

COMUNE DI CAGLIARI

PROGETTO:

Proposta avente ad oggetto la progettazione, costruzione e gestione, in regime di concessione ed in condizioni di equilibrio economico-finanziario del nuovo stadio, ai sensi dell'articolo 1, comma 304, lettera b) della Legge n. 147 del 27 dicembre 2013



PROPONENTE:

Comune di Cagliari

Responsabile Unità Progetto Nuovo Stadio Sant'Elia
Responsabile Unico di Procedimento

Ing. Daniele Olla

Protocollo N.0190429/2023 del 26/06/2023

Oggetto: Proposta per l'affidamento della concessione per la realizzazione e gestione, in condizioni di equilibrio economico finanziario, del nuovo Stadio di Cagliari, ai sensi dell'art. 1, comma 304, della Legge di Stabilità 2014 - Dichiarazione di pubblico interesse - Conferenza dei servizi decisoria - Domanda di autorizzazione ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. n. 42/04 - Richiesta di integrazione atti
Ubicazione: Comune di Cagliari, Località Stadio Sant'Elia.
Richiedente: Comune di Cagliari - Servizio Opere Strategiche, Mobilità, Infrastrutture e Reti.
Posizione: 2023-1152

TEAM DI PROGETTAZIONE:

progettazione architettonica  PROGETTO CMR MASSIMO ROJ ARCHITECTS	progettazione strutture  iDEAS integrated Design in engineering architectures & sustainability	progettazione impianti tecnologici  TRACTEBEL ENGIE	progettazione sicurezza antincendio  ENGINEERING GOSTI ARCHITECTURE
integrazione prestazioni specialistiche  sportium shape your sport venue ideal	specialista impianti sportivi  MANICA architecture	opere di demolizione  ALCOTEC	urbanistica e procedura V.I.A.  DICAAR SARDAARCH
consulenza acustica  VIM Consulting & Management VA	consulenza paesaggistica  dsb Landscape design	consulenza viabilistica  RAM ENGINEERING S.R.L. - STP	consulenza ambientale  ambiente consulenza & ingegneria esperienza per l'ambiente

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO / DESCRIPTION:

Piano di monitoraggio ambientale

REDATTO DA :

CONTROLLATO DA :

DATA 14/06/2024

SCALA --

COMMESSA	FASE	EMISSIONE	LIVELLO	DISCIPLINA	TIPO	PROGRESSIVO	REVISIONE
3053	D	AMB	X	GEN	RE	022	00

*“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale***SOMMARIO**

1.	GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	1
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DELLA CANTIERIZZAZIONE.....	2
2.1	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO	2
2.2	FASI DI REALIZZAZIONE DEL PROGETTO	3
3.	I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	4
4.	I REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITA' DEL CASO	5
5.	LE SCELTE STRUTTURANTI IL PMA	6
5.1	LE FASI TEMPORALI OGGETTO DI MONITORAGGIO.....	6
5.2	LE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	7
6.	ATMOSFERA	8
6.1	FINALITA' DEL MONITORAGGIO	8
6.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	<i>8</i>
6.1.2	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>9</i>
6.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	13
6.2.1	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio.....</i>	<i>13</i>
6.2.2	<i>Metodologia e strumentazione</i>	<i>13</i>
6.3	GESTIONE DELLE ANOMALIE.....	18
6.4	DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE	19
6.5	CONCLUSIONI	20
7.	ACQUE SUPERFICIALI	20
7.1	FINALITA' DEL MONITORAGGIO	21
7.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	<i>21</i>
7.1.2	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>22</i>
7.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE.....	23
7.2.1	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio.....</i>	<i>23</i>
7.2.2	<i>Metodologia e strumentazione</i>	<i>23</i>
7.2.3	<i>Tempi e frequenza del monitoraggio.....</i>	<i>26</i>
7.3	GESTIONE ANOMALIE	26
7.3.1	<i>Azioni correttive.....</i>	<i>26</i>
7.4	CONCLUSIONI	27
8.	ACQUE SOTTERRANEE	27
8.1	FINALITA' DEL MONITORAGGIO	27
8.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	<i>27</i>
8.1.2	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>27</i>
8.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	29
8.2.1	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio.....</i>	<i>29</i>
8.2.2	<i>Metodologia e strumentazione</i>	<i>31</i>

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

8.2.3	Metodologie di monitoraggio.....	34
8.2.4	Tempi e frequenza di monitoraggio.....	35
8.3	GESTIONE ANOMALIE	36
8.3.1	Azioni correttive.....	37
8.4	CONCLUSIONI	37
9.	RUMORE	38
9.1	FINALITA' DEL MONITORAGGIO	38
9.1.1	Obiettivi del monitoraggio.....	38
9.1.2	Riferimenti normativi.....	38
9.2	MONITORAGGIO DEL RUMORE	39
9.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	39
9.2.2	Metodologia e strumentazione	40
9.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio.....	43
9.3	CONCLUSIONI	44
10.	VIBRAZIONI	45
10.1	FINALITA' DEL MONITORAGGIO	45
10.1.1	Obiettivi del monitoraggio.....	45
10.1.2	Riferimenti normativi.....	45
10.2	MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI	46
10.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	46
10.2.2	Metodologia e strumentazione	47
10.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio.....	50
10.3	CONCLUSIONI	51
11.	RESTITUZIONE DATI	51
11.1	RAPPORTI DI MISURA	51
11.2	RAPPORTI DI CAMPAGNA	52
11.3	RAPPORTI ANNUALI	52

INDICE FIGURE

Figura 1. Planimetria Generale.....	3
Figura 2 - Punti di monitoraggio dell'atmosfera.....	9
Figura 3 - Canale di S.Bartolomeo e stadio Sant'Elia.....	22
Figura 4 - Rete piezometrica di monitoraggio Stadio S.Elia	30
Figura 5 - Rete piezometrica di monitoraggio - Parcheggi.....	30
Figura 6 - Punti monitoraggio del rumore	40
Figura 7 - Punti di monitoraggio delle vibrazioni	47
Figura 8 - Estratto UNI 9614/2017 punto 9.1 Limiti di riferimento Ambiente ad uso abitativo.....	49
Figura 9 - Schema punti misura vibrazioni	50

1. GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente documento costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto nell’ambito del Progetto Definitivo “Nuovo Stadio Sant’Elia e relative Connessioni Urbane”.

In termini generali, il monitoraggio ambientale è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l’individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull’ambiente dall’esercizio di un’opera in progetto e dalla sua realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell’opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nell’esercizio dell’opera in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità ambientale;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull’ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell’esercizio degli interventi, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

In questa fase di lavoro, l’obiettivo principale è quindi quello di definire gli ambiti di monitoraggio, l’ubicazione dei punti di misura, le modalità operative e le tempistiche. Si sottolinea che il presente Piano di monitoraggio riprende quanto indicato nell’analisi degli impatti dello SIA, con lo scopo di controllare i parametri ambientali maggiormente significativi sia in fase di cantiere che di esercizio.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DELLA CANTIERIZZAZIONE

2.1 Breve descrizione del progetto

Il progetto del nuovo stadio di Cagliari prevede la demolizione del vecchio stadio Sant'Elia e la ricostruzione del nuovo stadio nella stessa area di sedime con uno spostamento del centro del campo verso nord ovest di circa 55 m e una sostanziale riduzione del perimetro esterno dell'impianto sportivo derivante dalla riduzione di capienza da un lato e dalla eliminazione della pista di atletica dall'altro.

Le opere previste nel progetto definitivo rientrano all'interno dell'Unità Minima Funzionale 1 denominata "lo stadio e la sua piazza", avente un'area di circa 98.000mq, di cui questo edificio ne occupa poco più di 1/3 della superficie.

Nel progetto viene inclusa anche l'area denominata "Lungo Canale", che, pur non essendo parte dell'Unità Minima Funzionale 1, viene trattata con lo stesso tipo di pavimentazione ed alberata come le restanti aree pubbliche esterne.

Il Nuovo Stadio di Cagliari è stato dimensionato per una capienza di 25.200 spettatori e predisposto affinché possa essere ulteriormente aumentata fino a 30.000 spettatori.

L'impianto ha una forma vagamente ellittica con assi di 220 e 185 metri che, data la loro contenuta differenza, gli conferiscono un aspetto abbastanza compatto. Sull'angolo a nord ovest si innesta l'hotel con la sua caratteristica forma a triangolo, con un'impronta a terra di circa 1.800 mq.

All'interno dell'Unità Minima Funzionale 1 sono inoltre presenti alcune aree di parcheggio a servizio dello stadio (P-2, P-Ospiti, P-Hotel, P-Media, etc.) mentre al suo esterno si trovano altre aree pertinenziali da utilizzare a parcheggio in occasione del match day (P-1 o Parcheggio Cuore, oltreché i parcheggi P7 e P8).

Il progetto viene infine completato dalle opere di riqualificazione del quartiere Sant'Elia.

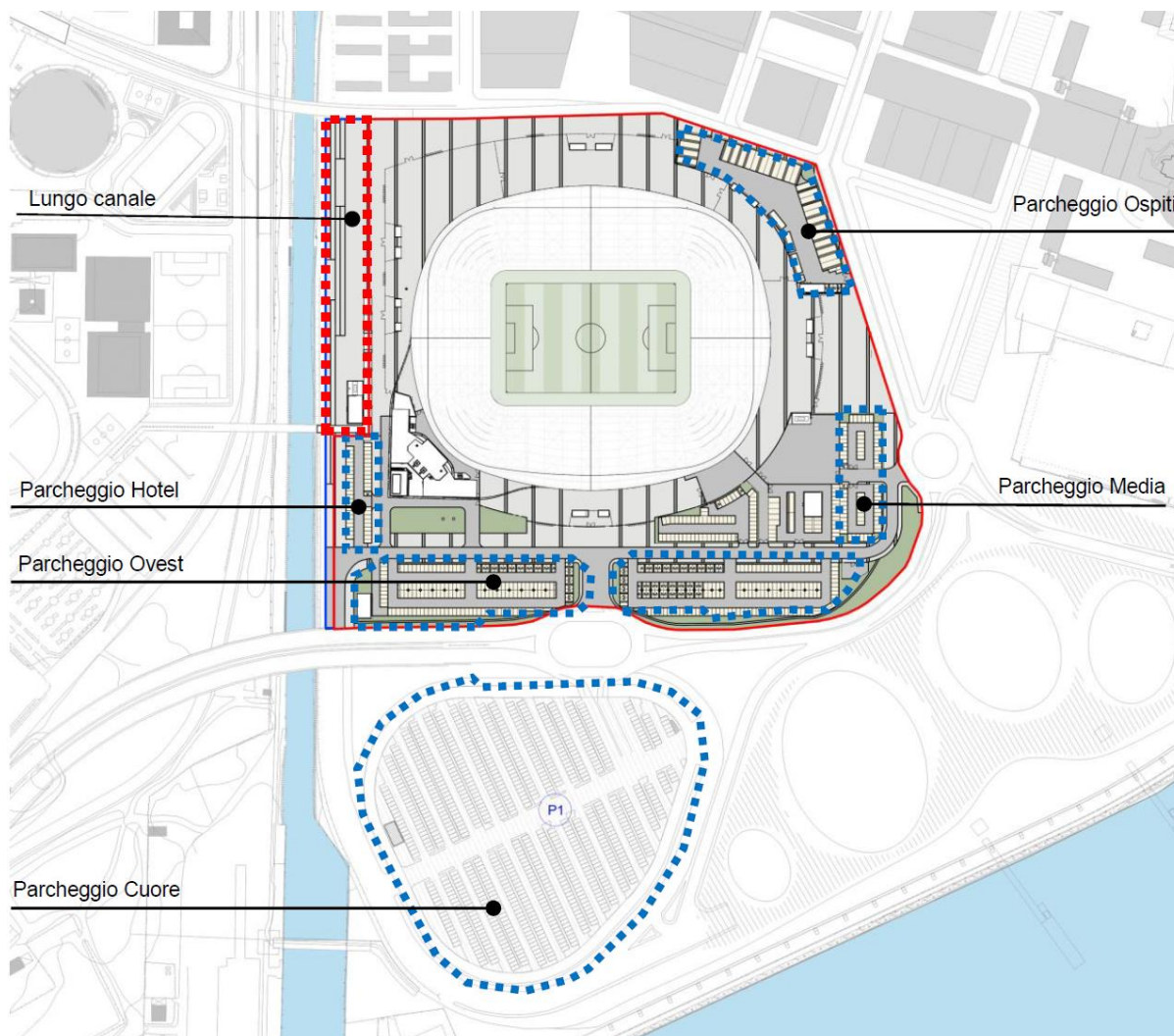
“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Figura 1. Planimetria Generale

2.2 Fasi di realizzazione del progetto

In virtù dei contenuti del progetto “Nuovo Stadio Sant’Elia e relative Opere di Connessione Urbane” e della complessità delle opere è stato possibile individuare le seguenti fasi realizzative:

- Fase 1: Demolizione del vecchio Stadio Sant’Elia, mentre permane in esercizio lo stadio provvisorio;
- Fase 2: Costruzione del Nuovo Stadio Sant’Elia ed adeguamento dei parcheggi P7 e P8, mentre permane in esercizio lo stadio provvisorio;
- Fase 3: Completamento del Nuovo Stadio Sant’Elia e messa a norma del parcheggio P1 – Cuore, nella pausa tra due stagioni sportive, pertanto in condizioni di inattività dello stadio provvisorio;
- Fase 4: Esercizio del Nuovo Stadio Sant’Elia e smontaggio dello stadio provvisorio durante la pausa tra due stagioni sportive;

- Fase 5: Realizzazione delle opere di riqualificazione del quartiere Sant'Elia, che completano la proposta progettuale e riqualificazione dell'area dello stadio provvisorio.

3. I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Al fine di rispondere agli obiettivi ed al ruolo attribuiti al Monitoraggio Ambientale, il PMA, ossia lo strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio, deve rispondere a quattro sostanziali requisiti, così identificabili:

- Rispondenza rispetto alle finalità del MA

Ancorché possa apparire superfluo, si evidenzia che il monitoraggio ambientale trova la sua ragione in quella che nel precedente paragrafo è stata identificata come sua finalità ultima, ossia nel dare concreta efficacia al progetto, mediante il costante controllo dei termini in cui nella realtà si configura il rapporto Opera-Ambiente e la tempestiva attivazione di misure correttive diversificate nel caso in cui questo differisca da quanto stimato e valutato sul piano previsionale.

La rispondenza a detta finalità ed obiettivi rende il monitoraggio ambientale delle opere sostanzialmente diverso da un più generale monitoraggio dello stato dell'ambiente, in quanto, a differenza di quest'ultimo, il monitoraggio deve trovare incardinazione nell'opera al controllo dei cui effetti è rivolto. Tale profonda differenza di prospettiva del monitoraggio deve essere tenuta in conto nella definizione del PMA che, in buona sostanza, deve operare una programmazione delle attività che sia coerente con le anzidette finalità ed obiettivi.

- Specificità rispetto all'opera in progetto ed al contesto di intervento

Il secondo profilo rispetto al quale si sostanzia la coerenza tra monitoraggio e finalità ed obiettivi ad esso assegnati, risiede nella specificità del PMA rispetto all'opera in progetto ed al contesto di intervento.

Se, come detto, uno degli obiettivi primari del MA risiede nel verificare l'esistenza di una effettiva rispondenza tra il rapporto Opera-Ambiente e quello risultante dalla effettiva realizzazione ed esercizio di detta opera, il PMA non può risolversi in un canonico repertorio di attività e specifiche tecniche di monitoraggio; quanto invece deve trovare la propria logica e coerenza in primo luogo nelle risultanze delle analisi ambientali al cui controllo è finalizzato ed in particolare negli impatti significativi in detta sede identificati.

Il soddisfacimento di detto requisito porta necessariamente a concepire ciascun PMA come documento connotato di una propria identità concettuale e contenutistica, fatti ovviamente salvi quegli aspetti comuni che discendono dal recepimento di criteri generali riguardanti l'impostazione e l'individuazione delle tematiche oggetto di trattazione.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Tale carattere di specificità si sostanzia in primo luogo nella identificazione delle componenti e fattori ambientali oggetto di monitoraggio le quali, stante quanto affermato, devono essere connesse alle azioni di progetto relative all’opera progettata ed agli impatti da queste determinati.

- Proporzionalità rispetto all’entità degli impatti attesi

Il requisito della proporzionalità del PMA, ossia il suo essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti, si pone in stretta connessione con quello precedente della specificità e ne costituisce la sua coerente esplicitazione. In buona sostanza, così come è necessario che ogni PMA trovi la propria specificità nella coerenza con l’opera progettata e con il contesto di sua localizzazione, analogamente il suo dettaglio, ossia le specifiche riguardanti l’estensione dell’area di indagine, i parametri e la frequenza dei rilevamenti debbono essere commisurati alla significatività degli impatti previsti.

- Flessibilità rispetto alle esigenze

Come premesso, il PMA costituisce uno strumento tecnico-operativo per la programmazione delle attività di monitoraggio che dovranno accompagnare, per un determinato lasso temporale, la realizzazione e l’esercizio di un’opera.

Tale natura programmatica del PMA, unitamente alla variabilità delle condizioni che potranno determinarsi nel corso della realizzazione e dell’esercizio dell’opera al quale detto PMA è riferito, determinano la necessità di configurare il Piano come strumento flessibile.

Ne consegue che, se da un lato la struttura organizzativa ed il programma delle attività disegnato dal PMA debbono essere chiaramente definiti, dall’altro queste non debbono configurarsi come scelte rigide e difficilmente modificabili, restando con ciò aperte alle eventuali necessità che potranno rappresentarsi nel corso della sua attuazione.

Tale requisito si sostanzia precipuamente nella definizione del modello organizzativo che deve essere tale da contenere al suo interno le procedure atte a poter gestire i diversi imprevisti ed al contempo essere rigoroso.

4. I REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITA’ DEL CASO

Come illustrato al paragrafo precedente i Piani di monitoraggio ambientale debbono rispondere a quattro requisiti sostanziali, i quali nel loro insieme sono sintetizzabili nella coerenza intercorrente tra il PMA redatto e le specificità di caso al quale questo è riferito.

Muovendo da tale presupposto, è possibile distinguere i seguenti profili di coerenza intercorrenti tra i requisiti prima indicati ed i fattori di specificità di caso.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Requisiti PMA	Fattori di specificità del caso
Specificità	Elementi di peculiarità dell'opera progettata e del relativo contesto di riferimento.
Proporzionalità	Risultanze degli studi effettuati nell'ambito dell'analisi degli impatti dello SIA generati dall'opera in progetto, nella sua fase di realizzazione e di esercizio.

Tabella 1 - Quadro di correlazione Requisiti PMA – Fattori di specificità

5. LE SCELTE STRUTTURANTI IL PMA

5.1 Le fasi temporali oggetto di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio ambientale è articolato in tre fasi temporali, ciascuna delle quali contraddistinta da uno specifico obiettivo, così sintetizzabile:

Fase	Descrizione	Obiettivi
Ante Operam	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere.	Obiettivo del monitoraggio risiede nel conoscere lo stato ambientale della porzione territoriale che sarà interessata dalle azioni di progetto relative alla realizzazione dell'opera ed al suo esercizio, prima che queste siano attuate.
Corso d'Opera	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.	Le attività sono rivolte a misurare gli effetti determinati dalla fase di cantierizzazione dell'opera in progetto, a partire dall'approntamento delle aree di cantiere sino al loro funzionamento a regime. L'entità di tali effetti è determinata mediante il confronto tra i dati acquisiti in detta fase e quella di Ante Operam.
Post Operam	Periodo che comprende le fasi di esercizio e quindi riferibile: al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo;	Il monitoraggio è finalizzato a verificare l'entità degli impatti ambientali dovuti al funzionamento dell'opera in progetto, e ad evidenziare la eventuale necessità di attuare misure ed interventi di mitigazione integrative.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

	all’esercizio dell’opera eventualmente articolato a sua volta in diversi orizzonti temporali (breve, medio, lungo periodo).	
--	---	--

Tabella 2 – Fasi temporali del monitoraggio

Appare evidente come lo schema logico sotteso a tale tripartizione dell’azione di monitoraggio, concepisca ognuna delle tre fasi come delle attività a sé stanti, che si susseguono una in serie all’altra: l’iniziale monitoraggio Ante Operam, una volta avviati i cantieri, è seguito da quello in Corso d’Opera sino al completamento della fase di realizzazione, terminata la quale ha avvio il monitoraggio Post Operam.

5.2 Le componenti ambientali oggetto di monitoraggio

Al fine di rispondere agli obiettivi propri del monitoraggio ambientale, il primo passaggio in tale direzione è quello di definire le componenti ambientali ed i temi che, sulla base dei risultati delle analisi condotte, si ritiene debbano essere oggetto del monitoraggio nel caso del progetto in esame. Tale screening permette di individuare i soli temi con particolare rilevanza. Questo implica l’esclusione dal Piano di monitoraggio di una serie di temi che non ne presentano questione centrale in termini di impatto stimato.

In ragione di quanto detto, nel caso del progetto in esame, le componenti ambientali oggetto di monitoraggio sono:

- Atmosfera
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Rumore
- Vibrazioni

Per la redazione del PMA si è tenuto conto delle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs.152/2006 e s.m.i., D. Lgs.163/2006 e s.m.i.)” predisposte dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione per le Valutazioni Ambientali (rev.1 del 16/06/2014).

Per gli aspetti specialistici si farà riferimento alle normative vigenti specifiche.

Nei paragrafi successivi verranno analizzate le varie componenti ambientali, specificando la tipologia di misura da eseguire e presentando una pianificazione con le indicazioni dei punti di misura, della tempistica di misure e della cadenza nelle varie fasi Ante, Corso e Post Operam.

6. ATMOSFERA

6

6.1 Finalita' del monitoraggio

6.1.1 *Obiettivi del monitoraggio*

Il monitoraggio della componente Atmosfera è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente, e più specificatamente sulla qualità dell'aria nelle diverse fasi del progetto (Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam).

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, focalizzando l'attenzione sulle concentrazioni di inquinanti prodotti in atmosfera durante la realizzazione/esercizio dell'opera in progetto, al fine di definire e adottare opportune misure di riorientamento.

Secondo le risultanze della modellazione atmosferica condotta nello SIA, gli impatti sulla qualità dell'aria legati all'esercizio dell'opera sono riconducibili principalmente alla diffusione di inquinanti generati dal traffico veicolare in previsione. Per quanto riguarda la fase di cantiere, invece, lo studio specialistico rileva impatti in termini di diffusione di polveri in atmosfera legate alle attività di movimentazione del materiale polverulento. Ne consegue pertanto come per il monitoraggio della qualità dell'aria siano previste azioni di controllo relative sia all'esercizio dello stadio, sia alla sua realizzazione.

Le risultanze di tale monitoraggio permetteranno, quindi, di verificare, rispetto alla situazione attualmente presente nell'area, l'eventuale incremento dei livelli di concentrazione di polveri e di inquinanti durante l'esercizio dell'opera in funzione delle modificazioni del traffico veicolare e durante la fase di cantierizzazione in funzione delle attività di cantiere più critiche per la componente atmosfera.

La figura sottostante indica i punti di monitoraggio dell'atmosfera.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Figura 2 - Punti di monitoraggio dell'atmosfera

6.1.2 Riferimenti normativi

Il riferimento normativo è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Tale decreto sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Tra le finalità indicate dal decreto, che si configura come un testo unico, vi sono:

- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

- la realizzazione di una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici destinate, queste ultime, a definire aspetti strettamente tecnici delle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria e a stabilire, in particolare:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, PM10 e PM2.5 (allegato XI punto 1);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (allegato XI punto 3);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (allegato XII parte 1); - il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 (allegato XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (allegato XIII);
- i valori obiettivo (allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (allegato XII parte 2).

Nelle seguenti tabelle si riportano i limiti degli inquinanti individuati dalla normativa.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
Biossido di zolfo (SO₂)			
1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 24 volte per anno civile		– (1)
1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 3 volte per anno civile		— (1)
Biossido di azoto (NO₂)*			
1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Benzene*			
Anno civile	5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m^3		– (1)
PM₁₀**			
1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	– (1)
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	– (1)
PM_{2,5} – fase 1			
Anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % il 11 giugno 2008, con una riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015
PM_{2,5} – fase 2 (4)			
Anno civile	(4)		1° gennaio 2010

(1) Già in vigore dal 1° gennaio 2005.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
<p>(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(3) Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.</p> <p>(4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.</p> <p>* Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p> <p>** Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro l'11 giugno 2011, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p>			

Tabella 3 - Valori limite – Allegato XI del D.Lgs. 155/2010

Finalità	Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo (1)
Ozono			
Protezione della salute umana	MEDIA massimagiornaliera calcolata su 8 ore ⁽²⁾	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni ⁽³⁾	1.1.2010
<p>(1) Il raggiungimento del valore obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana.</p> <p>(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(3) Se non è possibile determinare le medie su tre o cinque anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana.</p>			

Tabella 4 - Valori limite – Allegato VII D.Lgs. 155/2010

Periodo di mediazione	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre - 31 marzo)	Margine di tolleranza
Biossido di zolfo	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno
Ossidi di azoto	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ NO}_x$		Nessuno

Tabella 5 - Livelli critici per la protezione della vegetazione - Allegato XI del D.Lgs. 155/2010

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Inquinante	Valore obiettivo ⁽¹⁾
Arsenico	6,0 ng/m ³
Cadmio	5,0 ng/m ³
Nichel	20,0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1,0 ng/m ³
⁽¹⁾ Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.	

Tabella 6 - Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel, benzo(a)pirene

6.2 Monitoraggio della qualità dell'aria

6.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Al fine di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati nelle attività di monitoraggio e determinare i parametri meteorologici durante la realizzazione dei lavori e l'esercizio dell'opera in progetto, sono state individuate complessivamente 5 stazioni, come indicato nella tabella seguente.

Punti	Ubicazione
ATM-01	Zona residenziale Piazza Bernardo Demuro
ATM-02	Zona servizi sanitari, Piazza Boi
ATM-03	Assessorato Agricoltura, Via Emanuele Pessagno
ATM-04	Zona residenziale Via Canepa
ATM-05	Provincia Italiana Suore Mercedarie

Tabella 7 - Punti di monitoraggio della qualità dell'aria

6.2.2 Metodologia e strumentazione

Per il monitoraggio della qualità dell'aria si prevedono delle campagne mediante mezzo mobile sul territorio in prossimità dell'intervento, con particolare riferimento alle aree critiche più vicine all'infrastruttura, in accordo ai risultati ottenuti dallo studio modellistico. Saranno utilizzati inoltre campionatori sequenziali/gravimetrici delle polveri.

6.2.2.1 Parametri da monitorare

I parametri da rilevare sono i seguenti:

Polveri aerodisperse (fasi AO, CO, PO):

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

- PM10;
- PM2,5.

Inquinanti da traffico veicolare (fasi AO e PO):

- NO_x;
- NO₂;

Inquinanti legati a particolari lavorazioni (fase CO):

- Benzo(a)Pirene;

Parametri meteorologici (fasi AO, CO, PO)

- T temperatura media dell'aria, °C;
- DV direzione del vento, gradi sessagesimali;
- VV velocità media vento, m/s;
- UR umidità relativa aria, %;
- PP entità precipitazioni, mm;
- PA pressione atmosferica, kPa.

I parametri di qualità dell'aria verranno monitorati attraverso strumentazione installata sul laboratorio mobile e/o da analisi di laboratorio sui filtri acquisiti da campionatori sequenziali/gravimetrici, rilevando contemporaneamente i parametri meteorologici durante tutto il periodo di misurazione e su base oraria.

La determinazione del parametro Benzo(a)Pirene nel PM10 verrà eseguita durante le campagne della fase Corso d'Opera in corrispondenza di lavorazioni caratterizzate dall'utilizzo di bitume (es. asfaltatura).

6.2.2.2 Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte:

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio delle concentrazioni. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- Svolgimento della campagna di misure: ogni campagna prevede lo scarico e l'analisi dei dati, la stampa dei grafici; la restituzione dei risultati giornalieri delle polveri e, per le fasi AO e PO, della media oraria dei dati acquisiti per gli inquinanti gassosi. Tutti i parametri si intendono misurati in conformità alle normative attualmente in vigore.;
- Compilazione di Rapporti di misura.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Nella realizzazione e collocazione delle stazioni di misura si dovrà tener conto degli aspetti indicati al punto 4 dell'allegato III del D.Lgs 155/2010:

- assenza di fonti di interferenza;
- protezione rispetto all'esterno;
- possibilità di accesso;
- disponibilità di energia elettrica e di connessioni telefoniche;
- impatto visivo dell'ambiente esterno;
- sicurezza della popolazione e degli addetti;
- opportunità di effettuare il campionamento di altri inquinanti nello stesso sito fisso di campionamento;
- conformità agli strumenti di pianificazione territoriale.

La strumentazione utilizzata relativa ai mezzi mobili si compone di alcuni laboratori mobili dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard.

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

- analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- unità di acquisizione ed elaborazione dati.

In particolare, un analizzatore è tipicamente costituito da un sistema di aspirazione dell'aria (una pompa) che ne preleva una parte immettendola in una piccola camera, detta “cella di misura” e che contiene i dispositivi per la misura.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici, mediante l'impiego di sensori:

- barometro,
- igrometro,
- gonio anemometro,
- pluviometro,
- radiometro,

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

- termometro.

Il sistema di misura è costituito da un laboratorio mobile dotato di strumentazione del tipo a funzionamento in continuo in grado di monitorare i parametri indicati nel paragrafo precedente in automatico. In particolare, i singoli sistemi automatizzati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. 28 marzo 1983, al D.P.R. 24 maggio 1988 n.203, così come riportato dal Rapporto ISTISAN 89/10, dal D.M. 20 maggio 1991, DM 60 del 2 aprile 2002 e dal recente DLGS 155/2010.

Le apparecchiature mediante le quali sarà effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria dovranno essere sottoposte a verifiche periodiche, ovvero a controlli della risposta strumentale su tutto il campo di misura. A seconda del tipo di analizzatore installato, consistono in controlli con cadenza almeno annuale o con periodicità più frequente secondo indicazioni fornite dal costruttore o in base alla criticità dell'impianto e comunque dopo interventi di manutenzione conseguenti a guasto degli analizzatori.

In apposito registro saranno riportati tutti gli interventi effettuati sul sistema, sia di verifica che di manutenzione, secondo le indicazioni richieste.

Le operazioni di taratura dovranno essere eseguite periodicamente (almeno con cadenza annuale o secondo indicazioni diverse del costruttore) e comunque dopo ogni intervento di manutenzione sulla strumentazione analitica a seguito di guasto o dopo una modifica impiantistica che comporti variazione all'emissione.

Per quanto concerne le verifiche in campo, esse consistono nelle attività destinate all'accertamento della corretta esecuzione delle misure nelle effettive condizioni operative di tutta la catena di misura. Esse sono condotte sotto la supervisione dal Responsabile di Settore e dovranno essere eseguite ogni anno con l'impianto nelle normali condizioni di funzionamento.

6.2.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

La costruzione e l'esercizio delle opere di progetto possono dar vita ad impatti sulla qualità dell'aria sia durante le fasi di costruzione delle opere stesse sia nella fase Post Operam.

Le emissioni che possono causare alterazione dei livelli di qualità dell'aria nelle zone limitrofe ai cantieri per la realizzazione dell'opera sono quelle derivanti da qualsiasi fase lavorativa che può generare uno specifico inquinante perché utilizza o processa un materiale che lo contiene (o che contiene un suo precursore).

La complessità dell'opera determina quindi la necessità di monitorare la componente atmosferica nei tre momenti, ben distinti, identificabili, per consuetudine, nelle tre fasi in cui il progetto viene distinto:

- Ante Operam (AO);
- Corso d'Opera (CO);
- Post Operam (PO).

Il Piano di Monitoraggio **Ante Operam** prevede l'analisi di monitoraggi ad hoc in cui vengono rilevati gli inquinanti atmosferici ed i parametri meteorologici allo stato attuale nell'area di intervento. La determinazione del fondo ambientale delle concentrazioni dei diversi contaminanti sarà pertanto affiancata

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

in questa fase, per quanto possibile, all’individuazione delle cause generatrici dei singoli inquinanti presenti nelle aree di indagine.

Al fine di analizzare la qualità dell’aria attuale nell’area di intervento, sono previste n.4 campagne di misura della durata di 14 giorni, prima dell’apertura dei cantieri, con cadenza trimestrale. La fase AO avrà la durata di 12 mesi.

In alternativa si potrà valutare la possibilità di eseguire n.2 campagne, rappresentative rispettivamente dei periodi primavera-estate e autunno-inverno della durata 30gg ciascuna.

Il monitoraggio in **Corso d’Opera** viene predisposto in funzione della distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere individuando le aree di lavorazione maggiormente critiche per la componente atmosfera. Questo consente di disporre di segnali tempestivi per poter attivare eventuali azioni correttive rispetto a quelle preventive già predisposte ed adottate sulla base degli esiti dello studio atmosferico (es.: emissioni da cumuli, movimenti terra e mezzi d’opera). Allo stesso modo del PMA Ante Operam, per ogni punto di monitoraggio individuato vengono analizzate le concentrazioni di inquinanti ed i parametri meteorologici.

Il monitoraggio in CO comprende il periodo di realizzazione dell’opera, dall’apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti, si prevedono 16 campagne di durata tale da permettere una raccolta di almeno 14 giorni di dati validi relativi a giorni non piovosi. Per giornata piovosa è da intendersi giornata con più di 1.0 mm di pioggia cumulata giornaliera. In caso di eventi di questo tipo, la campagna dovrà essere prolungata fino ad un massimo di 21 giorni, al termine dei quali la campagna sarà considerata comunque valida.

Questa fase è probabilmente quella che presenta la maggiore variabilità, poiché strettamente legata all’avanzamento dei lavori e perché soggetta all’influenza dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori.

In ultimo, il monitoraggio da effettuare nella fase **Post Operam** è variabile in termini di tempistiche in funzione della tipologia di opera e delle caratteristiche territoriali dell’area in esame. In particolare, tali dati consentono di effettuare sia il confronto con la fase di ante-operam a fine lavori, ossia in assenza di emissioni/immissioni dovute alla fase di costruzione, sia per disporre di un nuovo quadro conoscitivo “ex-ante” rispetto all’esercizio delle opere (in particolare qualora fossero intervenuti altri fattori indipendenti dai lavori a modificare lo stato di qualità dell’aria).

Il monitoraggio PO prevede 4 campagne della durata di 14 giorni e dovrà iniziare entro 3 mesi dall’entrata in esercizio dell’opera.

La frequenza e la durata delle misure, opportunamente definite, con attenzione alla singola fase di monitoraggio, consentiranno di valutare, attraverso la misura degli indicatori ritenuti significativi, lo stato di qualità dell’aria e l’entità degli effetti indotti dalla realizzazione delle opere e dall’esercizio dell’opera.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Di seguito vengono specificate le tempistiche dei monitoraggi Ante Operam, in Corso d’Opera e Post Operam, sia in relazione alla durata della specifica indagine sia alla ripetitività della stessa durante il periodo di monitoraggio.

La durata delle attività inerenti al monitoraggio Ante Operam e Post Operam sarà di un anno solare, mentre per la fase di Corso d’Opera il monitoraggio avrà la durata della costruzione.

Di seguito si riporta una descrizione della strumentazione utilizzata per effettuare i rilevamenti dei diversi inquinanti monitorati:

- Campionatore sequenziale/gravimetrico per Polveri PM10, PM2,5
- Analizzatore di Ossidi di Azoto;
- Stazione meteorologica.

Ante Operam

Al fine di analizzare la qualità dell’aria attuale nell’area di intervento, sono previste campagne di misura della durata di 14 giorni, prima dell’apertura dei cantieri, con cadenza trimestrale. La fase AO avrà la durata di 12 mesi. Il monitoraggio AO è previsto per tutti i punti di monitoraggio indicati nel paragrafo 6.2.1.

Corso d’opera

Il monitoraggio in CO comprende il periodo di realizzazione dell’opera, dall’apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti, durerà quindi 2,5 anni e prevede 4 campagne della durata di 14 gg (al netto di giornate caratterizzate da eventi piovosi) con frequenza trimestrale.

Questa fase è probabilmente quella che presenta la maggiore variabilità, poiché strettamente legata all’avanzamento dei lavori e perché soggetta all’influenza dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatarie dei lavori.

Il monitoraggio CO è previsto per tutti i punti di monitoraggio indicati nel paragrafo 6.2.1.

Post Operam

Il monitoraggio PO prevede 4 campagne di misure della durata di 2 settimane con frequenza trimestrale, per 1 anno. Il monitoraggio dovrà iniziare entro 3 mesi dall’entrata in esercizio dell’opera. Il monitoraggio PO è previsto per tutti i punti di monitoraggio indicati nel paragrafo 6.2.1.

6.3 Gestione delle anomalie

Per la definizione delle criticità si ritiene opportuno in fase di corso d’opera fare riferimento ai soli parametri relativi al particolato PM10 e PM2,5.

I principali impatti sulla qualità dell’ambiente atmosferico sono infatti legati:

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

- alle polveri generate durante le operazioni di scavo, movimentazione terre e materiali di cantiere;
- alle polveri e agli inquinanti emessi o risospesi dai mezzi di trasporto e dal traffico legato alle attività di cantiere.

Al fine di individuare tempestivamente e puntualmente situazioni di incipiente degrado, si conviene di focalizzare il monitoraggio della componente sui parametri PM10 e PM2,5 in quanto più direttamente legati alle attività di movimentazione terre, scavi, passaggio di mezzi su piste sterrate, demolizioni, ecc., impostando un sistema di individuazione soglie condiviso con l'OA di pertinenza.

Il principale criterio per individuare l'insorgenza di anomalie è il confronto con i limiti di riferimento normativi previsti dal D.Lgs 155/2010.

Qualora si verifichi il superamento del valore di soglia o del limite normativo, il responsabile di gestione operativa esegue un'analisi di contesto per individuare le cause del superamento, avvia azioni correttive (interventi) adeguate a garantire il rapido rientro delle concentrazioni all'interno dei valori ammessi e ne dà tempestiva comunicazione agli enti competenti.

La segnalazione di anomalia riporta le seguenti indicazioni:

- date di emissione, di sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di attenzione e/o di allarme;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive ed eventuali foto;
- verifica dei risultati ottenuti.

6.4 Documentazione da produrre

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti evidenze:

- Schede di misura.
- Relazioni di fase AO.
- Relazioni di fase CO.
- Relazioni di fase PO

Schede di misura:

È prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e in laboratorio.

*“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale*Relazioni di fase:

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte relazioni e/o bollettini con frequenza trimestrale.

6.5 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio dell’atmosfera queste sono finalizzate alla verifica della qualità dell’aria indotta dal traffico veicolare causato dal progetto e dalle attività in corso d’opera in relazione al cronoprogramma lavori.

In questo secondo caso il monitoraggio è utile anche alla verifica dell’efficacia degli interventi di mitigazione ritenuti necessarie per l’abbattimento delle polveri generate dalle lavorazioni.

Il monitoraggio si svolge attraverso centralina mobile e/o campionatore sequenziale/gravimetrico. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine, come indicato nella successiva tabella.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure per punto
Atmosfera	ATM_01 ATM_02 ATM_03 ATM_04 ATM-05	AO	Misure trimestrali della durata di 14 giorni nell’anno antecedente la costruzione	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NOx, NO ₂ , Meteo	Laboratorio mobile	4
Atmosfera	ATM_01 ATM_02 ATM_03 ATM_04 ATM-05	CO	Misure trimestrali della durata di 14 giorni	PM ₁₀ , PM _{2,5} , IPA (eventuale) Meteo	Campionatori gravimetrici sequenziali	Frequenza trimestrale
Atmosfera	ATM_01 ATM_02 ATM_03 ATM_04 ATM-05	PO	Misure trimestrali della durata di 14 giorni nell’anno successivo all’entrata in esercizio	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NOx, NO ₂ , Meteo	Laboratorio mobile	4

Tabella 8 - Quadro sinottico PMA componente atmosfera

7. ACQUE SUPERFICIALI

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

7.1 Finalita' del monitoraggio

7.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio delle Acque è volto ad analizzare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, tutti i parametri utilizzati per definire le caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

Secondo le risultanze delle analisi condotte nello SIA è emerso che gli impatti potenziali interessanti la componente in esame consistono essenzialmente nell'eventuale modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali.

Tali potenziali impatti sono riconducibili, nella fase di realizzazione dell'opera, alle attività che interessano direttamente i corsi d'acqua anche con interventi di sistemazione idraulica necessari al fine di garantire le condizioni normative delle nuove opere senza aggravare i livelli di pericolosità idraulica sul territorio.

La figura a seguire rappresenta lo stadio di Sant'Elia in connessione con il canale di S.Bartolomeo situato lungo il perimetro.



*“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale**Figura 3 - Canale di S.Bartolomeo e stadio Sant'Elia*

7.1.2 Riferimenti normativi

Il piano di monitoraggio deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata, a livello comunitario, dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal D.Lgs. 152/2006 e smi, in particolare alla Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche; si richiamo i principali aggiornamenti del Decreto in materia di tutela e monitoraggio dell'ambiente idrico:

- D.Lgs. 16/01/08, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale;
- DM 14/04/2009, n. 56 - Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo;
- D.Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- DM 8/11/10, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D.Lgs 13/10/15 n.172 – Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

In particolare, del D.Lgs 152/06 e smi si richiama:

- l'Allegato 5 alla Parte III: Limiti di emissione degli scarichi idrici, per monitorare la conformità allo scarico; in particolare i riferimenti sono quelli di cui alla Tabella 3 nel quale sono indicati gli specifici set di parametri chimico-fisici e i relativi valori limite;
- l'Allegato 5 Parte IV: in relazione ai sedimenti a livello nazionale non sono stati stabiliti degli standard di qualità specifici per i sedimenti ma, in mancanza di indicazioni normative, si utilizzano i valori di concentrazioni limite fissati per i suoli alla Tabella 1.

*“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale***7.2 Monitoraggio della qualità delle acque****7.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio**

L'ambito territoriale in cui il progetto si inserisce è caratterizzato dalla presenza del canale di S.Bartolomeo, situato a poche decine di metri dallo stadio di Sant'Elia.

Le potenziali interferenze fra il progetto in esame e la matrice ambientale “Acque Superficiali” sono costituite:

- dal fronte avanzamento lavori
- da scarichi di cantiere; si ricorda, in ogni caso, che tali scarichi puntuali necessitano di apposita autorizzazione di un ente di controllo e, a seguito di tale autorizzazione, dovranno essere effettuati autocontrolli con tempistiche definite.

Pertanto, il canale di S.Bartolomeo sarà monitorato in prossimità del punto di scarico delle acque. Il posizionamento del punto dovrà essere oggetto di verifica in campo.

7.2.2 Metodologia e strumentazione**7.2.2.1 Tipologia di monitoraggio**

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque lo scopo è quello di controllare lo stato qualitativo dei corpi idrici interessati.

7.2.2.2 Parametri da monitorare

I parametri assunti per il monitoraggio delle acque da monitorare sono indicati nella parte terza dell'Allegato 5, Tabella 3. Si riporta per tanto tale tabella:

Numero parametro	PARAMETRI	unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognaria (*)
1	pH	5,5-9,5	5,5-9,5	
2	Temperatura	°C	[1]	[1]
3	colore		non percettibile con diluizione 1:20	non percettibile con diluizione 1:40
4	odore		non deve essere causa di molestie	non deve essere causa di molestie
5	materiali grossolani		assenti	assenti

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

6	Solidi speciali totali [2]	mg/L	≤80	≤200
7	BOD5 (come O2) [2]	mg/L	≤40	≤250
8	COD (come O2) [2]	mg/L	≤160	≤500
9	Alluminio	mg/L	≤1	≤2,0
10	Arsenico	mg/L	≤0,5	≤0,5
11	Bario	mg/L	≤20	-
12	Boro	mg/L	≤2	≤4
13	Cadmio	mg/L	≤0,02	≤0,02
14	Cromo totale	mg/L	≤2	≤4
15	Cromo VI	mg/L	≤0,2	≤0,20
16	Ferro	mg/L	≤2	≤4
17	Manganese	mg/L	≤2	≤4
18	Mercurio	mg/L	≤0,005	≤0,005
19	Nichel	mg/L	≤2	≤4
20	Piombo	mg/L	≤0,2	≤0,3
21	Rame	mg/L	≤0,1	≤0,4
22	Selenio	mg/L	≤0,03	≤0,03
23	Stagno	mg/L	≤10	
24	Zinco	mg/L	≤0,5	≤1,0
25	Cianuri totali come (CN)	mg/L	≤0,5	≤1,0
26	Cloro attivo libero	mg/L	≤0,2	≤0,3
27	Solfuri (come H2S)	mg/L	≤1	≤2
28	Solfiti (come SO3)	mg/L	≤1	≤2
29	Solfati (come SO4) [3]	mg/L	≤1000	≤1000

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

30	Cloruri [3]	mg/L	≤1200	≤1200
----	-------------	------	-------	-------

Tabella 9 - Tabella 3, Allegato V, Parte terza D.Lgs 152/2006

I limiti per lo scarico in rete fognaria sono obbligatori in assenza di limiti stabiliti dall'autorità competente o in mancanza di un impianto finale di trattamento in grado di rispettare i limiti di emissione dello scarico finale. Limiti diversi devono essere resi conformi a quanto indicato alla nota 2 della tabella 5 relativa a sostanze pericolose.

Per i corsi d'acqua la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non deve superare i 3 °C. Su almeno metà di qualsiasi sezione a valle tale variazione non deve superare 1 °C. Per i laghi la temperatura dello scarico non deve superare i 30 °C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre 50 metri di distanza dal punto di immissione. Per i canali artificiali, il massimo valore medio della temperatura dell'acqua di qualsiasi sezione non deve superare i 35 °C, la condizione suddetta è subordinata all'assenso del soggetto che gestisce il canale. Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35 °C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre i 1000 metri di distanza dal punto di immissione. Deve inoltre essere assicurata la compatibilità ambientale dello scarico con il corpo recipiente ed evitata la formazione di barriere termiche alla foce dei fiumi. Per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue urbane valgono i limiti indicati in tabella 1 e, per le zone sensibili anche quelli di tabella 2. Per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue industriali recapitanti in zone sensibili la concentrazione di fosforo totale e di azoto totale deve essere rispettivamente di 1 e 10 mg/L.

Tali limiti non valgono per lo scarico in mare, in tal senso le zone di foce sono equiparate alle acque marine costiere purché almeno sulla meta di una qualsiasi sezione a valle dello scarico non vengono disturbate le naturali variazioni della concentrazione di solfati o di cloruri.

In sede di autorizzazione allo scarico dell'impianto per il trattamento di acque reflue urbane, da parte dell'autorità competente andrà fissato il limite più opportuno in relazione alla situazione ambientale e igienico sanitaria del corpo idrico recettore e agli usi esistenti. Si consiglia un limite non superiore ai 5000 UFC/100 mL.

Il saggio di tossicità è obbligatorio. Oltre al saggio su *Daphnia magna*, possono essere eseguiti saggi di tossicità acuta su *Ceriodaphnia dubia*, *Selenastrum capricornutum*, batteri bioluminescenti o organismi quali *Artemia salina*, per scarichi di acqua salata o altri organismi tra quelli che saranno indicati ai sensi del punto 4 del presente allegato. In caso di esecuzione di più test di tossicità si consideri il risultato peggiore. Il risultato positivo della prova di tossicità non determina l'applicazione diretta delle sanzioni di cui al titolo V, determina altresì l'obbligo di approfondimento delle indagini analitiche, la ricerca delle cause di tossicità e la loro rimozione.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Il monitoraggio, come già indicato, verrà eseguito solo in corso d’opera, di conseguenza si prevede il monitoraggio continui dei suddetti parametri per 24 ore.

7.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

Il monitoraggio delle acque viene effettuato nella fase del corso d’opera del progetto, dove come indicato precedentemente si andrà monitorare esclusivamente il punto di scarico.

La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque superficiali avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori di costruzione dell’opera. Pertanto, sono previsti monitoraggi con cadenza semestrale sul punto.

7.3 Gestione anomalie

I valori di riferimento sono quelli inseriti nella Tabella 3 dell’Allegato 5 del D.lgs 152/2006, e saranno la base per il confronto per la fase del corso d’opera al fine di valutare con tempestività eventuali situazioni anomale.

7.3.1 Azioni correttive

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà come segue:

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione e ripetizione eventuale della misura;
- apertura scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata alla Committente e quindi all'Organo di controllo:
 - date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
 - parametro o indice indicatore di riferimento;
 - superamento della soglia di attenzione e/ o di intervento;
 - cause ipotizzate e possibili interferenze;
 - note descrittive ed eventuali foto;
 - verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Nel caso in cui il parametro non presenti più anomalia, si procede alla chiusura della medesima.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo, avendo accertato che la causa sia legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la Committente e con l’Organo di controllo se e quale azione correttiva intraprendere. Le azioni correttive più opportune per tamponare la causa di eventuale compromissione individuata saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione che sarà redatto.

7.4 Conclusioni

Si riporta a seguire il riepilogo delle attività di monitoraggio previste per la componente acque superficiali.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri oggetto di monitoraggio	Quantità misure per punto
Acque superficiali	Scarico in corpo idrico superficiale	CO	Misure semestrali per l'intera durata delle attività di cantiere	I parametri da monitorare sono presenti nella tabella 3 dell'allegato 5.	Frequenza semestrale

Tabella 10 - Quadro sinottico PMA componente acque superficiali

8. ACQUE SOTTERRANEE

8

8.1 Finalità del monitoraggio

8.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto della costruzione delle opere sul sistema idrogeologico profondo, al fine di prevenire alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Le attività che possono comportare ripercussioni sul livello della falda creando sbarramenti o situazioni di drenaggio sono principalmente legate alla costruzione delle fondazioni profonde ma, in generale, possono essere considerate critiche tutte le lavorazioni e le attività che avvengono in cantiere, dove potrebbero verificarsi eventi di sversamento accidentale di sostanze potenzialmente inquinanti o riversarsi nel suolo le acque di piattaforma.

Il monitoraggio delle acque sotterranee consentirà di rilevare in Corso d'Opera le eventuali interferenze sulle acque sotterranee indotte dalle azioni di progetto e monitorare la loro evoluzione nel tempo.

8.1.2 Riferimenti normativi

Il piano di monitoraggio deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata, a livello comunitario, dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., in particolare alla Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche; si richiamo i principali aggiornamenti del Decreto in materia di tutela e monitoraggio dell'ambiente idrico:

- D.Lgs. 16/01/08, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale;
- DM 14/04/2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo;
- D.Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- DM 8/11/10, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D.Lgs 13/10/15 n.172 – Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

In particolare, del D.Lgs 152/06 e s.m.i. si richiama:

- l'Allegato 1 alla Parte III: Il monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, nel quale sono riportate le indicazioni sulle modalità di svolgimento delle attività inerenti al monitoraggio; in particolare per quanto riguarda il monitoraggio chimico, si fa riferimento alle tabelle 1/A (Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di priorità) ed 1/B (Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo "SQA-MA") del D. Lgs. n. 172 del 13 ottobre 2015;
- l'Allegato 5 alla Parte III: Limiti di emissione degli scarichi idrici, per monitorare la conformità allo scarico; in particolare i riferimenti sono quelli di cui alla Tabella 3 nel quale sono indicati gli specifici set di parametri chimico-fisici e i relativi valori limite.
- l'Allegato 5 Parte IV: in relazione ai sedimenti a livello nazionale non sono stati stabiliti degli standard di qualità specifici per i sedimenti ma, in mancanza di indicazioni normative, si utilizzano i valori di concentrazioni limite fissati per i suoli alla Tabella 1.

Si richiamano inoltre:

- Normativa Comunitaria

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
 - Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Normativa nazionale
 - D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

8.2 Monitoraggio della qualità delle acque sotterranee

8.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Nella definizione della localizzazione dei punti di monitoraggio della componente acque sotterranee sono stati individuati i punti di monitoraggio nelle aree di potenziale impatto, atti a caratterizzare i parametri delle acque nei punti ritenuti più critici in considerazione della conformazione del territorio oggetto di studio e delle sue caratteristiche geologiche ed idrogeologiche.

Ai fini dell'esecuzione di un monitoraggio atto ad individuare eventuali variazioni dello stato ambientale delle acque sotterranee presenti presso l'area di studio, la rete di monitoraggio si comporrà di n.9 piezometri ubicati attorno lo Stadio di Sant'Elia (Pz1s-Pz8s e PzEs), e 6 piezometri nei parcheggi P7 e P8 (Pz1p-Pz6p).

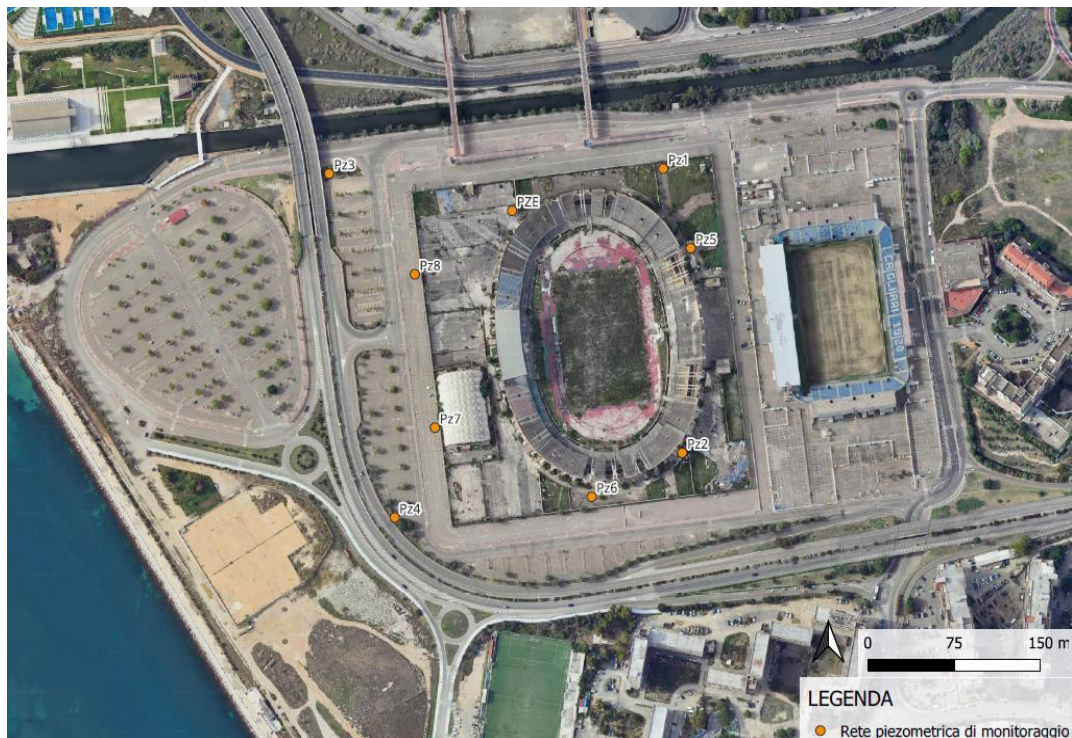
I punti di misura sono stati scelti rispettando il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico – fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle idrogeologico, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni del progetto.

Di seguito si riporta la tabella relativa ai punti di monitoraggio previsti.

Punti	Ubicazione
Pz1s-Pz8s/PzEs	Area Stadio Sant'Elia
Pz1 p– Pz6p	Parcheggi P7 e P8

Tabella 11 - Punti di monitoraggio delle acque sotterranee

Le figure sottostanti mostrano graficamente la localizzazione dei piezometri in prossimità dello stadio di S.Elia e dei parcheggi.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"*Figura 4 - Rete piezometrica di monitoraggio Stadio S.Elia**Figura 5 - Rete piezometrica di monitoraggio - Parcheggi*

8.2.2 Metodologia e strumentazione

8.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Mediante i piezometri, verranno effettuate le seguenti attività di rilevamento.

- Misura del livello piezometro;
- Prelievo di campioni d’acqua e analisi di laboratorio dei parametri fisico-chimici e batteriologici.

8.2.2.2 Parametri oggetti di monitoraggio

Le misure verranno effettuate mediante piezometri, del tipo a tubo aperto, appositamente installati nei fori di sondaggio.

Il sondaggio, a carotaggio continuo, permetterà di accertare la stratigrafia locale e di conseguenza definire la profondità di posa del piezometro. Questo sarà costituito da un tubo in PVC, con diametro interno tale da consentire le operazioni di prelievo dei campioni d’acqua (si consiglia 3” o 4”), che sarà fenestrato per tutta l’altezza o nel tratto corrispondente allo strato permeabile e, in linea di principio, dovrà permettere di monitorare la falda più superficiale. Il fondo del piezometro dovrà terebrare l’acquifero per 10m o, nel caso di intercettazione del substrato impermeabile (argille varicolori, flysch a prevalente contenuto argilloso), intestarsi al suo interno per almeno 50 cm, mentre la quota di posizionamento della porzione filtrante sarà stabilita in funzione dei risultati della perforazione. Il fondo del tubo piezometrico dovrà essere chiuso mediante fondello cieco impermeabile. La posa del piezometro dovrà essere preceduta da un accurato lavaggio del foro di sondaggio (fino a quando non esce acqua chiara) e da misure per controllare l’effettiva profondità raggiunta dalla perforazione. Il tubo in PVC sarà circondato da un filtro in ghiaietto siliceo calibrato, da posizionare nell’intercapedine perforo-tubazione in corrispondenza del tratto fenestrato. Al termine di questa fase verrà estratta la tubazione di rivestimento del foro, curando di aggiungere ghiaietto se necessario. È opportuno che il tratto terminale del foro, per la lunghezza di almeno 1 metro, sia sigillato con un tappo in materiale argilloso o cementato, per impedire l’ingresso nel piezometro di acque superficiali. La tubazione di misura dovrà sporgere 20 ÷ 30 cm dal piano campagna e sarà protetta da un chiusino metallico, munito di lucchetto. Al termine della perforazione si dovrà redigere la stratigrafia del sondaggio, indicando anche la profondità di posa del piezometro e la lunghezza del tratto forato.

Misura del livello piezometrico

Le misure del livello piezometrico saranno eseguite mediante sondino elettrico (freatimetro) e riportate in apposite schede di rilevamento delle acque sotterranee. Per meglio caratterizzare le connessioni esistenti tra le oscillazioni stagionali della falda e l’andamento delle piogge sulla scheda andranno anche riportati i dati pluviometrici dell’area registrati nel giorno in cui si eseguono le letture piezometriche.

Prelievo di campioni d’acqua e analisi di laboratorio

I campionamenti e le successive analisi delle acque verranno eseguite secondo i metodi analitici per le acque stabiliti da APAT e IRSA - CNR (Manuali e linee guida 29/2003).

I punti di analisi dovranno essere catalogati inserendo le suddette caratteristiche:

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

- coordinate (Gauss- Boaga)
- stratigrafia dei terreni e segnalazione dei livelli saturi incontrati

Le attrezzature di campionamento dovranno essere decontaminate prima dell'utilizzazione.

Dovranno essere usati contenitori nuovi.

Nell'ambito del monitoraggio si prevede la rilevazione dei parametri chimico-fisici indicati nella seguente tabella:

parametri	u.m.	limite di legge	limite di rilevabilità
FISICO-CHIMICI (IN SITU)			
Conducibilità elettrica a 20°C	µS/cm		
Ossigeno disciolto	mg/l		1
pH	-		
Potenziale redox	mV		
Soggiacenza statica	m		
Temperatura dell'acqua	°C		
Temperatura dell'aria	°C		

I campioni prelevati nell'ambito delle campagne di monitoraggio saranno inoltre sottoposti al seguente protocollo analitico:

CHIMICI (IN LABORATORIO)			
D. Lgs. N. 152/2006 ss.mm.ii. – PARTE IV – Titolo V – Allegato 5 Tabella 2 "Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee"			
METALLI			
Arsenico	µg/l	10	0,25
Cadmio	µg/l	5	1
Cromo totale	µg/l	50	1
Cromo VI	µg/l	5	2
Ferro	µg/l	200	1
Manganese	µg/l	50	2
Nichel	µg/l	20	2
Piombo	µg/l	10	3
Rame	µg/l	1000	1
Zinco	µg/l	3000	25
INQUINANTI INORGANICI			
Solfati	mg/l	250	1
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI			
Benzene	µg/l	1	0,02

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Etilbenzene	µg/l	50	0,02
Toluene	µg/l	15	0,02
m-Xilene	µg/l	-	0,04
p-Xilene	µg/l	10	0,04
Stirene	µg/l	25	0,05
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI			
Clorometano	µg/l	1,5	0,075
Triclorometano	µg/l	0,15	0,013
Cloruro di Vinile	µg/l	0,5	0,017
1,2-Dicloroetano	µg/l	3	0,045
1,1-Dicloroetilene	µg/l	0,05	0,005
Tricloroetilene	µg/l	1,5	0,070
Tetracloroetilene (PCE)	µg/l	1,1	0,069
Esaclorobutadiene	µg/l	0,15	0,015
Sommatoria Organoalogenati	µg/l	10	-
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI			
1,1-Dicloroetano	µg/l	810	0,066
1,2-Dicloroetilene	µg/l	60	-
1,2-Dicloropropano	µg/l	0,15	0,015
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	0,2	0,017
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	0,001	0,000094
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	0,05	0,0049
IPA			
Benzo(a)antracene	µg/l	60	0,0055
Benzo(a)pirene	µg/l	0,15	0,0007
Benzo(b)fluorantene	µg/l	0,1	0,0052
Benzo(k)fluorantene	µg/l	0,01	0,0047
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0,1	0,00098
Crisene	µg/l	0,05	0,0084
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	0,01	0,00074
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	5	0,0041
Pirene	µg/l	0,01	0,0058
Sommatoria IPA	µg/l	0,1	-
ALTRO			
Idrocarburi totali	µg/l	350	10
MTBE	µg/l	-	0,076

*“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale**Tabella 12 - Parametri oggetto di monitoraggio*

Le attività di misura e di campionamento dovranno essere evitate nei periodi di forte siccità o di intense piogge o in periodi ad essi successivi in quanto, i campioni potrebbero non essere significativi o rappresentativi dell’acquifero.

8.2.3 Metodologie di monitoraggio

Campionamento

Per ogni singolo campione è necessario che siano garantite la stabilità e l’inalterabilità di tutti i costituenti nell’intervallo di tempo che intercorre tra il prelievo e l’analisi.

Un campione ambientale, nel momento stesso in cui viene separato e confinato in un recipiente non rappresenta più, a stretto rigore, il sistema di origine. Da quel momento il campione inizia a modificarsi fisicamente (evaporazione, sedimentazione, adsorbimento alle pareti del contenitore ecc.), chimicamente (reazioni di neutralizzazione, trasformazioni ossidative ecc.) e biologicamente (attacco batterico, fotosintesi ecc.).

Per quanto attiene ai tempi massimi intercorrenti tra il prelievo e l’analisi è raccomandabile eseguire sempre le analisi sui campioni, il più presto possibile dopo la raccolta. La consegna al laboratorio deve avvenire entro 24 ore dal prelievo. Il campione deve essere conservato tramite refrigerazione a 4°C per impedirne il deterioramento.

I contenitori utilizzati per la raccolta e il trasporto dei campioni non devono alterare il valore dei parametri per cui deve essere effettuata la determinazione, in particolare:

- non devono cedere o adsorbire sostanze, alterando la composizione del campione;
- devono essere resistenti ai vari costituenti eventualmente presenti nel campione;
- devono garantire la perfetta tenuta, anche per i gas disciolti e per i composti volatili, ove questi siano oggetto di determinazioni analitiche.

I materiali più usati per i contenitori sono generalmente il vetro e la plastica. Il vetro rimane il materiale da preferire e per il monitoraggio si consiglia di utilizzare:

- contenitore in polietilene da 2 l per le analisi dei metalli e delle specie metalliche, con aggiunta di HNO₃ fino a pH<2;
- contenitore in vetro da 1 l per l’analisi del TOC;
- contenitore in vetro da 1 l per le analisi degli idrocarburi;
- contenitore in vetro da 1 l per le analisi dei tensioattivi anionici e non ionici;
- contenitore in polietilene da 500 ml per i nitrati.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

I contenitori utilizzati andranno etichettati indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.

Analisi di laboratorio

Non appena il campione arriverà in laboratorio, prima di procedere con le analisi previste, si dovrà:

- verificare l'assoluta integrità dei campioni (in caso di recipienti danneggiati il campionamento deve essere nuovamente effettuato);
- verificare che ciascun contenitore riporti in modo leggibile tutte le indicazioni che permettano un'identificazione chiara e precisa del punto di monitoraggio;
- verificare la taratura degli strumenti che saranno utilizzati per le determinazioni analitiche.

Il riferimento per la caratterizzazione chimica delle acque è il manuale "Metodi Analitici per le Acque" (IRSA-APAT Rapporto 29/2003).

Le analisi chimiche devono essere eseguite presso laboratori accreditati e certificati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Dovranno inoltre essere in accordo con la normativa vigente e condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tenendo conto di eventuali implementazioni, modifiche o abrogazioni.

8.2.4 Tempi e frequenza di monitoraggio

Il monitoraggio delle acque è articolato secondo tre momenti, ben distinti, identificabili per consuetudine, nelle tre fasi in cui il progetto viene distinto:

- Ante Operam (AO);
- Corso d'Opera (CO);
- Post Operam (PO).

Sarà necessario prevedere una certa flessibilità e adattabilità del monitoraggio alle condizioni meteo-climatiche dell'area e, in caso di impossibilità ad eseguire i rilievi nel periodo previsto dal cronoprogramma, le misure dovranno essere rinviate al primo giorno utile in cui nei piezometri sarà rinvenuta una quantità d'acqua sufficiente per effettuare il campionamento chimico-fisico.

Al fine di monitorare in modo completo la componente delle acque, sono previste differenti frequenze di campionamento ed analisi.

In fase Ante Operam si dovrà provvedere a eseguire preliminarmente i fori di sondaggi in cui installare i piezometri. Per disporre di un set di dati significativi, il monitoraggio AO avrà durata pari a 1 anno, durante il quale verranno eseguiti rilievi ogni trimestre. Le misure dovranno comprendere, possibilmente, le fasi di morbida e di massima della falda.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

In fase di Corso d’Opera, ovvero per l’intera durata dei lavori, si prevedono i campionamenti sugli stessi punti individuati nella fase AO; su questi punti si effettueranno, anche in questa fase, ogni trimestre i controlli sulle acque.

In fase Post Operam, ovvero per l’intero anno successivo alla fine dei lavori, si prevedono i campionamenti sugli stessi punti assunti per l’AO e il CO al fine di monitorare le acque dei fossi sopra citati.

Analogamente alla fase Ante Operam, si prevedono misurazioni con cadenza trimestrale ed una misurazione per le analisi di sedimentazione l’anno.

8.3 Gestione anomalie

I valori determinati in fase di monitoraggio Ante Operam saranno il riferimento per le successive misure di:

- Corso d’Opera, al fine di valutare con tempestività eventuali situazioni anomale;
- Post Operam, al fine di verificare il mantenimento o il ripristino delle condizioni iniziali.

I dati rilevati sia dei parametri in situ che di quelli di laboratorio vengono valutati sia per confronto con i limiti normativi, laddove esistenti, attraverso un metodo di comparazione monte-valle.

La misura dei parametri di monte e di valle deve avvenire nello stesso giorno, in modo pressoché isocrono.

Identificazione dei valori limite

Per il parametro **pH** si considera superata la soglia di intervento qualora si abbia una variazione tra monte e valle di una unità di pH ($|\Delta pH| > 1$).

Per i parametri non normati, quali conducibilità, SST, cloruri e solfati si procederà con delle soglie di variazione tra Monte-Valle, fissate in AO di concerto con ARPA.

Una volta riscontrata una anomalia e non appena sono disponibili i risultati delle analisi, entro 48 ore dal riscontro dell’anomalia stessa, è necessario che gli esecutori del Monitoraggio Ambientale predispongano tempestiva comunicazione agli enti di controllo, con una nota circostanziata che descriva le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento, e inizia a intraprendere le necessarie azioni correttive.

Tale comunicazione dovrà contenere l’indicazione della tipologia del cantiere, la descrizione delle lavorazioni in essere al momento della misura e l’eventuale tipologia di interferenza col corso d’acqua o con la falda; in caso di superamento della soglia di intervento dovrà inoltre essere indicata la data in cui si intende effettuare il nuovo campionamento previsto. Quest’ultimo potrà essere programmato con tempistiche differenti anche sulla base dei parametri per cui si è registrato il superamento, in funzione della loro pericolosità, volatilità, ecc.

A seguito del nuovo campionamento, saranno comunicati agli enti di controllo, non appena disponibili, i risultati delle analisi condotte compilando la scheda completa della misura, la quale dovrà contenere anche la descrizione delle verifiche effettuate nonché illustrare le misure di miglioramento/mitigazione messe in atto o previste. Gli esiti di tali azioni saranno poi commentati nelle Relazioni di monitoraggio.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Nel paragrafo successivo si riportano le azioni da intraprendere qualora si riscontri una situazione anomala.

8.3.1 Azioni correttive

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà come segue:

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione e ripetizione eventuale della misura;
- apertura scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata alla Committente e quindi all'Organo di controllo:
 - date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
 - parametro o indice indicatore di riferimento;
 - superamento della soglia di attenzione e/ o di intervento;
 - cause ipotizzate e possibili interferenze;
 - note descrittive ed eventuali foto;
 - verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Nel caso in cui il parametro non presenti più anomalia (definita secondo i criteri del paragrafo precedente), si procede alla chiusura della medesima.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo, avendo accertato che la causa sia legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la Committente e con l'Organo di controllo se e quale azione correttiva intraprendere. Le azioni correttive più opportune per tamponare la causa di eventuale compromissione individuata saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione che sarà redatto.

8.4 Conclusioni

Il monitoraggio delle acque prevede dei punti di controllo in corrispondenza dello Stadio di Sant'Elia e dei parcheggi P7 e P8.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Metodologia	Quantità misure per punto
Acque sotterranee	A_SOT-01 (M) A_SOT-02 (V)	AO	misure trimestrali nell'anno antecedente la costruzione	Campionamento ed analisi di laboratorio	4

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

		CO	misure trimestrali per l'intera durata delle attività di cantiere		Frequenza trimestrale
		PO	misure trimestrali nell'anno successivo all'entrata in esercizio		4

Tabella 13 - Quadro sinottico PMA componente acque sotterranee

9. RUMORE

9

9.1 Finalita' del monitoraggio

9.1.1 *Obiettivi del monitoraggio*

L'obiettivo del monitoraggio della componente Rumore è quello di verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente e, più specificatamente, sul clima acustico caratterizzante l'ambito di studio dell'opera in progetto sia in fase di esercizio che di realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di monitorare il grado di compatibilità dell'opera stessa intercettando sia gli eventuali impatti acustici negativi e le relative cause al fine di adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando le azioni meritevoli di ulteriore impulso.

9.1.2 *Riferimenti normativi*

Normativa nazionale

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005)
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005 - Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

- Circolare 6 settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali (GU n. 217 del 15-9-2004)
- Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004 n.142 -Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (GU n. 127 del 1-6-2004), testo in vigore dal 16-6-2004
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004)
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n.262 - Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 1/3/91 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- Linee guida ISPRA - norma tecnica UNI 10855 - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti

9.2 Monitoraggio del rumore

9.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Le postazioni per il monitoraggio del rumore sono localizzate in prossimità dei ricettori più esposti alle sorgenti principali, che consistono nel traffico veicolare sulla viabilità locale (Ante Operam) e quello indotto dal nuovo progetto (Post Operam) e nell'attività delle macchine operatrici impegnate alla realizzazione delle opere (Corso d'Opera).

Con il monitoraggio di traffico delle fasi AO e PO si vuole sia verificare gli impatti acustici sui ricettori più esposti, mentre con il monitoraggio della fase CO saranno verificati i livelli di rumorosità in facciata ai ricettori durante i lavori di realizzazione dell'opera. I punti sono stati individuati sulla scorta degli obiettivi che il monitoraggio intende perseguire e delle attività oggetto di verifica.

Punti	Ubicazione
RUM-01	Zona residenziale Piazza Bernardo Demuro
RUM-02	Zona servizi sanitari, Piazza Boi
RUM-03	Assessorato Agricoltura, Via Emanuele Pessagno

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

Punti	Ubicazione
RUM-04	Zona residenziale Via Canepa
RUM-05	Provincia Italiana Suore Mercedarie

Tabella 14 - Punti di monitoraggio del rumore

La figura sottostante mostra la localizzazione dei punti di monitoraggio del rumore.



Figura 6 - Punti monitoraggio del rumore

9.2.2 Metodologia e strumentazione

9.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio acustico finalizzato alla verifica dei livelli di rumore consiste in una serie di rilevamenti fonometrici in specifici punti individuati sulla base delle risultanze della modellazione acustica.

In corrispondenza dei ricettori per i quali si prevede il monitoraggio, la campagna fonometrica consiste in un rilievo settimanale in ambiente esterno.

Per quanto concerne la strumentazione, questa deve essere conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16.03.1998, ovvero di classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri ed i microfoni utilizzati devono essere

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

conformi alle specifiche indicate dalle norme CEI EN 61260 e 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

9.2.2.2 Parametri da monitorare

Per quanto concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

- Time history del Leq(A) con frequenza di campionamento pari a 1 minuto;
- Leq(A) orari;
- Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo notturno (22:00-6:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo diurno e notturno medio settimanale;
- Livelli acustici percentili (L99, L95, L90, L50, L10, L1) su base settimanale;
- Parametri meteorologici (temperatura, precipitazioni atmosferiche, velocità e direzione del vento).

9.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito “box” ovvero postazioni mobili tipo “automezzi attrezzati”. Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4.

Preliminarmente all’attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d’uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 - Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB.

Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell’edificio più esposto ai livelli di rumore più elevati e ad una quota rispetto al piano campagna di 4 metri. Qualora l’edificio sia caratterizzato da più livelli, compatibilmente con le caratteristiche fisiche dell’edificio e la disponibilità di accesso, il microfono dovrà essere preferibilmente posizionato al piano superiore.

In accordo a quanto previsto dal DM 16.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

La misura è tipo in continuo e la durata di misurazione sarà pari a una settimana (7 giorni) per le misure eseguite in fase Ante Operam e Post Operam e pari a un giorno (24h) per le misure in fase Corso d'Opera.

Rilievi parametri meteo

Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento;
- temperatura dell'aria;
- l'umidità relativa;
- la pressione atmosferica;
- le precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Vento:
 - Velocità con precisione $\pm 3\%$;
 - Direzione con precisione $\pm 3\%$;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione $\pm 5\%$;
- Temperatura: con precisione $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a 20°C ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a 60°C ;
- Umidità relativa: con precisione $\pm 3\%$ per umidità relativa fino a 90% e $\pm 5\%$ con umidità relativa da 90% a 100%.

L'installazione dei sensori di rilevamento è in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio acustico. Questa deve essere posizionata ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni. L'altezza dal piano campagna deve essere superiore a 3 m.

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico e ortofoto con localizzazione del punto di misura;
- Caratteristiche di posizionamento del microfono;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione fonometrica utilizzata;
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli acustici secondo il quadro normativo;
- Data inizio e fine misura;
- Esito della calibrazione della strumentazione;
- Parametri acustici monitorati;
- Parametri meteo rilevati;
- Certificati di taratura della strumentazione;
- Firma del Tecnico Competente.

9.2.3 *Tempi e frequenza del monitoraggio*

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- Ante Operam (AO)
- Corso d’opera (CO)
- Post Operam (PO)

Il monitoraggio del rumore allo stato Ante Operam sarà eseguito con 4 campagne della durata di 7 giorni. Durante le misurazioni Ante Operam, ai fini di stabilire il livello di riferimento da considerare per i confronti e le valutazioni della fase Corso d’Opera, occorrerà valutare l’eventuale impatto sul clima acustico attribuibile ad altre eventuali lavorazioni temporanee presenti nella zona.

Il monitoraggio del cantiere si esplica nelle fasi di Corso d’Opera, ovvero per tutto il periodo di realizzazione dell’opera, tenendo conto del cronoprogramma lavori. In fase di Corso d’Opera, per ciascun punto di misura

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

si prevedono misure di 24 ore con frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche (sia presso cantieri fissi sia presso fronte di avanzamento lavori) e lungo la viabilità di transito dei mezzi di cantiere.

Il monitoraggio del rumore allo stato Post Operam sarà attivato successivamente all'entrata in esercizio dell'opera e ha una durata di un anno. Si prevedono 4 campagne della durata di 7 giorni. Nei 12 mesi successivi all'entrata in esercizio si prevede 1 misura fonometrica settimanale con cadenza semestrale, per un totale di 2 rilevamenti.

9.3 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio di rumore queste sono finalizzate alla verifica del rumore in fase di esercizio e del rumore indotto dalle attività di realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio si svolge attraverso misure fonometriche con strumentazione di classe I secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Metodologia	Quantità misure per punto
Rumore	RUM-01	AO	1 misura settimanale (7gg) in ambiente esterno ogni trimestre per i sei mesi antecedenti all'inizio dei lavori	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	4
	RUM-02 RUM-03 RUM-04 RUM-05	CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione		Frequenza trimestrale
		PO	1 misura settimanale (7gg) in ambiente esterno ogni semestre per l'anno successivo all'entrata in esercizio		4

Tabella 15 - Quadro sinottico PMA componente rumore

10.VIBRAZIONI

10.1 Finalita' del monitoraggio

10.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale della componente "Vibrazioni" viene effettuato allo scopo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell'opera siano soggetti a livelli vibrazionali in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento.

Per la componente specifica, il monitoraggio nella fase ante operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- fornire un quadro completo delle caratteristiche vibrazionali dell'ambiente antropico prima dell'apertura dei cantieri;
- procedere alla scelta degli indicatori ambientali che possano rappresentare nel modo più significativo possibile la "situazione zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti dei livelli vibrazionali in corso d'opera;
- consentire una rapida e semplice valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali.

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

- documentare l'eventuale alterazione, dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'opera, dei parametri rilevati nello stato ante operam;
- 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.

Il monitoraggio ambientale costituisce un utile e valido supporto nel caso si configurino condizioni di emergenza. Infatti, in tali condizioni su tempestiva indicazione e richiesta della Direzione Lavori si potranno prevedere ulteriori verifiche sulla componente in esame.

10.1.2 Riferimenti normativi

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi adottati per la stesura del progetto di monitoraggio ambientale relativamente alla componente Vibrazioni.

Normativa internazionale

- DIN 4150-3 (prima edizione 1986, sostituita da edizione 1999) Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

- Norma ISO 2631/1 (prima edizione 1985, attuale edizione 2014) Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 1: Specifiche generali
- Norma ISO 4866 (prima edizione 1990, attuale edizione 2010) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici
- Norma ISO 2631/2 (prima edizione 1989, attuale edizione 2003) Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz)

Normativa nazionale

- Norma UNI 4866 (2010): Vibrazioni meccaniche e urti
- Norma UNI 9916 (2004): Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
- Norma UNI 9916 (2014): Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
- Norma UNI 2631-2 (2003): Vibrazioni e Urt – Valutazione dell'esposizione umana alle vibrazioni a “corpo intero”
- Norma UNI 9614 (marzo 1990) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata il 07/09/2017, ma non applicata al caso in esame
- Norma UNI 9513 (1989) Vibrazioni e Urti. Vocabolario

*10.2 Monitoraggio delle vibrazioni**10.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio*

Le postazioni di misura delle vibrazioni corrispondono con le medesime previste per il monitoraggio della componente rumore, nei punti prossimi alle aree di intervento per la realizzazione del nuovo stadio e dei parcheggi P7 e P8.

Punti	Ubicazione
VIB-01	Zona residenziale Piazza Bernardo Demuro
VIB -04	Zona residenziale Via Canepa
VIB -05	Provincia Italiana Suore Mercedarie

Tabella 16 - Punti di monitoraggio delle vibrazioni

La figura sottostante mostra la localizzazione dei punti di monitoraggio delle vibrazioni.

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"*Figura 7 - Punti di monitoraggio delle vibrazioni*

10.2.2 Metodologia e strumentazione

La strumentazione utilizzata, in accordo alla norma UNI 9614, deve rispondere alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225.

La strumentazione per la misura delle vibrazioni è costituita essenzialmente da un trasduttore in grado di trasformare la vibrazione in un segnale elettrico, da una apparecchiatura per il condizionamento dei segnali e da un sistema per la registrazione delle grandezze misurate.

La catena di misura e di analisi che è stata prevista in relazione agli standard di misurazione richiesti ed alle finalità delle misure è così articolata:

- trasduttori di accelerazione;
- filtri antialiasing;
- cavi schermati per la trasmissione del segnale;
- sistema di acquisizione dati con almeno 6 canali in contemporanea.

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

Nella tabella a seguire sono riportate le caratteristiche minime degli accelerometri che devono essere utilizzati.

Grandezza	
Sensibilità	1 V/g
Range di frequenza	0.3 – 500 Hz
Range di misura	± 1 g
Risoluzione	0.000005 g rms
Linearità	± 1 %
Sensibilità trasversale	<5 %

Tabella 17 - Caratteristiche tecniche degli accelerometri

La strumentazione adoperata deve essere sottoposta a verifica di taratura in appositi centri specializzati (Accredia) almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato.

10.2.2.1 Parametri da monitorare

Si riportano a seguire i parametri che verranno monitorati:

- V_{sor} (vibrazioni sorgente) secondo UNI 9614:2017

I livelli vibrazionali misurati verranno confrontati con i limiti stabiliti dalla normativa di riferimento: UNI 9614/2017. La norma UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo” recentemente revisionata e pubblicata in nuova edizione 2017, si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici come: traffico su gomma e su rotaia, attività industriali, funzionamento di macchinari, attività stradali e di cantiere di varia natura, esplosioni ed attività umane di qualsiasi natura. La stessa definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici ed i criteri di valutazione del disturbo delle persone all’interno delle stesse costruzioni. In tale ambito, le vibrazioni dei cantieri affrontano il tema della trasmissione verso l’esterno degli effetti prodotti dalle diverse lavorazioni. Nello specifico, la propagazione può avere due effetti:

- disturbo alle persone;
- danno agli edifici.

In assenza di una legge quadro specifica, tali ambiti sono gestiti dal punto di vista normativo da due norme specifiche:

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

- UNI 9614/2017 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- UNI 9916/2014 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

Il PMA non considera gli effetti delle attività sugli edifici ma si focalizza sul disturbo alle persone. In tali circostanze, un approccio congruo da adottare implica la focalizzazione sul recettore, considerato come una persona che vive o lavora all'interno di un edificio. In alternativa si possono considerare approcci alternativi mirati alle misure eseguite sull'edificio. In linea generale la soglia del disturbo è nettamente inferiore a quella relativa al danno all'edificio. Questo aspetto è evidenziato anche dalle normative di settore che prescrivono valori limite per il danno agli edifici notevolmente più ampi rispetto ai limiti per il disturbo sull'uomo. Inoltre, i danni strutturali agli edifici attribuibili a fenomeni vibratori sono estremamente rari e nella quasi totalità dei casi derivano dall'azione di concause. In aggiunta, vibrazioni in grado di arrecare danni strutturali raggiungono livelli tali da causare, significativi fastidi e disturbi agli occupanti. La valutazione del disturbo generato dalla sorgente "cantiere" sarà effettuata confrontando il parametro descrittore della vibrazione (V_{sor}) con i limiti di riferimento riportati ai punti 9.1 "Ambiente ad uso abitativo" e 9.2 "Casi particolari" della Norma.

9.1 Ambienti ad uso abitativo	
I limiti di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente, V_{sor} sono:	
-	periodo diurno: 7,2 mm/s ² ;
-	periodo notturno: 3,6 mm/s ² ;
-	periodo diurno di giornate festive: 5,4 mm/s ² .

Figura 8 - Estratto UNI 9614/2017 punto 9.1 Limiti di riferimento Ambiente ad uso abitativo

10.2.2.2 Metodiche di monitoraggio

La valutazione del disturbo è effettuata tramite l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue elaborazioni in linea dei dati.

Le caratteristiche metrologiche della catena di misura quali: curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, rumore di fondo della catena devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1.

Il corretto funzionamento della intera catena di misura deve essere controllato prima e dopo ogni misura mediante calibratore rispondente alla UNI EN ISO 8041-1 e, nel caso di sistemi di misura dedicati, è da prevedere la taratura periodica ogni 3 anni dell'intera catena di misurazione (accelerometri, condizionatori di segnale, filtri antialiasing, convertitore A/D, ponderazione, rilevatori di RMS) in conformità alle parti applicabili della UNI EN ISO 8041-1.

Le postazioni di misura saranno all'interno dei fabbricati individuati, scelti in ambienti idonei in base alla posizione in cui si stima vi siano i più elevati valori efficaci dell'accelerazione ponderata che si andrà a misurare, ed in entrambi i casi dotati dei requisiti minimi di agibilità, come prescritto dalla norma UNI 9614/2017. Per tutte le postazioni, sono stati analizzati e verificati gli ambienti all'interno degli edifici più prossimi al cantiere. I rilevatori saranno dunque posizionati a pavimento in centro ambiente. I criteri di

"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"

posizionamento che saranno seguiti per il posizionamento dei rilevatori sono sintetizzati nella figura seguente.

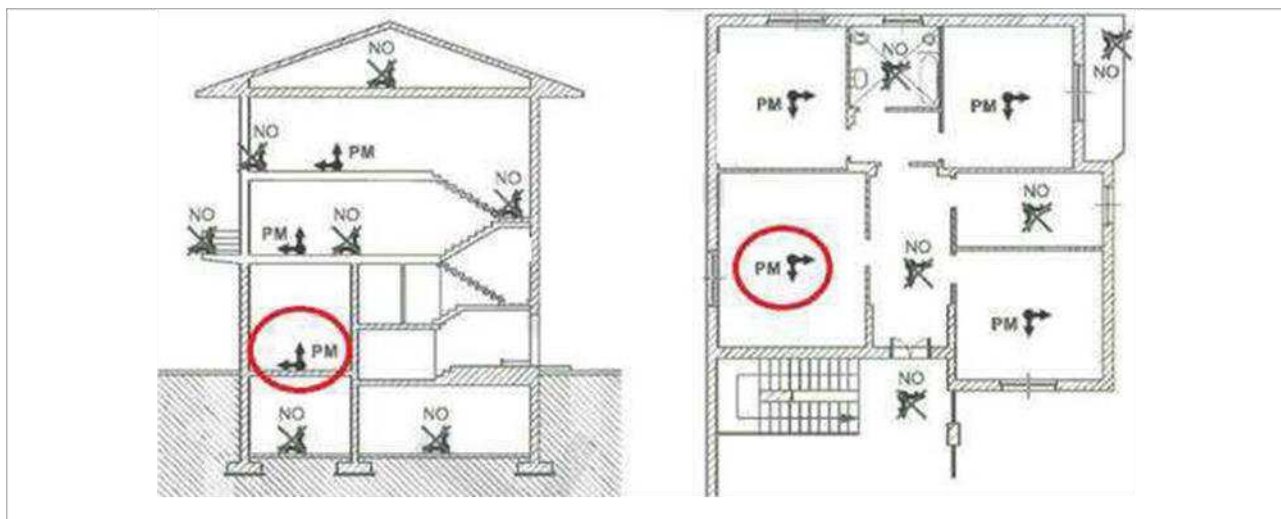


Figura 9 - Schema punti misura vibrazioni

10.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- Ante Operam (AO)
- Corso d'opera (CO)
- Post Operam (PO)

Il monitoraggio delle vibrazioni allo stato Ante Operam sarà eseguito con 1 campagna di misurazioni condotte all'interno degli edifici della durata di 24 ore.

Il monitoraggio del cantiere si esplica nelle fasi di Corso d'Opera, ovvero per tutto il periodo di realizzazione dell'opera, tenendo conto del cronoprogramma lavori. In fase di Corso d'Opera, per ciascun punto di misura si prevedono misure di 24 ore con frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche (sia presso cantieri fissi sia presso fronte di avanzamento lavori).

Le misure delle vibrazioni dovranno essere effettuate durante le lavorazioni più impattanti e soprattutto in accordo con il Direttore dei Lavori. Le misure saranno programmate quindi sulla base del cronoprogramma degli interventi; per una corretta interpretazione dei dati rilevati, le misurazioni saranno valutate tenendo conto delle attività di cantiere in essere contestualmente al monitoraggio.

Il monitoraggio allo stato Post Operam sarà attivato successivamente all'entrata in esercizio dell'opera e ha una durata di un anno: si prevedono 4 campagne di misura.

*"Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale"***10.3 Conclusioni**

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio delle vibrazioni queste sono finalizzate alla verifica delle vibrazioni in fase di esercizio e delle vibrazioni indotte dalle attività di realizzazione dell'opera.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Metodologia	Quantità misure per punto
Vibrazioni	VIB-01 VIB-04 VIB-05	AO	1 misura della durata di 24 h	Misure vibrazioni - V_{sor} (vibrazioni sorgente) secondo UNI 9614:2017	1
		CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione		Frequenza trimestrale
		PO	1 misura di 24 h in ambiente esterno ogni semestre per l'anno successivo all'entrata in esercizio		4

Tabella 18 - Quadro sinottico PMA componente vibrazioni

11.RESTITUZIONE DATI**11.1 Rapporti di misura**

I dati ottenuti attraverso il monitoraggio saranno raccolti in schede di rilievo contenenti la codifica (univoca) del rilievo oltre alle seguenti informazioni:

- codice rilievo
- codice stazione
- componente monitorata
- data e ora di inizio e fine rilievo
- metodo di rilevamento
- nome/unità di misura/valore del parametro rilevato
- dati stazionali significativi per il rilievo

11.2 Rapporti di campagna

Al termine di ciascuna campagna di monitoraggio per ciascuna componente ambientale saranno restituiti dei rapporti periodici. Il rapporto descrive le attività svolte nel periodo di riferimento riportando i dati rilevati in corrispondenza delle singole stazioni e include le seguenti informazioni minime:

- premessa (componente, fase di monitoraggio, campagna di monitoraggio, ecc)
- riferimenti normativi e standard di qualità
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività previste)
- attività eseguite (risultati, analisi ed interpretazione dati, confronto con attività già eseguite)
- attività da eseguire (quadro di sintesi)
- sintesi e conclusioni (considerazioni e valutazioni sullo stato della componente)
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
- indirizzo per il monitoraggio ambientale (fasi ante opera, corso d'opera, post opera)
- bibliografia
- appendice 1 - Programma avanzamento attività

11.3 Rapporti annuali

Annualmente dovrà essere predisposto un report, che analizza e interpreta le singole componenti sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso e ha carattere conclusivo per la fase di monitoraggio a cui si riferisce (ante, corso, post).

Prevede la caratterizzazione dello stato delle singole componenti tenendo conto dei dati acquisiti nelle fasi di monitoraggio precedenti.

Il rapporto, con riferimento a ciascuna componente, include le seguenti informazioni minime: introduzione (componente, fase di monitoraggio, periodo di riferimento, finalità);

- area di studio (descrizione)
- riferimenti normativi / standard di qualità
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività eseguite)

“Nuovo Stadio di Cagliari – Piano di Monitoraggio Ambientale

- risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive)
- analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie normate / standard di qualità)
- quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato della componente per il periodo di riferimento)
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive per il periodo di riferimento, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
- indirizzo per le fasi/periodi di monitoraggio successivi
- bibliografia
- appendice 1 - programma avanzamento attività
- appendice 2 - tabella riepilogativa componente-attività-rilievi
- appendice 3 - grafici / tabelle dati
- appendice 4 - documentazione fotografica