ship).

A tal proposito si ricorda che il porto di Cagliari fa parte dei 14 porti italiani core delle reti transeuropee di trasporto (Reti TEN-T) del Regolamento UE1315/2013, che dovranno a breve garantire la "*disponibilità di combustibili puliti alternativi*".

Il proponente del progetto è la ISGAS Energit Multiutilities S.p.A., società Concessionaria, in regime di esclusiva, del servizio di distribuzione del gas nei comuni di Cagliari, Oristano e Nuoro. Attualmente ha oltre 21.000 utenti attivi. ISGAS si occupa della distribuzione e vendita dell'aria propanata (integralmente sostituibile con il metano) attraverso reti canalizzate nei vari territori comunali.

Il Terminal è stato progettato per essere un importante punto di "*Entry*" nel sistema di metanodotti della Sardegna, attualmente in fase di progettazione. Tuttavia il Terminal GNL potrà svolgere a pieno le sue funzioni anche collegandosi alla rete di trasporto del gas già esistente a servizio dell'area vasta di Cagliari.



1.2 *Approccio metodologico e normative*

Il monitoraggio ambientale è uno strumento indispensabile, atto a misurare gli effetti delle attività, l'efficacia delle misure di mitigazione, e, in fase di recupero delle aree in oggetto, controllare l'efficacia degli interventi di recupero e ripristino al termine delle attività.

La suddivisione dell'ambiente in componenti ambientali schematizza e semplifica la trattazione del sistema ambientale generale. Tuttavia, anche le singole componenti sono sistemi complessi e la descrizione dettagliata di un comparto ambientale può richiedere la rilevazione di un elevato numero di parametri diversi che ne caratterizzino i vari aspetti: si possono avere parametri chimico-fisici, parametri biologici, biochimici o ecologici. Per tenere sotto controllo lo stato dell'ambiente sarebbero richiesti molti sforzi per garantire il monitoraggio continuo di tali parametri. Si ricorre quindi all'utilizzo degli indicatori ambientali: parametri, elementi o variabili ambientali empiricamente osservabili e stimabili, che esprimono in forma sintetica particolari stati della situazione in oggetto, essendo rappresentativi del fenomeno in esame. Si possono usare come indicatori specie animali e vegetali o parametri chimico-fisici che sono particolarmente sensibili ad una data categoria di perturbazioni. Si possono utilizzare inoltre gli standard legislativi che si riferiscono ai limiti delle emissioni e delle concentrazioni delle sostanze inquinanti, così come le norme o le raccomandazioni di qualità formulate dagli enti e dalle organizzazioni internazionali accreditate.

A tal fine è importante misurare numerosi parametri (indicatori) per valutare la funzionalità ambientale, morfologica, idrogeologica, ecologica e faunistica dell'area.

L'intervento in oggetto ha come obiettivo finale quello di realizzare un terminal per il GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Porto Canale di Cagliari. L'impianto è stato localizzato in un'area che intercetta il tracciato delle reti di distribuzione del gas esistenti dell'area vasta di Cagliari, ed in prossimità della dorsale Sarroch – Oristano - Porto Torres del metanodotto di futura realizzazione. L'obiettivo principale dell'impianto è quindi di immettere il gas metano nel futuro metanodotto e/o alla rete di trasporto dell'area vasta di Cagliari.

Il progetto proposto rientra nelle linee guida del Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna, e l'Accordo di Programma Quadro per la Metanizzazione della Sardegna. La scelta progettuale adottata in sinergia con le direttive europee e nazionali, è quella dell'utilizzo del Gas Naturale Liquefatto (GNL) come materia di prima di importazione. Il GNL come si vedrà di seguito presenta notevoli vantaggi in termini di stoccaggio e sta diventando un valido combustibile per le navi, alternativo ai più inquinanti combustibili derivati dal petrolio.

2 MONITORAGGIO ACQUE

2.1 *Aspetti generali*

Il Piano di Monitoraggio Ambientale per il settore delle acque ha lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo del reticolo idrografico, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dalle opere in fase di realizzazione e di esercizio.

La rete dei punti di controllo viene definita sulla base del progetto, considerato nella sua globalità (tracciato opera, aree di cantiere, viabilità di servizio, aree di deposito temporaneo) e sulla base dell'inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque, tenendo conto degli effetti potenzialmente verificabili sul comparto idrico.

Le alterazioni potenzialmente attuabili sul sistema idrografico e idrogeologico nel corso dei lavori sono riferibili essenzialmente alla:

- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell'acqua provocate dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni e dagli insediamenti civili di cantiere.

Acque superficiali

Gli effetti della realizzazione delle opere in progetto sulla componente acque superficiali nella fase di cantiere possono essere considerate trascurabili

Acque sotterranee

Il monitoraggio della qualità delle acque sotterranee sarà da svolgersi attraverso periodico campionamento della falda superficiale.

Nel corso della fase di cantiere, le attività legate alla realizzazione degli interventi che possono determinare impatti sulle componenti suolo, sottosuolo e acque sotterranee sono legate alla asportazione e alla movimentazione dei terreni.

Si ritengono sostanzialmente trascurabili gli effetti legati alla variazione delle condizioni dinamiche della falda.

Il punto di controllo della componente idrica sotterranea sarà posizionato in prossimità delle aree di cantiere e in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche quali-quantitative della falda. A tal fine, prima dell'inizio dei lavori, verrà installati un piezometro sul foro di sondaggio esistente in corrispondenza dei serbatoi di stoccaggio.

Tale posizione consentirà il monitoraggio dell'acquifero superficiale sia in fase propedeutica all'inizio dei lavori, sia in corso d'opera.

Si prevede inoltre di lasciare tale punto di monitoraggio anche in fase di esercizio, ottenendo in tal modo delle valutazioni sugli effetti dell'impianto con la qualità delle acque.



In prossimità delle aree di cantiere specialmente se caratterizzate da una certa vulnerabilità della falda, possono verificarsi inquinamenti della falda derivanti da fattori accidentali quali sversamenti, perdite, dilavamento dei piazzali, strettamente collegati alle attività di campi e cantieri.

Il piano di monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su piezometri, sarà orientato ai seguenti aspetti:

- certificazione dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici nella situazione precedente l'avvio dei lavori;
- controllo dei corpi idrici nella fase di cantiere.

2.2 Fasi operative

L'intervento nel suo complesso non interferisce sulle condizioni di vulnerabilità all'inquinamento dell'area portuale-industriale, dal momento che essa, già nelle condizioni attuali, si trova ad essere caratterizzata dal massimo livello di vulnerabilità intrinseca.

Le interazioni tra il progetto e la componente possono essere così riassunte:

Fase di cantiere:

- prelievi idrici per le necessità del cantiere;
- scarico di effluenti liquidi;
- modifica del drenaggio superficiale dell'area interessata dall'opera;
- interazioni con i flussi idrici sotterranei per scavi/fondazioni;
- potenziali spillamenti/spandimenti accidentali dai mezzi utilizzati per la costruzione;

Fase di esercizio:

- prelievi idrici per le necessità operative;
- scarico di effluenti liquidi;
- impermeabilizzazione aree superficiali e modifica del drenaggio superficiale;
- interazioni con i flussi idrici sotterranei per presenza fondazioni;
- potenziale contaminazione delle acque per effetto di spillamenti/spandimenti accidentali in fase di esercizio.



2.3 Metodiche di rilevamento

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico dalla realizzazione delle opere, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima e durante la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro idrologico/idraulico e di qualità ambientale complessivo.

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo degli acquiferi potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con una frequenza maggiore o uguale rispetto alla fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le attività di monitoraggio prevedranno controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche sotterranee.

I parametri che verranno monitorati saranno indicativi di quelle che, potenzialmente, potrebbero essere le tipologie più probabili di alterazione e di inquinamento derivanti dalla realizzazione delle opere previste.

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

- Indagini qualitative: specifici parametri fisici e chimico-batteriologici.

Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico
- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico – fisici fornirà una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere previste. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi derivanti da opere di scavo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento con



conseguente aumento del contenuto di ioni o sversamenti accidentali. Infine variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Arsenico (As);
- Cadmio (Cd);
- Cobalto (Co);
- Nichel (Ni);
- Piombo (Pb);
- Rame (Cu);
- Zinco (Zn);
- Mercurio (Hg);
- Cromo totale (Cr tot);
- Cromo esavalente (Cr VI);
- Idrocarburi totali (espressi come n-esano).
- Composti organici volatili (Benzene, MTBE, ETBE) – VOC
- Escherichia coli

La determinazione di specifici parametri chimici, oltre a fornire una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea, è finalizzata alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività di cantiere.

2.4 Strumentazione utilizzata

Freatimetro

Strumento caratterizzato da nastro piatto con numerazione e graduazione termoinpresse di facile lettura. La sonda è in acciaio V2A, ha una lunghezza 175 mm ed un diametro che può essere 10 mm o 15 mm. Il peso della sonda è tale da garantire la discesa del nastro senza necessità di pesi aggiuntivi.

Un segnale luminoso e acustico indica distintamente il contatto con l'acqua.

Caratteristiche tecniche:



- Nastro centimetrato di tipo piatto con graduazione in centimetri e numerazione marcata a fuoco con stampa differenziata per i metri ed i decimetri.
- Lunghezza del nastro 100 metri.
- Accuratezza: 1cm.
- Materiale polietilene a due conduttori.
- Tamburo in materiale plastico ad alta resistenza.
- Cavalletto in materiale plastico, ad alta resistenza, con maniglia di trasporto. pomello per l'avanzamento del tamburo e sistema di bloccaggio (freno).
- Alimentazione a 4 batterie alcaline commerciali tipo C da 1,5 Volt.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri:

- Livello piezometrico statico

Sonda multiparametrica

Sonda multiparametrica tascabile, dotata di microprocessore, che consente la misura di pH e conducibilità elettrica e della concentrazione di ossigeno disciolto, redox e temperatura.

Permette inoltre una calibrazione automatica e manuale, termo compensazione manuale o automatica con indicazione parallela della temperatura.

Caratteristiche tecniche:

- Lettura di pH - mV - °C
- Letture di O2 mg O2/l - %sat - °C
- Lettura di Conducibilità microS, °C, TDS, salinità
- Campo di misura pH: -2,00..+16.00
- Campo di misura O2 mg O2/l: 0,00..19,99
- Campo di misura Cond. 1microS/cm...500mS/cm
- Precisione misura pH: +/-0,01pH
- Precisione misura O2: +/- 0,5%
- Precisione misura Cond. +/-1%
- Compensazione temperatura pH automatica o manuale
- Compensazione temperatura O2 IMT automatica
- Compensazione temperatura Cond. automatica secondo DIN 38 404 e EN 27 888
- Avviso di calibrazione impostabile tra 1 e 999 giorni.
- Calibrazione con tampone tecnico (pH) e automatica (O2 e conducibilità).
- Alimentazione a batterie.
- Autonomia fino a 2500 h.
- Uscita display digitale RS 232.



- Sistema di protezione IEC 529 / IP 66 e IP67.
- Marchi di omologazione CE, TUV/GS, UL e/o cETLus,CUL.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri:

- Conducibilità, Ossigeno disciolto, Ph, Temperatura acqua

Campionamento manuale

Le attività di campionamento manuale sono effettuate secondo gli standard previsti dalla Normativa. I campioni prelevati vengono opportunamente conservati e trasportati ad un Laboratorio di Analisi Certificato.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri:

Bicarbonati, Calcio, Sodio, Idrocarburi totali, Cloruri, Nitrati, Solfati, Cov benzene, Cov etilbenzene, Cov metilbenzene, Solidi totali sospesi, Escherichia coli, Cadmio, Cromo, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Giudizio di funzionalità iff, Indice ibe, Classe di qualità ibe, Totale classi sistematiche ibe

2.5 Attività di monitoraggio

L'attività di misura prevede l'analisi di alcuni parametri di misura opportunamente associati in set standard. In particolare sono stati così associati: i set 1 e 2, comprendono indagini quantitative e i parametri chimico fisici mentre i set 3 e 4 comprendono indagini qualitative. I parametri di misura comprendono un set standard (1+2) da rilevare su tutti i punti in occasione di ogni campagna e tre set di parametri specifici addizionali (3+4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche relative a eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività di cantiere.



codice set funzionale	codice e definizione parametri di monitoraggio
1	LP - livello piezometrico
2	T - temperatura Ph - Concentrazione ioni idrogeno COND - Conducibilità elettrica specifica
3	Bicarbonati Calcio Sodio Idrocarburi totali Solfati Cloruri Composti organici volatili (Benzene, MTBE, ETBE)
4	Escherichia coli

SET 1 e 2

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutti i punti di misura in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere previste.

SET 3

Il set 3 è finalizzato alla individuazione di eventuali inquinamenti della falda derivanti da fattori accidentali quali sversamenti, perdite ecc. strettamente collegati all'attività del cantiere ed alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero e la realizzazione degli scavi più profondi e delle trivellazioni; fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea.

SET 4

Il set 4 prevede la determinazione di parametri microbiologici ed è finalizzato ad individuare eventuali sversamenti e contaminazione di origine antropica potenzialmente correlati alla presenza del cantiere.

frequenza di misura set funzionali			
set di misura	ante operam	coso d'opera	post operam
1, 2	mensile	mensile	semestrale
3, 4	trimestrale	mensile	semestrale

2.6 Ubicazione punti di misura

Il punto di monitoraggio (**PZ01**), sarà posizionato come mostrato nella figura seguente:

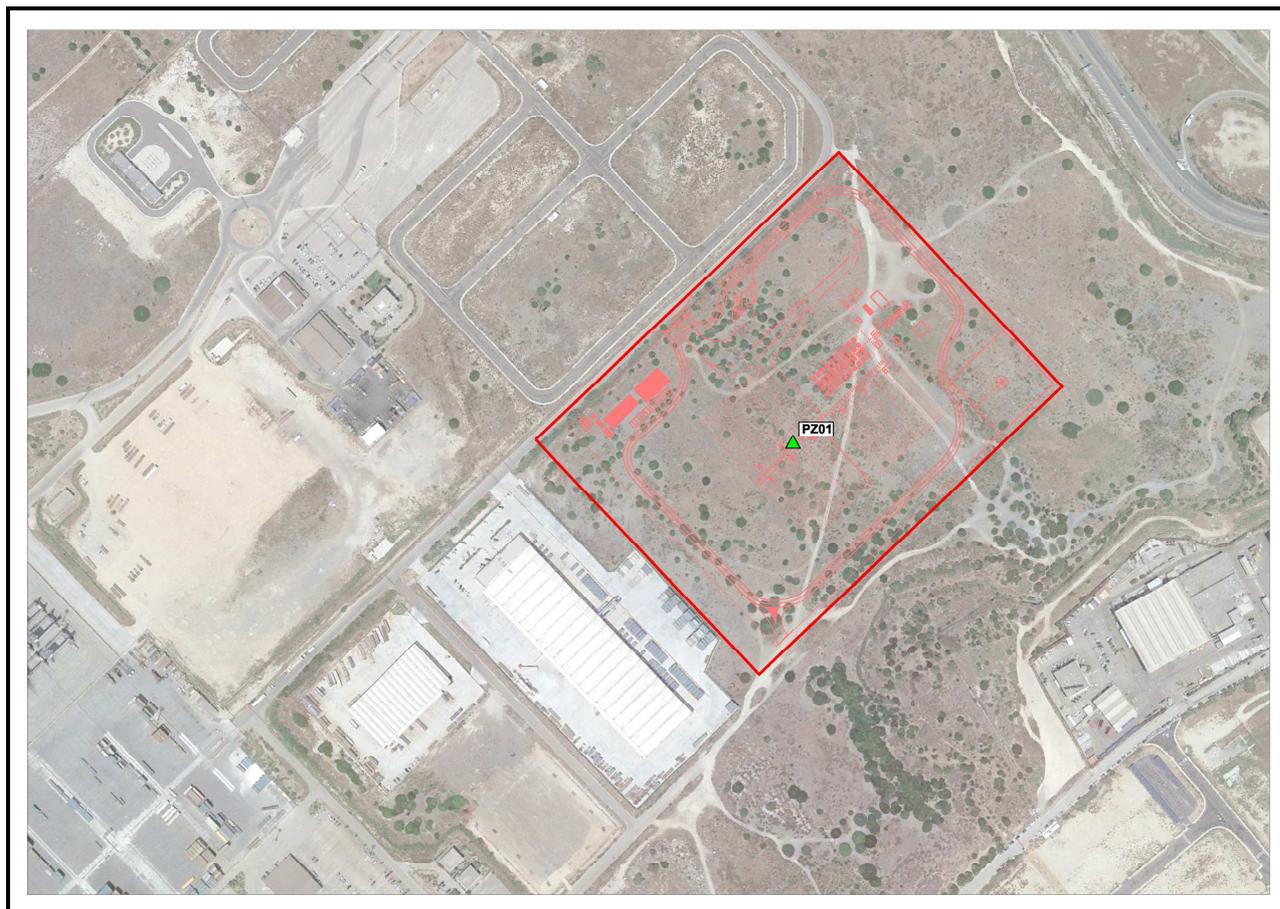


Figura 1 – Ubicazione del punto di monitoraggio proposta per la componente acque.

3 MONITORAGGIO RUMORE E VIBRAZIONI

Nonostante la limitatezza degli impatti previsti, saranno predisposte campagne di misura periodiche all'interno dell'area, nelle zone limitrofe e sui ricettori sensibili più vicini durante



le lavorazioni per la verifica del rispetto della normativa in materia, utilizzando in questo caso, come indicatori gli standard legislativi dei limiti sulle emissioni.

L'obiettivo del monitoraggio del rumore è quello di fornire una regola gestionale atta ad evidenziare e correggere gli impatti in eccesso rispetto alle attese ed ai limiti, una restituzione tempestiva dei dati ed integrazione tra monitoraggio e gestione del cantiere.

Il monitoraggio verrà eseguito secondo i criteri e metodi stabiliti dal DM 16/03/1998.

3.1 Aspetti generali

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura, nella fase di monitoraggio *ante operam*, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Il monitoraggio *ante operam* del rumore ha lo scopo di fornire una esaustiva ed aggiornata base di riferimento dei livelli e delle dinamiche degli indicatori di rumore in un insieme di aree e punti relativi alle aree e viabilità di cantiere e alle aree di scavo dei materiali.

I criteri generali per la scelta delle aree e delle sezioni di monitoraggio si basano sull'individuazione di un adeguato numero di ricevitori sensibili atti a garantire la rappresentazioni di un "stato di base", cui riferire l'esito dei successivi monitoraggi.

Nella fase di redazione della relazione di previsioni di impatto acustico sono state eseguite apposite rilevazioni acustiche su dei ricettori sensibili individuati lungo il confine del cantiere; le misurazioni sono state eseguite secondo i criteri e metodi stabiliti dal DM 16/03/1998.

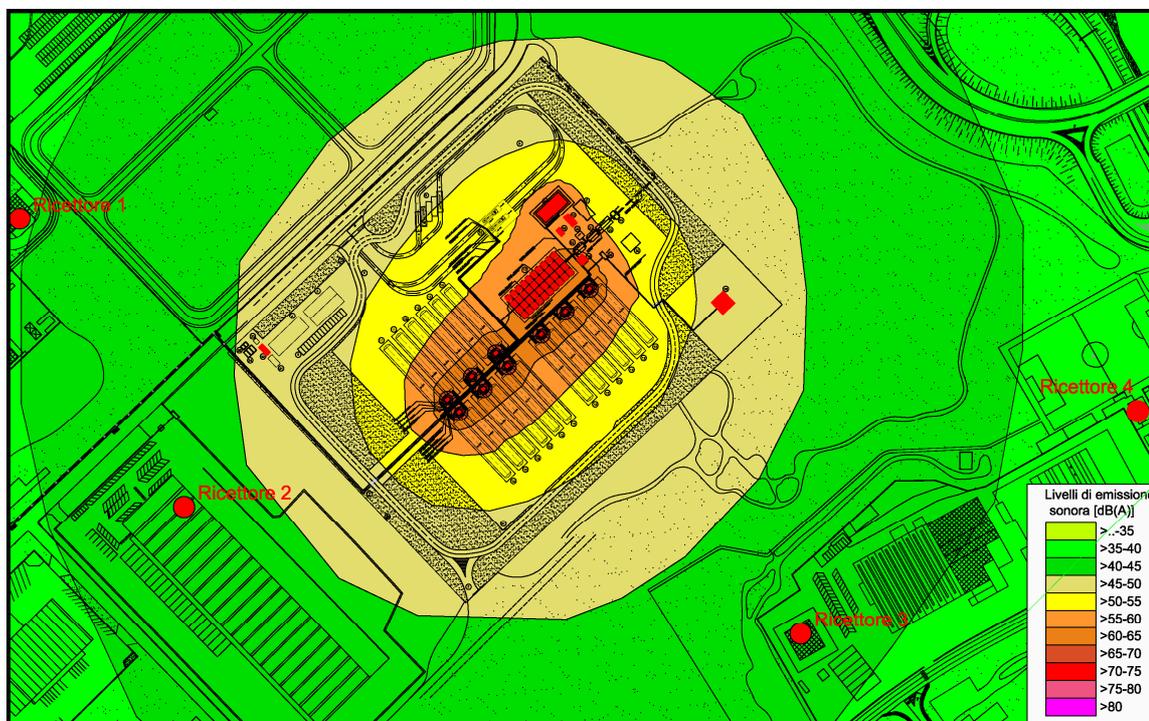


Figura 2 – Estratto dello studio di impatto acustico allegato al progetto con indicazione dei ricettori indicati.

Il monitoraggio nella fase corso d'opera del rumore ha invece lo scopo di prevedere:

- Il controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni acustici sia coerente rispetto alle previsioni dello studio di previsione di impatto acustico;
- Il controllo delle emissioni acustiche delle lavorazioni e dei traffici indotti dal cantiere, al fine di evitare il manifestarsi di emergenze specifiche, o di adottare eventuali misure integrative di mitigazione degli impatti.
- Il controllo delle emissioni acustiche previsionali della fase i esercizio.

Le analisi di seguito riportate si limitano alla sola componente rumore in quanto le opere e le attività previste, data la natura delle operazioni di cantiere svolte e la tipologia dei materiali presenti, non sono ritenute in grado di determinare vibrazioni significative a distanze superiori a 10-20 m dalle sorgenti. Le sorgenti di vibrazioni, essenzialmente costituite da macchine operatrici e per movimento terra, sono in grado di determinare vibrazioni che si smorzano entro brevi distanze. La breve durata dei periodi di utilizzo di macchine in grado di determinare vibrazioni, unitamente ai risultati di alcuni monitoraggi di cantiere di grandi opere compiuti nel corso degli ultimi anni, hanno consentito di ritenere la



componente vibrazioni come trascurabile e di limitare le valutazioni di impatto esclusivamente alla componente rumore, in quanto per quest'ultima componente le attenuazioni (distanza, assorbimento del terreno e dell'aria, ecc.) e le mitigazioni progettuali predisposte sono tali da non consentire di ritenere l'impatto del tutto trascurabile.

3.2 Fasi operative

Nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno le emissioni di rumore di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue), discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue) e puntuale.

Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività del corso d'opera sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

Fase di cantiere:

- emissioni sonore da mezzi e macchinari;
- emissioni sonore da traffico terrestre e marittimo;

Fase di esercizio:

- emissioni sonore da macchinari degli impianti;
- emissioni sonore connesse al traffico indotto (terrestre e marittimo).

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure, la ripetibilità delle stesse e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche.

L'unificazione delle metodiche di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misure è necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree geografiche e ambienti emissivi.

3.3 Metodiche di rilevamento

Il monitoraggio in corso d'opera è programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo.



Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

Il monitoraggio in corso d'opera dovrà consentire di tenere sotto controllo tutte le emissioni acustiche delle lavorazioni, e dei traffici indotti dal cantiere; pertanto dovrà essere condotto a campione purché il numero e la frequenza degli accertamenti siano adeguati alla necessità. Dovrà inoltre interessare tutta l'area di influenza acustica del cantiere, compresa la viabilità indotta, e seguire il fronte di avanzamento dei lavori.

L'individuazione delle aree sensibili in cui realizzare i monitoraggi sarà effettuata sulla base:

- Delle caratteristiche del territorio in cui si propaga il rumore (orografia del terreno, presenza di elementi naturali o artificiali schermanti, etc.);
- Delle caratteristiche geometriche, tipologiche e di emissione delle sorgenti in esame;
- Della classificazione acustica del territorio interessato prestando particolare attenzione ai ricettori situati nelle zone più vicine al cantiere.

Il numero dei punti di misura dovrà essere adeguato alla descrizione dell'andamento degli indici dell'inquinamento acustico, riferiti a posizioni standardizzate rispetto alla facciata degli edifici, alle aree fruite dalla popolazione ed in particolare ai ricettori sensibili situati in prossimità del cantiere.

Nel definire le posizioni di misura si è seguito il metodo di ubicare i punti scelti in prossimità di edifici; in base alla tipologia di postazione si procederà alla verifica delle emissioni sonore in ambiente esterno.

Per quanto riguarda il posizionamento del microfono si segnala l'opportunità di prevedere una caratterizzazione di alcuni elementi significativi relativi alla postazione, quali:

- Presenza o meno di una sorgente riflettente dietro il microfono e distanza da questa;
- Altezza rispetto al ricettore a cui si riferisce la misura;
- Altezza di misura e altezza della sorgente.

I rilievi fonometrici verranno eseguiti con frequenza settimanale su 3 posizioni fisse ubicate in corrispondenza dei confini dell'impianto e seguendo il criterio metodologico illustrato nel seguito:



Metodica 1: misure di 4 ore con postazione fissa

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 4 ore consecutive e con una frequenza settimanale. Si è deciso di effettuare il monitoraggio con frequenza settimanale in quanto dall'analisi del crono programma dei lavori è emerso che le lavorazioni sono organizzate con cadenza settimanale ed inoltre rappresenta la metodologia di calcolo utilizzata nella previsione di impatto acustico dove è stata fornita una previsione diversa per ogni settimana di lavoro.

Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1min
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI_{max}, LAF_{max}, LAS_{max})
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Considerando la necessità di confrontarsi con il DPCM 14.11.1997 deve essere assunto come indicatore primario il livello equivalente continuo diurno e, come indicatori secondari, una serie di descrittori del clima acustico in grado di permettere una migliore interpretazione dei fenomeni osservati.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Si precisa che le misure saranno eseguite in conformità a quanto previsto dal DM 16-3-98, e che pertanto, qualora nell'intervallo di misura alcune misurazioni non risultassero utilizzabili (causa fattori meteo-climatici ecc.), le stesse saranno prolungate fino all'acquisizione di dati relativi a 4 ore "valide".



3.4 **Strumentazione utilizzata**

Fonometro

Lo strumento utilizzato per la valutazione dell'inquinamento acustico è un fonometro integratore di precisione in classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672 con dinamica superiore a 80 dB, totalmente riconfigurabile con una ampia serie di moduli applicativi implementabili con aggiornamento del firmware.

Le costanti di tempo gestite sono Fast, Slow, Impulse, Picco ed Leq contemporanee, ognuna con le curve di ponderazione A, C e Z in parallelo. La time history è disponibile per tutti i parametri fonometrici ed analisi in frequenza.

Il fotometro viene utilizzato in cabinet stagni per esecuzione misure plurigiornaliere.

Caratteristiche tecniche

- Dinamica superiore a 125 dB.
- Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d'ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e dinamica superiore ai 110 dB.
- Registratore grafico di livello sonoro con possibilità di selezione di 58 diversi parametri di misura; contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d'ottava.
- Analizzatore statistico per LAF, LAeq, spettri ad 1/1 o 1/3 d'ottave, con sei livelli percentili definibili tra LN-0.01 e LN-99.99.
- Identificatore ed acquirente automatico di eventi sonori, completi di profilo livello-tempo-frequenza e segnale audio: 10 marcatori di eventi definibili.
- Capacità di registrazione audio digitale, continua, su eventi o a comando dell'operatore.
- Registrazione separata per commenti vocali.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri

Livello equivalente settimanale, Livello equivalente settimanale diurno, Livello equivalente settimanale notturno, Livello equivalente 24 ore, Livello equivalente diurno, Livello equivalente notturno, Livello massimo, Livello massimo diurno, Livello massimo notturno, Livello fast max, Livello fast max diurno, Livello fast max notturno, Livello statistico 1%, Livello statistico 5%, Livello statistico 10%, Livello statistico 50%, Livello statistico 90%, Livello statistico 95%, Livello statistico 99%

3.5 Attività di monitoraggio

L'attività di monitoraggio proposta prevede:

- fase ante operam: No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) per la determinazione del clima acustico presente nell'area;
- fase corso d'opera: No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) con cadenza trimestrale nel corso delle attività di cantiere;
- fase post operam: No. 1 campagna di misura del rumore ambientale (diurno/notturno) con cadenza annuale durante la fase di esercizio dell'impianto.

Come indicato nel paragrafo "Metodiche di rilevamento" durante la fase di cantiere è previsto il monitoraggio in 3 punti di misura idonei a dare una buona rappresentazione del rumore prodotto da cantiere e dell'efficacia degli interventi di mitigazione previsti.

3.6 Ubicazione punti di misura

L'ubicazione dei punti di monitoraggio ante operam è individuata dalla seguente figura (come da studio impatto acustico allegato in progetto).



Figura 3 - Ubicazione del punto di monitoraggio proposta per la componente rumore.



I rilievi fonometrici verranno eseguiti con frequenza settimanale ed una misura di 4 ore su postazione fissa nel periodo diurno. Come indicatore primario verrà utilizzato livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1min.

I punti di monitoraggio in corso d'opera verranno denominati **RU01**, **RU02**, e **RU03**, come indicato nella figura precedente.

4 MONITORAGGIO ATMOSFERA

Alla luce degli approfondimenti progettuali previsti dalla progettazione definitiva, risulterà necessario approfondire le valutazioni elaborate in questa sede, provvedendo in particolare alla stima delle emissioni effettive ed alla valutazione della concentrazione degli inquinanti presso i ricettori mediante l'applicazione di un modello di dispersione in atmosfera.

4.1 Aspetti generali

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi durante l'esecuzione delle opere e durante l'esercizio dell'impianto.

La diffusione di polveri si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza delle attività di cantiere, dei lavori di scavo, della movimentazione di materiali, dal loro deposito temporaneo e dalle operazioni di vagliatura dei materiali.

Durante la fase di esercizio le emissioni in atmosfera sono legate all'attività delle seguenti sorgenti:

- generatore di emergenza;
- motori alimentati a BOG;
- pompe antincendio;
- torcia.

Gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree industriali e portuali.

La dispersione e sedimentazione di polveri non ha effetti vistosi: Tuttavia si tratta di effetti rilevabili dalla popolazione, poiché visibili anche a distanza (nubi di polveri), che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, ecc.).

4.2 Fasi operative

Le interazioni tra il progetto e la componente atmosfera possono essere così riassunte:

Fase di cantiere:

- emissioni di inquinanti gassosi in atmosfera dai motori dei mezzi impegnati nelle attività di costruzione;
- emissioni di polveri in atmosfera da movimenti terra, traffico mezzi e costruzioni;
- emissioni in atmosfera connesse al traffico indotto;

Fase di esercizio:

- emissioni di inquinanti dai Motori a Combustione Interna;
- emissioni in atmosfera connesse ai traffici marittimi e terrestri indotti.

La caratterizzazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante una serie di rilievi in punti di monitoraggio fisicamente coincidenti con i ricettori interessati dalle attività di cantiere.

4.3 Metodiche di rilevamento

Come già esposto nel paragrafo riguardante la stima delle emissioni complessive e considerazioni sugli impatti sarà necessario monitorare essenzialmente:

Parametri chimici:

- biossido di zolfo (SO₂);
- ossidi di azoto (NO_X);
- monossido di carbonio (CO);
- polveri fini PM₁₀ e PM_{2.5};
- ozono (O₃);

Parametri meteorologici:

- velocità del vento;
 - direzione del vento;
 - temperatura;
 - umidità relativa;
 - pressione atmosferica;
-



- irraggiamento solare;
- precipitazioni atmosferiche.

Si può affermare che per quanto riguarda gli ossidi di azoto, dato il ridotto numero di mezzi coinvolti, l'emissione associata all'intervento in progetto risulta scarsamente significativa.

Per i ricettori (abitazioni) che si trovano a una distanza ridotta dalle aree di cantiere, o soprattutto dalla viabilità di cantiere ipotizzabile, non si possono escludere possibili impatti significativi sulla qualità dell'aria dovuti alle attività di cantiere.

Le metodiche in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una adeguata ripetibilità, sono:

- misura della qualità dell'aria per 15 giorni con mezzo mobile strumentato;
- misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;
- misura in continuo con centralina fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

A: rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto dal cantiere e delle viabilità di cantiere.

Le campagne di misura della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato vengono definite attraverso delle procedure di misura che permettono di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (O₃), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), frazione respirabile delle particelle sospese (PM₁₀ e PM_{2.5}), benzene (C₆H₆).

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (ad esempio in una campagna di 15 giorni per le PM₁₀, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

B: rilievo delle polveri sottili (PM₁₀) con campionatore sequenziale

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri sottili prodotte in prossimità delle aree di cantiere.



Le campagne di misura delle polveri sottili PM₁₀ per 15 giorni vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DM n. 60 del 2/04/2002 e dalle altre normative di settore.

La metodica prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi.

La strumentazione per la misura delle polveri aerodisperse è prescritta dalle leggi nazionali vigenti.

C: rilievo qualità aria con centralina fissa

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto dalle viabilità di cantiere.

4.4 Strumentazione utilizzata

Centralina controllo qualità dell'aria

La centralina di monitoraggio della qualità dell'aria è equipaggiata con i seguenti sensori:

- analizzatore di monossido di azoto, biossido di azoto e ossidi di azoto totali NO, NO₂, NO_x;
- analizzatore di monossido di carbonio CO;
- analizzatore di ozono O₃;
- analizzatore di Benzene, Toluene, Etilbenzene, O-Xilene, M-Xilene, P-Xilene;
- analizzatore in continuo della frazione inalabile delle polveri PM₁₀ e PM_{2.5};
- analizzatore della frazione inalabile delle polveri PM₁₀, BaP;
- barometro
- igrometro
- gonio anemometro
- pluviometro
- radiometro
- termometro

L'analisi del PM₁₀ e PM_{2.5} vengono correntemente svolte con gli analizzatori in continuo, ma le cabine sono equipaggiate anche con campionatori sequenziali al fine di permettere

eventuali campionamenti su membrana, finalizzati al Benzo(a)Pirene (BaP), ai metalli pesanti (Ni, Cd, Ar e Hg) o a misure di confronto di PM₁₀.

I parametri chimici e meteorologici monitorati in continuo dalla centralina sono:

- ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x);
- monossido di Carbonio (CO),
- ozono O₃,
- frazione respirabile delle particelle sospese (PM₁₀, PM_{2.5}),
- benzene, toluene, etilene, m-xilene, p-xilene, o-xilene (BTX),
- velocità del vento,
- direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- precipitazioni,
- pressione atmosferica,
- umidità relativa,
- radiazione solare.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri:

Precipitazione, Pressione atmosferica, Radiazione solare, Temperatura aria, Umidità relativa, Direzione vento, Velocità vento, Monossido di carbonio, Monossido di azoto, Biossido di azoto, Ossidi di azoto, Ozono, Benzene, Toluene, Etilbenzene, Orto-xilene, Meta-xilene, Para-xilene, Meta-para xilene, Particelle sospese PM_{2.5}, Particelle sospese PM₁₀.

Mezzo mobile controllo qualità dell'aria

La centralina mobile di monitoraggio della qualità dell'aria è costituita da un autoveicolo furgonato equipaggiato con i seguenti sensori:

- analizzatore di monossido di azoto, biossido di azoto e ossidi di azoto totali NO, NO₂, NO_x;
- analizzatore di ozono O₃;
- analizzatore di Benzene, toluene, xilene: gascromatografo;
- analizzatore di monossido di carbonio CO;
- analizzatore della frazione inalabile delle polveri PM₁₀;
- analizzatore della frazione inalabile delle polveri PM_{2.5};
- barometro;
- igrometro;
- goniometro;



- pluviometro;
- radiometro;
- termometro.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri:

Precipitazione, Pressione atmosferica, Radiazione solare, Temperatura aria, Umidità relativa, Direzione vento, Velocità vento, Monossido di carbonio, Monossido di azoto, Biossido di azoto, Ossidi di azoto, Ozono, Benzene, Toluene, Etilbenzene, Particelle sospese PM_{2.5}, Particelle sospese PM₁₀

Campionatore aria

Il campionatore per il controllo delle polveri aerodisperse è di tipo sequenziale con regolazione di flusso elettronica per il campionamento di polveri su membrane filtranti. Gli strumenti sono collocati all'interno di una cabina per esterni e sono in grado di rilevare sia le PM₁₀, sia le PM_{2.5} per periodi di circa 15gg.

Questa strumentazione è utilizzata per misurare i seguenti parametri:

- Particelle sospese PM₁₀

4.5 Attività di monitoraggio

Le misure in corso d'opera sono svolte in corrispondenza in una serie di punti localizzati, con le metodiche di riferimento e con frequenza continua nel caso della centralina fissa e mensile per quanto riguarda il campionamento sequenziale.

Il monitoraggio di corso d'opera in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle attività dei cantieri sarà avviato a seguito dell'inizio dei lavori ed in presenza di condizioni di normale attività, cioè fintanto che la postazione sarà soggetta ad impatto determinato dalle attività di cantiere.

4.6 Ubicazione punti di misura

Per quanto riguarda il monitoraggio della Qualità dell'Aria i punti di campionamento sono stati selezionati tenendo in considerazione:

- la presenza di ricettori sensibili (centri abitati), per valutare l'impatto sulla salute;
- la presenza di aree naturali sensibili, per valutare l'impatto sulla vegetazione e gli ecosistemi;
- la distanza dal perimetro esterno delle aree di cantiere e delle strade di accesso;

- le caratteristiche meteorologiche dell'area e l'orografia.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è individuata dalla seguente figura:

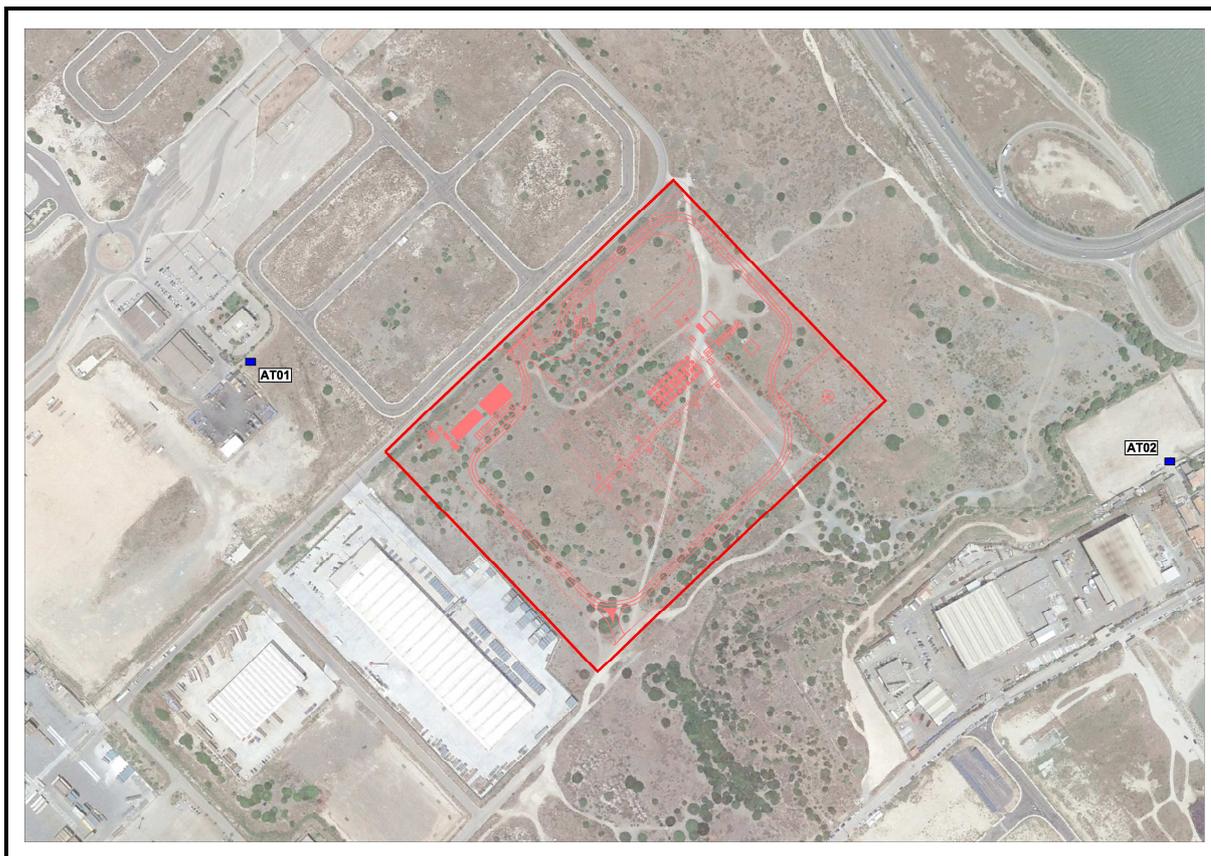


Figura 4 – Ubicazione del punto di monitoraggio proposta per la componente atmosfera.

I punti di monitoraggio in corso d'opera verranno denominati AT1 e AT2 e saranno ubicati come indicato nella figura sovrastante.



5 MONITORAGGIO SUOLO E SOTTOSUOLO

5.1 *Aspetti generali*

Nel corso della fase di cantiere, le attività legate alla realizzazione degli interventi che possono determinare impatti sulle componenti suolo e sottosuolo sono legate alla asportazione e alla movimentazione dei terreni e dei materiali inerti.

La realizzazione degli interventi di sbancamento in corrispondenza delle opere di fondazione più profonde costituisce infatti la fase di maggiore impatto sulle componenti.

I materiali in esubero saranno oggetto di movimentazione all'esterno dell'area di cantiere secondo le modalità descritte nel documento relativo al "Piano di Gestione delle Materie", ai sensi dell'art. 186 del D.lgs. 152/06 e s. m. i..

5.2 *Fasi operative*

Le interazioni tra il progetto e la componente possono essere così riassunte:

Fase di cantiere:

- utilizzo di materie prime e gestione terre e rocce da scavo;
- produzione di rifiuti;
- occupazione/limitazioni d'uso di suolo;
- potenziale spillamenti/spandimenti dai mezzi utilizzati per la costruzione;

Fase di esercizio:

- consumi di materie prime e produzione di rifiuti;
- potenziale contaminazione del suolo per effetto di spillamenti/spandimenti in fase di esercizio;
- occupazione/limitazioni d'uso di suolo per la presenza degli impianti;
- limitazioni dello specchio acqueo per l'esercizio degli accosti.

L'area di intervento è impostata essenzialmente sui prodotti antropici della bonifica, i quali occupano i primi 3-4 m di profondità.

L'area del Porto Canale è sede di attività industriali e portuali con presenza preesistente di potenziali sorgenti di contaminazione.



5.3 Attività di monitoraggio

Il progetto prevede il conferimento di tutti i materiali provenienti dalle operazioni di scavo a discarica e/o ad idonei impianti di recupero.

Si prevede pertanto una campagna di campionamento ed analisi da realizzarsi ai fini del futuro ripristino delle condizioni iniziali del sito, una volta terminata la vita utile dell'impianto e le relative attività di dismissione.