



**CONSORZIO DI BONIFICA
TERRE D'APULIA**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO DELL'ACQUEDOTTO RURALE DELLA MURGIA - SCHEMA SUD -



PROGETTO ESECUTIVO INGEGNERIZZAZIONE DELLE MIGLIORIE OFFERTE

Progettista:



Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

Dott. Ing. Giovanni VITONE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

Dott. Ing. Gioacchino ANGARANO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

Dott. Ing. Luigi FANELLI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

Dott. Ing. Stefano FRANCAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.4927

IMPRESE APPALTATRICI

MANDATARIA



MANDANTE

BEN.ECO



LAVORI GENERALI S.R.L.



**CONSORZIO DI BONIFICA
TERRE D'APULIA**

Responsabile del Procedimento:
Dott. Ing. Marta BARILE

Direttore dei Lavori:
Ing. Antonio Dell'Isola

Codice
**A06.21
MOD**

Elaborato

Piano di monitoraggio ambientale

Codice	Elaborato	Descrizione	Scala	Dwg
05	MARZO - 2023	Emesso per adeguamento del progetto esecutivo alle migliori proposte in fase di gara	SCALA --	
04	GIUGNO - 2022	Emesso per Riscontro verifica		
03	GENNAIO - 2022	Emesso per PUA		
0	MAGGIO - 2019	Emesso per Progetto Definitivo	026 - ARM - PMAR	Dwg
REV	DATA	NOTE	COD.ELABORATO	



INDICE

1	PREMESSA	3
2	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI	4
3	MODALITA' TEMPORALE DI ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITA'	5
4	COMPONENTE ATMOSFERA.....	6
4.1	Le finalità del monitoraggio.....	6
4.2	Normativa di riferimento	6
4.3	Aree interessate alla procedura di monitoraggio	7
4.4	Indicatori, metodiche di monitoraggio e di analisi.....	7
4.4.1	Indicatori	7
4.4.2	Metodiche di monitoraggio.....	8
4.5	Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi.....	10
4.6	Restituzione dei risultati e gestione delle anomalie.....	11
4.6.1	Attività ordinarie	11
4.6.2	Gestione delle anomalie	11
5	Componente rumore.....	13
5.1	Le finalità del monitoraggio.....	13
5.2	Riferimenti normativi.....	14
5.3	ANALISI del contesto ambientale e degli impatti previsti.....	15
5.4	Aree interessate alla procedura di monitoraggio	15
5.5	Indicatori e metodiche di monitoraggio	16
5.5.1	Indicatori	16
5.5.1.1	Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A"	16
5.5.1.2	Lden e Lnight.....	17
5.5.1.3	Componenti particolari.....	17
5.5.1.4	Livelli percentili e analisi statistiche	18
5.5.2	Metodiche di monitoraggio.....	20
5.5.2.1	Strumentazione.....	21
5.5.2.2	Taratura e calibrazione della strumentazione	22
5.5.2.3	Operazioni di misura.....	22
5.6	Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi.....	24
5.7	Restituzione dei risultati e gestione delle anomalie.....	25
5.7.1	Attività ordinarie	25
5.7.2	Gestione delle anomalie	25
6	Componente vibrazioni	27
6.1	Le finalità del monitoraggio.....	27
6.2	Riferimenti normativi.....	28
6.3	Aree interessate alla procedura di monitoraggio	28
6.4	Indicatori e metodiche di monitoraggio	28
6.4.1	Indicatori	28
6.4.2	Metodiche di monitoraggio.....	30
6.4.2.1	Strumentazione.....	30

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.1di37



6.4.2.2	Operazioni di misura.....	31
6.5	Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi.....	34
6.6	Restituzione dei risultati e gestione delle anomalie.....	35
6.6.1	Attività ordinarie	35
6.6.2	Gestione delle anomalie	35
6.7	Flora, habitat e fauna	36

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.2di37

1 PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è redatto a corredo dello studio di impatto ambientale e, persegue gli obiettivi di:

- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Il presente Piano viene aggiornato per ottemperare alla Condizione ambientale n. 3 riportata nel Parere n. 107 del 7 giugno 2021 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS.

Condizione ambientale n. 3	
Fase	
Ambito di applicazione	Monitoraggio ambientale e attività di cantiere
Oggetto della prescrizione	<ul style="list-style-type: none"> - Il Progetto di Monitoraggio Ambientale deve essere integrato per quanto riguarda la componente rumore e vibrazioni, inserendo: - la cartografia in scala adeguata che riporti la localizzazione dei punti (siti) di misura, individuati tra i ricettori più critici presenti nell'area di influenza per vicinanza con le aree di cantiere (a sostituzione della cartografia predisposta come documento A06.08); - per la fase ante-operam e per la fase corso d'opera, le seguenti informazioni: <ul style="list-style-type: none"> • l'indicazione della durata e della frequenza del monitoraggio, considerando che dovranno essere monitorate le fasi più impattanti per i ricettori individuati; • l'indicazione completa dei parametri di misura acustici e meteorologici (in particolare dovranno essere monitorati, oltre al livello di pressione sonora LAeq nel periodo diurno e ai livelli percentili, anche i livelli massimi e minimi e dovrà essere effettuata l'analisi in frequenza in bande di un terzo d'ottava) e dei parametri di monitoraggio dei livelli vibrazionali; • l'indicazione della strumentazione utilizzata. <p>Per i criteri di misurazione, la strumentazione da utilizzare, l'elaborazione delle misure, il calcolo dei parametri del disturbo, la valutazione del disturbo e il rispetto dei limiti è necessario fare riferimento alla norma UNI 9614:2017, che sostituisce la precedente versione della norma (UNI 9614:1990</p>
Termine avvio V. O.	Prima dell'avvio del cantiere, alla conclusione delle attività di cantiere
Ente vigilante	MiTE
Enti coinvolti	ARPA Puglia

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.3di37

2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI

Le componenti ed i fattori ambientali sono così intesi ed articolati:

- Atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- Suolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- Acque superficiali e sotterranee, considerate come componenti, ambienti e risorse;
- Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali, complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti;
- Salute rumore: considerato in rapporto all'ambiente umano
- Vibrazioni: considerato in rapporto all'ambiente umano

Il monitoraggio, strutturato ed organizzato sulla base delle indicazioni progettuali del progetto dell'opera, in linea generale si compone di attività:

- monitoraggio "puntuale", cioè limitato a specifiche aree con presenza di potenziali impatti all'interno delle quali possono essere svolte una o più differenti tipi di indagine.

Le attività non comprendono tutte le componenti ambientali individuate ma, sono indirizzate alle componenti esposte per l'esecuzione dell'intervento per le quali se ne prevede il monitoraggio. Nella tabella viene riassunta la tipologia di indagini prevedibili per singola componente:

COMPONENTE		MONITORAGGIO
A	Atmosfera	Previsto - Puntuale
B	Vegetazione e flora	Previsto - Puntuale
	Fauna	
	Ecosistemi	
E	Rumore	Previsto - Puntuale
	Vibrazioni	

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.4di37

3 MODALITA' TEMPORALE DI ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITA'

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate.

Monitoraggio ante-operam

Il monitoraggio della fase ante-operam si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori e ha come obiettivo principale quello di fornire una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera.

Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori.

Pertanto il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post-operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. La durata del monitoraggio è variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio.

Stante la tipologia di intervento, che riguarda adeguamento funzionale di un canale esistente che non modifica l'assetto dei luoghi, non si è previsto che il monitoraggio interessi la fase

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.5di37

4 COMPONENTE ATMOSFERA

4.1 Le finalità del monitoraggio

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico rientrano nel Piano di Monitoraggio, in conseguenza delle situazioni di impatto che possono verificarsi nella fase di corso d'opera in cui si assiste alla realizzazione dell'infrastruttura.

La principale problematica in fase di realizzazione è rappresentata dalla produzione e diffusione di polveri.

La diffusione di polveri prodotte dalle attività di cantiere, dai lavori di scavo, dalla movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, ecc., rappresenta un problema molto sentito dalla cittadinanza sia per i risvolti sanitari (aumento delle patologie soprattutto respiratorie direttamente connesse alla concentrazioni di polveri) sia in quanto la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione, trattandosi di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri).

Le campagne di monitoraggio ante operam e in fase di cantierizzazione hanno pertanto l'obiettivo primario di valutare gli incrementi dei livelli di concentrazione delle frazioni granulometriche del particolato con maggiore rilevanza sanitaria (Pm10, particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) in corrispondenza di particolari ricettori, al fine di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere, di individuare le possibili criticità e di indirizzare gli interventi di mitigazione complementari.

I risultati acquisiti permettono, inoltre, la verifica degli standard di qualità dell'aria indicati dalle leggi nazionali.

La tipologia di attività previste esclude la necessità di porre sotto osservazione altri inquinanti atmosferici.

L'assenza di impatti per la componente atmosfera in fase di esercizio dell'acquedotto rende superfluo lo svolgimento di campagne per la fase di post operam. Risulta, viceversa, necessario lo sviluppo di una campagna di monitoraggio ante operam al fine di documentare i livelli di inquinamento attualmente presenti, dato indispensabile per evidenziare eventuali incrementi di pressione ambientale direttamente riconducibili alla realizzazione dell'opera.

4.2 Normativa di riferimento

Le attività di monitoraggio dovranno essere sviluppate in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente e dalle norme tecniche di settore. Si riporta nel seguito l'elenco dei principali riferimenti normativi da considerare cogenti:

- DLgs 13/8/2010, n. 155 "Attuazione delle Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".
- DLgs 24/12/2012, n. 250 " Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155".

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.6di37

- Linea guida per le attività di assicurazione/controllo qualità (QA/AC) per le reti di monitoraggio per la qualità dell'aria ambiente, ai sensi del D.Lgs. 155/2010 come modificato dal D.Lgs. 250/2012 - Delibera del Consiglio Federale Seduta 27/11/2013 - DOC. N. 37/13-CF – ISPRA

4.3 Aree interessate alla procedura di monitoraggio

Le attività di monitoraggio si concentreranno negli ambiti, caratterizzati da presenza antropica, in cui è ragionevole ipotizzare una alterazione degli attuali livelli di qualità dell'aria direttamente ascrivibile ai cantieri deputati alla realizzazione della nuova infrastruttura.

Nello specifico gli ambiti individuati riguardano:

- ricettori ubicati in prossimità del campo base ubicato in prossimità dell'impianto di sollevamento esistente;
- ricettori a minima distanza dal tracciato dell'opera.

A seguito di sopralluogo puntuale lungo il tracciato dell'opera sono stati individuati i ricettori (abitazioni e masserie con residenze ed edifici pubblici) in una fascia di 100 metri a destra e sinistra della rete da realizzare, riportato in **Allegato 1**.

4.4 Indicatori, metodiche di monitoraggio e di analisi

4.4.1 Indicatori

Gli indicatori per il controllo della qualità dell'aria sono stabiliti dalle leggi nazionali. In Italia la principale norma di settore è il Dlgs 155/10 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", modificato e integrato dal Dlgs 250/12 del 24/12/2012. Il suddetto decreto, tra le altre cose, definisce per gli inquinanti attualmente posti sotto osservazione i limiti e i parametri specifici di controllo.

Nella Tabella 4.1 si riportano gli indicatori considerati dalla normativa per il Pm10 ed i rispettivi limiti di riferimento.

Inquinante	Indicatore	Limite (DLgs 155/10 s.m.i.)
Pm10	Media annuale	40 µg/m ³
Pm10	Media 24h	50 µg/m ³ , valore da non superare più di 35 volte all'anno

Tabella 4.1- Indicatori Pm10

Per una corretta interpretazione degli esiti delle attività di monitoraggio, contestualmente al monitoraggio del Pm10, andranno acquisiti i principali parametri meteorologici ossia:

- Temperatura;
- Umidità;

Codice	Titolo	Pag.7di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

- Pressione;
- Precipitazioni;
- Anemologia (direzione e velocità del vento).

4.4.2 Metodiche di monitoraggio

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure destinate al controllo delle attività, nonché la ripetibilità delle misure e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, le attività di monitoraggio sono sviluppate sulla base di metodiche definite.

Per lo sviluppo del presente piano, componente atmosfera, si prevede l'impiego della:

- Metodica A1: misure di polveri inalabili totali Pm10, mediante campionatore sequenziale, con tempi di campionamento di 14gg (14 campioni da 24 ore) e contestuale rilievo dei principali parametri meteorologici.

Si riporta nel seguito la descrizione della suddetta metodica, conforme a quanto previsto dalla UNI EN 12341:2014.

Il prelievo del materiale particellare inalabile in sospensione nell'aria, Pm10, deve essere effettuata utilizzando campionatori sequenziali per esterni completamente automatici, in grado di conservare le caratteristiche funzionali richieste per il prelievo senza variazioni apprezzabili e senza la necessità di interventi di manutenzione per periodi ragionevolmente lunghi. La strumentazione per la misura della frazione PM10 delle particelle consiste in:

- filtri a membrana in fibra di vetro di diametro 47 mm;
- cassetta portafiltro in materiale plastico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate con sostegno per il filtro in materiale sinterizzato;
- campionatore elettronico programmabile per campionamenti multipli, con aspirazione per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata e con caricamento automatico dei filtri da un apposito serbatoio portafiltri;
- testa di prelievo EN LVS (secondo norma EN12341) con 8 ugelli PM10.

Lo strumento contiene quindici cassetine in materiale sinterizzato dotate di supporto per i filtri in metallo resistente alla corrosione, con superfici interne levigate. Il flusso volumetrico di aspirazione è programmato a 38.33 l/m.

Al termine di ogni campionamento, che in questo caso è di durata pari a 24 ore, lo strumento, dotato di stampante incorporata, produce un "Riepilogo Finale" che riporta tutte le informazioni relative al campionamento effettuato, compreso il volume aspirato secondo quanto indicato dalla normativa. I filtri, immediatamente prima di essere pesati (pre-campionamento e post-campionamento), vengono condizionati in camera climatica per 48 ore alla temperatura di 20°C con umidità relativa pari al 50%. I filtri vengono pesati con bilancia analitica.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.8di37

La valutazione della massa del materiale in sospensione viene effettuata per differenza di pesata del filtro campionato e quello nuovo mentre la valutazione della concentrazione viene effettuata come rapporto fra la massa del materiale in sospensione e la quantità di aria effettivamente campionata espressa in m³.

Il monitoraggio delle polveri PM10 nel monitoraggio in oggetto viene effettuato per un periodo di 14 giorni.



Figura 4.1- Campionamento Pm10, filtro e campionatore sequenziale

La procedura per l'effettuazione dei rilievi può essere dettagliata come segue:

- Prima dell'uscita in campagna l'operatore deve richiedere al laboratorio certificato la fornitura di un numero di filtri a membrana di circa il 20% eccedente rispetto al numero minimo richiesto di punti di misura (al fine di avere sufficienti margini di sicurezza in caso di danneggiamento accidentale) e controllare la strumentazione.
- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio.
- Installazione del campionatore in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia. Verifica che la testa aspirante deve venga a trovarsi a 1.5-2.0 m di altezza dal piano campagna.
- Compilazione della scheda di campo con tutte le indicazioni utili all'interpretazione dei risultati (modalità di esposizione, sorgenti presenti, -).
- Collocazione dei filtri tarati sull'apposito portafiltri utilizzando una pinzetta e bloccaggio della ghiera di fissaggio.
- Allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.9di37

- Accensione della pompa e regolazione della portata al valore di 2.3 m³/h.
- Impostazione della pompa affinché si avvii alla mezzanotte al fine di avere dati congrui con i rilevamenti delle reti fisse di monitoraggio della qualità dell'aria.
- Al termine del periodo di campionamento fissato in 24 ore il campionatore sequenziale procede automaticamente alla sostituzione del filtro.
- Dopo 14 gg prelievo dei filtri.
- Conferimento dei filtri ad un laboratorio accreditato per la pesa.

E' inoltre buona norma prevedere visite durante il tempo di campionamento finalizzata alla verifica della corretta acquisizione da parte dello strumento.

4.5 Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi

Nella **Tabella 4.2** si riporta l'elenco delle postazioni previste per il monitoraggio della componente atmosfera. Per ogni postazione di misura viene indicato il codice di riferimento, attraverso il quale è possibile individuare la posizione della postazione sulla planimetria riportata in **Allegato 1**, l'ubicazione, la metodica prevista e l'obiettivo specifico dei rilievi ed il numero di rilievi in fase di ante e corso d'opera. Si ricorda che l'assenza di impatti in fase di esercizio determina la non necessità di rilievi nella fase di post operam.

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Metodica	N° rilievi	
				AO	CO
P1	Impianto di sollevamento esistente	Controllo impatti campo base	A1	1	7
P2-11	Condotta di progetto	Controllo impatti fronte di avanzamento	A2	1	1

Tabella 4.2 - Postazioni monitoraggio atmosfera

Si riportano nel seguito alcune specificazioni per una migliore comprensione delle informazioni contenute nella Tabella:

- il monitoraggio nella fase di ante operam è prevista solo per i punti in corrispondenza del cantiere base;
- per la fase ante operam sono previsti 4 rilievi consecutivi al fine di garantire la disponibilità di 8 settimane di dati distribuite nell'arco dell'anno come richiesto dal DLgs 155/10;
- per la fase di corso d'opera, nell'ipotesi di durata del cantiere 570 gg e della presenza di attività impattanti nel campo base, sono previsti rilievi a cadenza trimestrale;
- per i punti di monitoraggio relativi al fronte di avanzamento si prevede un monitoraggio ante operam da effettuarsi per una durata di 10 ore nella fascia (7-17) prima dell'avvio dei lavori ed un solo monitoraggio in concomitanza del

Codice	Titolo	Pag.10di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	



passaggio del cantiere in prossimità del ricettore da effettuarsi durante le ore lavorative.

4.6 Restituzione dei risultati e gestione delle anomalie

4.6.1 Attività ordinarie

Lo svolgimento delle campagne di monitoraggio consente di acquisire informazioni dirette sui parametri ambientali condizionanti la diffusione degli inquinanti e sugli indicatori di necessari per una corretta caratterizzazione dell'ambiente nelle condizioni di ante operam, corso d'opera.

In corrispondenza dei punti di misura in cui vengono svolte le attività di monitoraggio, le informazioni acquisite e i parametri direttamente misurati o derivati a seguito delle analisi di laboratorio sono:

- georeferenziazione del punto di misura;
- fotografia del punto di misura;
- parametri temporali di esposizione del sensore (campionatore sequenziale del Pm10) e indicatori del misuratore volumetrico;
- concentrazione media di 24 ore e nel periodo di campionamento;
- verifica dei limiti normativi.

Una volta rilevati i dati grezzi, non validati, dovranno essere trasmessi alla stazione appaltante entro 14 giorni lavorativi dalla fine della misura compatibilmente ai tempi tecnici dei laboratori per la restituzione dei risultati delle analisi.

Entro 21 giorni dovrà essere trasmessa la scheda di analisi in forma definitiva.

4.6.2 Gestione delle anomalie

Relativamente alla fase di corso d'opera i dati delle attività di monitoraggio dovranno consentire di individuare tempestivamente eventuali situazioni critiche e, di conseguenza, innescare le opportune procedure di correzione delle anomalie.

A seguito dell'individuazione di un'anomalia sarà compito del coordinatore del monitoraggio verificarne l'effettiva consistenza dell'anomalia, ossia se essa è direttamente correlabile alle attività di cantiere e se rischia di protrarsi nel tempo.

Se dal suddetto confronto emergesse che l'"anomalia" è determinata dalle attività di cantiere si provvederà a darne comunicazione all'ARPA e ad attivare immediatamente interventi mirati al superamento dell'anomalia. Gli interventi riguarderanno, in prima istanza, la verifica della piena ottemperanza di tutte le lavorazioni alle prescrizioni contenute nella documentazione progettuale per il contenimento delle emissioni di polveri, qualora non emergessero carenze in tal senso dovranno essere previsti interventi integrativi.

L'efficacia di tali interventi dovrà essere verificata attraverso ulteriori rilievi sperimentali e, nel caso in cui le anomalie perdurassero, dovrà essere convocato un tavolo tecnico composto

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.11di37

dagli Uffici Competenti dei Comuni interessati, dall'ARPA Puglia, dal coordinatore del monitoraggio e, se necessario, dal proponente e dal Direttore dei Lavori. Obiettivo del tavolo sarà quello di individuare gli ulteriori interventi da porre in essere per il contenimento degli impatti individuati.

4.7 Misure di mitigazione in fase di cantiere

Come riportato nell'offerta tecnica migliorativa in sede di gara l'azienda, per quanto riguarda gli impatti generati dalle polveri e da altre microparticelle, verranno impiegati dei sistemi di mitigazione e accorgimenti tecnici in fase di cantiere, a parte l'utilizzo di macchinari omologati e rispondenti alle normative vigenti, consistenti in:

- utilizzo di idranti per l'innaffiamento degli eventuali accumuli temporanei di materiale inerte con acqua limpida prelevata a cura di questa Impresa;
- durante le ore pomeridiane e notturne nelle quali il cantiere non è operativo, gli eventuali cumuli di materiali residuali, dopo la bagnatura, verranno coperti con teloni per impedire l'effetto del vento sulle polveri;
- le strade limitrofe al cantiere verranno costantemente bagnate nell'arco delle giornate asciutte per evitare che al passaggio dei mezzi di cantiere si sollevino le polveri;
- utilizzo di camion dotati di cassoni chiusi o coperti con teloni, per il trasporto dei materiali di scavo;
- sospensione dei lavori di trasporto e posa in opera dei materiali polverulenti, durante i giorni con vento forte.
- durante le fasi di scavo e di trasporto delle terre all'interno dell'area di cantiere, ossia per tutte le operazioni che comportano un elevato sollevamento delle polveri, questa ATI
 - utilizzerà un cannone nebulizzatore del tipo Phoenix PH20 della Ditta CONRAD.
 - Inoltre, agiranno utilmente, anche per abbattere la diffusione di polveri, le barriere fonometriche commentate nel successivo paragrafo 11.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.12di37

5 Componente rumore

5.1 Le finalità del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio del rumore per i lavori relativi alla realizzazione delle condotte di progetto, sono in termini generali riferibili a tre ordini di motivazioni:

- il monitoraggio come supporto alla normativa ambientale: il monitoraggio assume un ruolo di supporto alla normativa ambientale in tutti i casi in cui si verifica la necessità di controllare il rispetto di standard o valori limite definiti dalle leggi nazionali, come ad esempio i limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 14.11.1997 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio. Questa esigenza è sentita esclusivamente nella fase di corso d'opera, in quanto in ragione della tipologia del progetto non sono prevedibili impatti sulla componente rumore relativamente alla fase di esercizio.
- il monitoraggio per prevenire le alterazioni e i rischi ambientali: il monitoraggio ha una funzione di prevenzione nelle aree in cui lo stato attuale dell'ambiente è caratterizzato da una significativa criticità, in termini di indicatori di rumore pregressi o di ricettori esposti. Prevenire l'insorgere di situazioni critiche, garantire il controllo delle aree in cui l'ambiente sonoro richiederebbe caratteristiche di estrema qualità, consente di evitare che si consolidino situazioni di eccessivo carico ambientale e di rischio. In relazione all'ultima motivazione, il monitoraggio fornisce l'opportunità di verificare l'efficacia di specifici interventi di mitigazione, sia in termini di variazione degli indicatori fisici (livelli di rumore) sia di risposta delle comunità esposte. Anche in questo caso le attività di controllo e prevenzione si concentrano nella fase di corso d'opera.
- il monitoraggio come supporto all'intervento: il controllo del rumore nelle aree interessate dalle opere si configura quindi, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Come anticipato l'assenza di impatti per la componente specifica in fase di esercizio consente di escludere lo sviluppo di rilievi in tale fase.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.13di37

5.2 Riferimenti normativi

Le attività di monitoraggio dovranno essere sviluppate in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente e dalle norme tecniche di settore. Si riporta nel seguito l'elenco dei principali riferimenti normativi da considerare cogenti:

- DPCM 1/3/1991 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- DPR 142/2004 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447
- Legge 447-1996 Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DPCM 14/11/1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/03/1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- DLgs 19 agosto 2005, n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
- Legge Regionale 12 febbraio 2002, n. 3 -Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico

“Art. 17 (Attività temporanee) 1. Le emissioni sonore temporanee, provenienti da circhi, teatri e strutture simili o da manifestazioni musicali, non possono superare i limiti di cui all'articolo 3 e non sono consentite al di fuori dell'intervallo orario 9.00 - 24.00, salvo deroghe autorizzate dal Comune.

2. Le emissioni sonore di cui al comma 1, in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) [Leq(A)] misurato in facciata dell'edificio più esposto, non possono, inoltre, superare i 65 dB(A) negli intervalli orari 9.00 - 12.00 e 15.00 - 22.00 e i 55 dB(A) negli intervalli orari 12.00 - 15.00 e 22.00 - 24.00. Il Comune interessato può concedere deroghe, su richiesta scritta e motivata, prescrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentita la AUSL competente.

3. Le emissioni sonore, provenienti da cantieri edili, sono consentite negli intervalli orari 7.00 - 12.00 e 15.00 - 19.00, fatta salva la conformità dei macchinari utilizzati a quanto previsto dalla normativa della Unione europea e il ricorso a tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo, salvo deroghe autorizzate dal Comune.

4. Le emissioni sonore di cui al comma 3, in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) [Leq(A)] misurato in facciata dell'edificio più esposto, non possono inoltre superare i 70 dB (A) negli intervalli orari di cui sopra. Il Comune interessato può concedere deroghe su richiesta scritta e motivata, riscrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentita

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.14di37



la AUSL competente.

- Linea guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere –
Delibera del Consiglio Federale Seduta 20/10/2012 – DOC. N. 26/12 – ISPRA.

In assenza del Piano di zonizzazione acustica dei comuni, la legge 447/95 stabilisce che valgono i limiti assoluti provvisori di accettabilità di cui al DPCM 14/11/1997, suddivisi per zone:

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO	LIMITE NOTTURNO
Tutto il territorio Nazionale	70	60
Zona A (D.M. n.144)	65	55
Zona B (D.M. n.144)	60	55
Zona esclusivamente industriale	70	70

Nel caso in esame il progetto ricade su aree agricole extraurbane tipizzata in “Tutto il territorio nazionale”, pertanto in assenza di piano di zonizzazione acustica comunale i limiti acustici da non superare saranno quelli per la zona denominata: Tutto il territorio nazionale, ossia:

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO	LIMITE NOTTURNO
Tutto il territorio Nazionale	70	60

Codice	Titolo	Pag.15di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

5.3 ANALISI del contesto ambientale e degli impatti previsti

L'area del cantiere, e quindi il tracciato delle condotte attraversano diversi comuni in aree agricole e periferiche, ai limiti delle città intersecando in molti casi la viabilità principale.

Da un'analisi attenta è possibile individuare i ricettori più vicini al cantiere (vedi allegato A.06.22). Si tratta essenzialmente di abitazioni rurali, case sparse ed.

5.4 Aree interessate alla procedura di monitoraggio

Le attività di monitoraggio, si concentreranno negli ambiti, caratterizzati da presenza antropica, in cui è ragionevole ipotizzare una alterazione degli attuali livelli di rumore direttamente ascrivibile ai cantieri deputati alla realizzazione della nuova infrastruttura.

Nello specifico gli ambiti individuati riguardano:

- ricettori ubicati in prossimità del campo base adiacente l'impianto di sollevamento esistente;
- ricettori a minima distanza dal tracciato dell'opera.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.16di37

5.5 Indicatori e metodiche di monitoraggio

5.5.1 Indicatori

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato. Tale caratterizzazione, ottenuta con strumentazione conforme alle prescrizioni delle direttive comunitarie/leggi nazionali o fornite in sede di regolamentazione tecnica delle misure del rumore, deve riguardare le condizioni di esercizio delle sorgenti che nelle diverse fasi del piano sono oggetto di verifica (sorgenti attualmente presenti nella fase di ante operam, sorgenti connesse all'attività dei cantieri nella fase di corso d'opera, sorgenti determinate e/o modificate direttamente o indirettamente dell'esercizio della nuova infrastruttura nella fase di post operam).

Considerando la necessità di confrontarsi con **il DPCM 14.11.1997, per l'esercizio ma soprattutto con la legge n. 3/2022 per la fase di cantiere,** deve essere assunto come indicatore primario il livello equivalente continuo diurno e notturno e, come indicatori secondari, una serie di descrittori del clima acustico in grado di permettere una migliore interpretazione dei fenomeni osservati.

Le postazioni di monitoraggio devono permettere l'acquisizione del decorso storico dei parametri generali di interesse acustico necessari per l'interpretazione e la validazione dei dati: livello massimo, livello equivalente, distribuzione dei livelli statistici, livello minimo ecc. Inoltre, se esistono elementi indiziali sulla presenza di componenti tonali o impulsive (come nel caso di rumori emessi da macchine o attività di cantiere), è necessario acquisire in tempo reale il decorso storico degli indicatori e la distribuzione spettrale in terzi di ottava.

Gli indicatori diretti di rumore devono inoltre poter essere correlati con gli indicatori indiretti di emissione (traffico veicolare, composizione e velocità) e con gli indicatori meteorologici.

5.5.1.1 Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A"

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" definito dalla relazione analitica:

$$Leq(A)_T = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{(p_A(t))^2}{(p_0)^2} dt \right] \quad (\text{dBA})$$

dove:

$p_A(t)$: valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651);

p_0 : valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micro-pascal in condizioni standard;

T: intervallo di tempo di integrazione.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.17di37

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 14.11.1997 per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

5.5.1.2 Componenti particolari

Componenti tonali

Nel caso in cui si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali di rumore il Decreto 16 marzo 1998 richiede che venga svolta una analisi spettrale dei minimi del rumore per bande di 1/3 di ottava. Quando all'interno di una banda di 1/3 di ottava il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti ed è tangente ad una isofonica che si mantiene costantemente al di sopra dello spettro, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. In tal caso il valore del rumore misurato in $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

Componenti impulsive

Con componenti impulsive si intendono quelle emissioni sonore aventi le seguenti caratteristiche:

- durata dell'evento a - 10 dB dal valore di LAFMAX inferiore a 1 s
- l'evento è ripetitivo
- la differenza tra LAIMAX e LASMAX è superiore a 6 dB

Se esistono componenti tonali il valore del rumore misurato in $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

Componenti bassa frequenza

Se le analisi in frequenza svolte per la verifica delle componenti tonali rileva la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dBA.

5.5.1.3 Livelli percentili e analisi statistiche

Il livello equivalente di rumore utilizzato dalla normativa italiana come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con l'ausilio di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore. Questa esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse che, funzionando autonomamente senza l'ausilio costante di un tecnico, non sono accompagnate da un responso di "fonometria auricolare".

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dBA Fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre in alcuni casi fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità sono i livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95, il livello massimo LMAX e il livello minimo LMIN.

Livello percentile L1

L'indice percentile L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco): valori di L1,h nel periodo notturno maggiori di 70,80 dBA rappresentano un indicatore di

Codice	Titolo	Pag.18di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	



disturbo sul sonno da incrociare con la verifica dei Lmax rilevati dalla time-history in dBA Fast.

Livello percentile L10

In presenza di sorgenti quasi-gaussiane quali alti flussi di traffico, L10 assume valori di qualche decibel (circa 2.5 dBA) più alti dei relativi valori di Leq,h (livello equivalente orario). Questa differenza diminuisce in presenza di eventi ad alto contenuto energetico verificabili dall'andamento temporale dei LMAX e Leq,h può anche diventare più alto di L10. Il livello percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L10 e L90 che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati.

Livello percentile L50

L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare: se il flusso veicolare totale aumenta, l'indice L50 tende al valore di Leq rispetto al quale si mantiene di 2-3 dBA più basso. Se il flusso veicolare ha caratteristiche di discontinuità ed è di natura "locale", tale differenza può raggiungere e superare i 20 dBA.

Nel caso in cui la postazione di misura non "vede" la sorgente di rumore, tanto più prevale il rumore da traffico lontano dalla postazione tanto più L50,h (livello percentile L50 su base oraria) si avvicina al valore di Leq,h. Una differenza Leq,h - L50 pari a 0.8;-1 dBA è indice dell'assenza di sorgenti in transito nella zona del microfono. La differenza Leq-L50 è quindi un indice di presenza o assenza di sorgenti transienti nella zona di vista del microfono. L'efficacia di un intervento di bonifica acustica basato sulla limitazione del traffico può essere controllato dall'indicatore Leq-L50.

Livelli percentili L90, L95

Gli indici percentili L90 e L95 sono rappresentativi del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consentono di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie.

La differenza L95 - LMIN aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente stazionaria: L95 coincide in pratica con LMIN solo se l'energia dello spettro della sorgente stazionaria è dominata da una componente tonale che dimostra valori indipendenti da fluttuazioni statistiche.

Livello massimo LMAX

Il livello massimo LMAX connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, etc. e consente di individuare, se è disponibile la time-history in dBA fast, gli eventi statisticamente atipici da eliminare nella valutazione del rumore ambientale di breve o lungo periodo. Ad analoghe considerazioni si può tuttavia pervenire considerando il livello percentile L1.

LMAX è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione).

Livello minimo LMIN

La sequenza storica dei livelli minimi LMIN consente di verificare l'entità del rumore di fondo ambientale. In area urbana, dove il rumore di fondo è dovuto sostanzialmente al traffico veicolare, LMIN diventa un indicatore del volume di traffico complessivo in transito nell'area: i valori massimi di LMIN indicano i momenti in cui si verificano i flussi massimi.

Nel caso di sorgenti fisse che emettono rumore continuo, LMIN,h è l'unico riscontro oggettivo del loro livello e della loro durata.

Distribuzione statistica

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.19di37



L'analisi statistica della distribuzione dei livelli di rumore all'interno del periodo di misura integra le informazioni fornite dai livelli statistici e mette a disposizione ulteriori elementi di valutazione del clima di rumore.

I parametri statistici di interesse generale sono:

- media "m"
- deviazione standard "a"
- skewness "s"
- curtosi "k"

La conoscenza dei parametri statistici fornisce indicazioni sulla forma della distribuzione. Si ricordano, per la distribuzione gaussiana, i seguenti valori caratteristici:

- $s = 0$
- $k = 3$.

Per $s > 0$ si ha una asimmetria verso i livelli più bassi mentre, per $s < 0$, una asimmetria verso quelli più alti. Le distribuzioni temporali solo raramente sono gaussiane: viene chiamata pseudo-gaussiana una distribuzione caratterizzata da

- $0.1 < s < 0.1$
- $3 < k < 3.15$
- coeff. correlazione > 0.998

La distribuzione percentuale dei livelli di rumore nelle 24 ore (o multipli) presenta generalmente due massimi e quindi può essere approssimata da due distribuzioni non gaussiane sovrapposte (andamento bimodale): la bimodalità ad esempio è tipica delle strade in salita (i mezzi in transito sulla corsia in salita determinano livelli sonori più elevati rispetto ai veicoli in discesa) o delle strade in piano a flusso discontinuo (il massimo assoluto o relativo è determinato dal fondo ambientale).

Nei casi in cui si verifichi una distribuzione con un solo massimo, è generalmente verificato che la distribuzione di Weibull è quella più corrispondente ai dati sperimentali. Generalmente la deviazione standard è minima per L1 e viceversa massima per L50.

Un traffico congestionato comporta generalmente valori alti di skewness e di curtosi; la skewness è in genere positiva con traffico intermittente, in quanto diventa apprezzabile l'intervento del rumore di fondo.

5.5.2 **Metodiche di monitoraggio**

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

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

Il monitoraggio pertanto è programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.20di37

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

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

Il progetto di monitoraggio utilizza per i rilievi la:

- **Metodologia R1:** Misura spot della durata di 1h per il controllo del campo base.
- **Metodologia R2:** Misure di 10 ore (orario di lavoro 7-17), postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere.

5.5.2.1 Strumentazione

Le attività di monitoraggio sono previste con strumentazione in allestimento semifisso per tutte le metodiche. La strumentazione installata può essere composta da:

- mini cabinet stagni con alimentazione a 12 V;
- sistema microfonico per esterni;
- fonometro integratore/analizzatore real time;
- stativi telescopici o cavalletti dotati di clamps e prolunghe.

L'installazione delle postazioni microfoniche avviene prevalentemente con l'ausilio di cavalletti telescopici, stativi o apposite pinze di ancoraggio. In **Figura 5.1** sono riportati alcuni esempi di strumentazioni di corrente impiego.

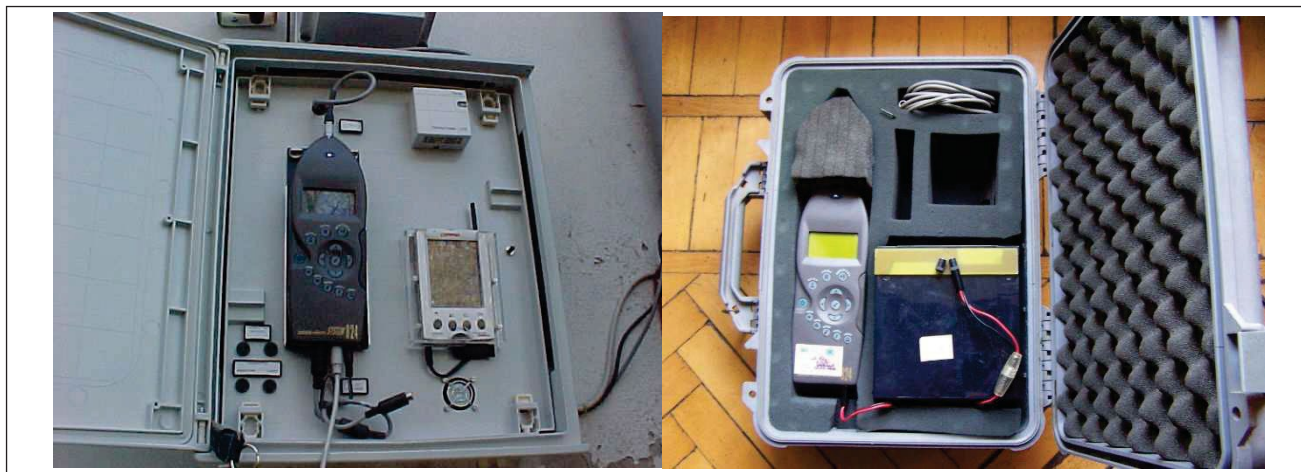


Figura 5.1 - Esempio di strumentazione impiegata per i rilievi acustici

La strumentazione di misura è conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. La catena di misura da adottarsi è generalmente costituita da un fonometro, un preamplificatore ed un microfono.

Il microfono utilizzato deve essere del tipo da esterni a campo libero. Qualora la sorgente non sia localizzabile o si sia in presenza di più sorgenti deve essere adottato un microfono da esterni ad incidenza casuale. Il microfono deve essere dotato di schermo antivento.

Al fine di verificare la presenza di componenti tonali devono essere utilizzati filtri di banda normalizzata di 1/3 di ottava nel dominio 20 Hz -; -20 KHz. Per evidenziare componenti tonali alla

Codice	Titolo	Pag.21di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	



frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT.

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995. I calibratori devono essere conformi alla norma IEC 942/1988 (CEI 29-14).

Per l'utilizzo di altri elementi a completamento della catena di misura, deve essere assicurato il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1 sopra richiamata.

5.5.2.2 Taratura e calibrazione della strumentazione

La strumentazione di misura deve essere provvista di certificato di taratura e controllata almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati S.I.T. e deve comunque avvenire ogniqualvolta vi sia un evento traumatico per la strumentazione o la riparazione della stessa.

Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati da meno di due anni se corredati da certificato di conformità alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988 (CEI 29-14). Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB. In caso di utilizzo di un sistema di registrazione e di riproduzione, i segnali di calibrazione devono essere registrati.

5.5.2.3 Operazioni di misura

Le misurazioni effettuate devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; e con velocità del vento inferiore a 5 m/s. In fase di analisi del dato eventuali periodi temporali caratterizzati da condizioni meteo non conformi devono essere mascherati e non considerati nelle eventuali successive elaborazioni.

In esterno il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento.

La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

In termini generali la procedura per l'effettuazione dei rilievi può essere dettagliata come segue:

- Calibrazione iniziale: inserimento del microfono all'interno del calibratore; regolazione della dinamica del fonometro o dell'alimentatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello misurato differisce al massimo di + 0,5 dB rispetto al livello di calibrazione. In caso contrario, agendo sul fonometro, si procede ad una calibrazione reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.
- Posizionamento del microfono: la postazione di misura deve essere scelta in modo da caratterizzare completamente la rumorosità che colpisce uno o più

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.22di37



edifici esistenti, tenendo per esempio conto della direzione prevalente di provenienza del rumore, della forma dell'edificio, dell'eventuale presenza di ostacoli o di situazioni che potrebbero pregiudicare l'esecuzione o non ripetibilità delle misure (presenza di cani, divieti di accesso, ecc.).

- Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio.
- L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore. Esso, munito di cuffia antivento, deve essere montato tramite apposito supporto microfonico su treppiede telescopico e deve essere collocato ad una altezza non inferiore a + 1,5 m dal piano campagna. E' ammesso il posizionamento della postazione su balcone purché la soletta dello stesso non costituisca un ostacolo alla propagazione del rumore.
- Nei casi in cui non sia possibile rispettare le suddette prescrizioni se ne deve fornire indicazione nel rapporto di misura.
- Misurazione: registrazione da parte della strumentazione dei parametri oggetto di monitoraggio per 10 ore (metodica R2).
- Misurazione: registrazione da parte della strumentazione dei parametri oggetto di monitoraggio per 1 ora a campione (metodica R1).
- Compilazione data-sheet: contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Per una corretta interpretazione dei risultati nella scheda devono anche essere annotati i parametri meteorologici e, per quanto possibile tutti i dati utili alla caratterizzazione delle sorgenti di rumore presenti (flussi di traffico, tipologia di lavorazioni svolte, -).
- La scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati. I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati dal display del fonometro. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore. Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.23di37

- Recupero della strumentazione: al termine del rilievo la strumentazione viene smontata verificando il suo buon funzionamento e l'assenza di manomissioni che potrebbero avere compromesso i risultati del rilievo. In questa fase viene effettuata la verifica della calibratura in accordo a quanto previsto dalla normativa.
- Analisi dei risultati dei rilievi: terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive, ecc.) ed essere rappresentato in forma grafica. In questa fase vengono redatte le apposite schede di sintesi, che, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

5.6 Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi

Nella **Tabella 5.1** si riporta l'elenco delle postazioni previste per il monitoraggio della componente rumore. Per ogni postazione di misura viene indicato il codice di riferimento, attraverso il quale è possibile individuare la posizione della postazione sulla planimetria riportata nell'**Allegato 1**, l'ubicazione, la metodica prevista e l'obiettivo specifico dei rilievi ed il numero di rilievi in fase di ante e corso d'opera. Si ricorda che l'assenza di impatti in fase di esercizio determina la non necessità di rilievi nella fase di post operam

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Metodica	N° rilievi	
				AO	CO
S1	Impianto di sollevamento esistente	Controllo impatti campo base	R1	1	1
S2-11	Tracciato condotta	Controllo impatti fronte di avanzamento	R1	1	-
S2-11	Tracciato condotta	Controllo impatti fronte di avanzamento	R2	-	1

Tabella 5.1 - Postazioni monitoraggio rumore

Si riportano nel seguito alcune specificazioni per una migliore comprensione delle informazioni contenute nella Tabella:

- il monitoraggio nella fase di ante operam è previsto nel campo base per il punto indicato in **Allegato 1**.

Codice	Titolo	Pag.24di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

- per la fase di corso d'opera sono previsti rilievi a cadenza trimestrale nel punto individuato in Allegato 1;
- per i punti di monitoraggio relativi al fronte di avanzamento si prevede un solo monitoraggio ante operam da effettuarsi per una durata di 1 ora nella fascia (7- 17) prima del passaggio del cantiere ed in corso operam in concomitanza del passaggio del cantiere in prossimità del ricettore da effettuarsi durante le ore lavorative della durata di 10 ore.

5.7 Restituzione dei risultati e gestione delle anomalie

5.7.1 Attività ordinarie

Lo svolgimento delle campagne di monitoraggio consente di acquisire informazioni dirette sui parametri ambientali condizionanti la propagazione del rumore e sugli indicatori di rumore necessari per una corretta caratterizzazione acustica dell'ambiente nelle condizioni di ante operam, corso d'opera.

Le informazioni prodotte dalle attività di monitoraggio consistono in:

- descrizione del punto di monitoraggio;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- parametri temporali del monitoraggio;
- caratteristiche territoriali influenti sui processi di propagazione del rumore;
- caratteristiche meteorologiche di fonte pubblica/privata rilevate in stazioni meteo significative ai fini dello studio;
- descrizione delle sorgenti di rumore rilevate;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

Una volta rilevati i dati grezzi, non validati, dovranno essere trasmessi alla stazione appaltante entro 14 giorni lavorativi dalla fine della misura.

Entro 21 giorni dovrà essere trasmessa la scheda di analisi in forma definitiva.

5.7.2 Gestione delle anomalie

Relativamente alla fase di corso d'opera i dati delle attività di monitoraggio dovranno consentire di individuare tempestivamente eventuali situazioni critiche e, di conseguenza, innescare le opportune procedure di correzione delle anomalie.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.25di37

Al fine di evidenziare immediatamente eventuali situazioni critiche in fase di analisi dei dati è prevista una procedura di individuazione delle "anomalie acustiche".

Il metodo ipotizzato prevede di considerare anomalie acustiche i livelli di impatto che risultano superiori ai limiti normativi, ossia ai limiti di zona in corrispondenza delle fasi di attività per le quali non è stata espressamente richiesta deroga o ai limiti derogati per le fasi oggetto di richiesta in deroga.

A seguito dell'individuazione di un'"anomalia" sarà compito del coordinatore del monitoraggio prevedere un confronto con gli Uffici competenti dei comuni interessati per verificare l'effettiva consistenza dell'"anomalia", ossia se essa è direttamente correlabile alle attività di cantiere e se rischia di protrarsi nel tempo.

Se dal suddetto confronto emergesse che l'"anomalia" risulta consistente dovrà essere convocato un tavolo tecnico composto dall'Ufficio competente dei Comuni interessati, dall'ARPA Puglia, dal coordinatore del monitoraggio e, se necessario, dal proponente e dal Direttore dei Lavori. Obiettivo del tavolo sarà quello di individuare le attività più idonee da porre in essere per il contenimento degli impatti individuati.

5.8 Misure di mitigazione in fase di cantiere

Così come riportato nell'offerta tecnica prodotta in sede di gara l'azienda saranno adottate idonee procedure per il contenimento degli impatti attesi di seguito riportati in dettaglio:

- Provvedimenti atti a ridurre la rumorosità alla fonte: saranno utilizzate esclusivamente macchine e attrezzature rispondenti alla direttiva europea 2000/14/CE, sottoposte a costante manutenzione ed a controlli periodici; In particolare, verranno adottati veicoli e mezzi stradali con classe ambientale EURO 6 e mezzi non stradali di classe ambientale STAGE \geq III. L'impiego di mezzi rispondenti ai più recenti standard sulle emissioni, rispetto a mezzi più datati consentirà di abbattere drasticamente le emissioni di inquinanti. Laddove sia necessario abbattere ulteriormente le emissioni sonore, questa impresa si impegna a procedere con le operazioni scavo nelle aree maggiormente tutelate mediante il noleggio di escavatori elettrici.

- Modificazione dell'organizzazione del lavoro:
 1. Allontanamento efficace dalla sorgente: organizzazione delle distanze dalla sorgente, segnalazione delle zone tramite perimetrazione e cartellonistica, interdizione all'ingresso dell'area di lavoro al personale non addetto;
 2. Ubicazione dei macchinari: i macchinari rumorosi ($L_{eq} > 90$ dBA) saranno ubicati in modo tale da minimizzare l'effetto diretto dovuto alla posizione reciproca tra la sorgente e l'utilizzatore (frapposizione di ostacoli o barriere che disturbino la trasmissione sonora ovvero la ricezione);
 3. Sovrapposizione di attività o macchinari: sarà sviluppato un programma dei lavori che eviti situazione di utilizzo contemporaneo di più macchinari ad alta emissione di rumore in aree limitrofe;
 4. Confinamento delle lavorazioni: sarà valutata la possibilità di confinare le lavorazioni ad elevate emissioni acustiche in aree a bassa concentrazione di

Codice	Titolo	
A.06.21-MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.26di37



lavoratori.

5. saranno minimizzati gli effetti del rumore agendo sul fattore “tempo di esposizione” attraverso un’accurata pianificazione delle attività di cantiere che prevede la turnazione degli addetti alle mansioni più rumorose.

Inoltre saranno installate barriere fonometriche con una recinzione costituita da pannelli antirumore del tipo Acustiko della Ditta SILTE. Tale accorgimento sarà indispensabile per ridurre sia l’inquinamento acustico prodotto dalle lavorazioni, sia per ridurre l’apporto di polveri verso i ricettori sensibili. I pannelli Acustiko sono costituiti da materiale fonoassorbente e fonoisolante, e permettono quindi di realizzare barriere acustiche con alto potere fonoisolante, con un indice R_w precisamente pari a 14 dB, certificato in laboratorio secondo prova UNI EN ISO 140-3 2066 e UNI EN ISO 717-1 1997.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.27di37

6 Componente vibrazioni

6.1 Le finalità del monitoraggio

Il monitoraggio delle vibrazioni per le opere in progetto ha lo scopo di definire i livelli di vibrazione determinati dalle sorgenti di cantiere, le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di un campione rappresentativo di ricettori e di seguirne l'evoluzione durante la fase di costruzione. Analogamente al rumore non si prevedono rilievi nella fase di post operam in quanto non risultano alterazioni ambientali a lavori ultimati relativamente alla componente vibrazioni.

Queste verifiche riguardano gli effetti di "annoyance" sulla popolazione e gli effetti di interferenza con edifici e beni monumentali ad alta sensibilità.

Verifica degli effetti sulla popolazione

Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e dalla frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'"annoyance" deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni.

Gli effetti sulle persone non hanno un organo bersaglio ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive.

Le campagne di monitoraggio delle vibrazioni sono prevalentemente indirizzate alla caratterizzazione dei livelli e degli spettri di accelerazione ante-operam, corso d'opera nel campo di frequenze compreso tra 1 Hz e 80 Hz. Le indagini vengono svolte all'interno degli edifici per i quali gli indicatori di esposizione e di interazione opera-ambiente testimoniano la possibile presenza di situazioni problematiche e consentono di "etichettare" gli indicatori di disturbo sulla popolazione in conformità alla UNI9614.

Verifica dell'interferenza con attività produttive e ospedaliere

Alcuni settori dell'industria, della ricerca e della diagnostica in campo medico utilizzano apparecchiature di precisione, microscopi ottici ed elettronici, ecc. potenzialmente disturbabili da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni.

Verifica degli effetti su edifici e beni storico-monumentali

Le vibrazioni possono in alcune situazioni, o in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni a edifici e beni storico-monumentali.

E' generalmente riconosciuto che i livelli di vibrazione in grado di determinare danni alle strutture sono più alti di quelli normalmente tollerati dalle persone. Questo implica che se in un'area è soddisfatto l'obiettivo prioritario di garantire alle comunità livelli vibrometrici accettabili, risulta automaticamente soddisfatto l'obiettivo di salvaguardare il patrimonio architettonico.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.28di37

Considerando che esistono variabili difficilmente quantificabili a monte, in particolare nelle strutture di edifici storici, quali la resistenza dei materiali, la presenza di criticità strutturali, ecc., è importante riconoscere i possibili punti critici e intervenire con monitoraggi preventivi.

E' esclusivo compito delle imprese adottare tutti gli accorgimenti operativi finalizzati a garantire la compatibilità delle vibrazioni nei confronti dei possibili danni materiali alle strutture (fessurazioni, lesioni, cedimenti). Il monitoraggio, limitatamente ad alcuni punti a rischio identificati lungo il tracciato, è di tipo preventivo e si pone lo scopo duplice di segnalare il raggiungimento di soglie di attenzione e di consolidare elementi di garanzia per il cittadino e gli Enti Pubblici.

Le informazioni ad oggi disponibili escludono la presenza di attività produttive/ospedaliere particolarmente sensibili o di beni storici monumentali. Pertanto il monitoraggio avrà esclusivamente l'obiettivo di verificare la potenziale annoyance della popolazione esposta.

6.2 Riferimenti normativi

Le attività di monitoraggio dovranno essere sviluppate in accordo a quanto previsto dalle principali norme tecniche di settore, non esistendo una specifica normativa in materia. Si riporta nel seguito l'elenco dei principali norme tecniche da considerare cogenti:

- UNI 9614/2017 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- ISO 2631-2 - Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed indotte da urti negli edifici;
- ISO/TS 10811-2:2000 - Esposizione delle apparecchiature sensibili alle vibrazioni.

6.3 Aree interessate alla procedura di monitoraggio

Le attività di monitoraggio si concentreranno negli ambiti, caratterizzati da presenza antropica, in cui è ragionevole ipotizzare una alterazione degli attuali livelli vibrometrici direttamente ascrivibile ai cantieri deputati alla realizzazione della nuova infrastruttura. In ragione della tipologia di attività previste l'ambito di potenziale interazione è limitato a poche decine di metri dalla sorgente pertanto **le attività di monitoraggio si concentrano su ricettori residenziali a minima distanza dal fronte di avanzamento ove presenti.**

6.4 Indicatori e metodiche di monitoraggio

6.4.1 Indicatori

Gli indicatori di disturbo alle vibrazioni di tipo psicofisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, vengono definiti in base alla risposta dell'organismo umano alla sollecitazione vibratoria. La grandezza fisica di interesse per valutare il disturbo alle persone è l'accelerazione e, trattandosi di fenomeni periodici, è necessario fare riferimento al valore efficace RMS.

La determinazione delle leggi di variazione della sensibilità in funzione della frequenza e dei livelli è stata definita in ambito normativo ISO ed ha permesso di elaborare un criterio di

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.29di37

valutazione delle vibrazioni che tiene conto dello spettro delle vibrazioni. La norma UNI utilizza invece indicatori globali integrati in tutto l'intervallo di frequenza, a cui si applicano opportune curve di pesatura.

Gli indicatori diretti di vibrazione vengono correlati nel corso delle misure agli indicatori di emissione (traffico veicolare o ferroviario, incidenza di mezzi pesanti, tipologia di convoglio in transito, velocità di percorrenza, attività di cantiere in fase di svolgimento, ecc.) e alle caratteristiche geolitologiche del sottosuolo desunte da sondaggi, sezioni stratigrafiche, ecc.

Nello specifico per il disturbo alle persone, in base a quanto definito dalla UNI 9614/2017, il parametro di controllo previsto è la Massima accelerazione ponderata della sorgente (V_{sor}) definita come segue:

$$V_{sor} = \sqrt{\overline{V_{z_{imm}}^2 - V_{z_{res}}^2}}$$

In cui:

V_{imm} = accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse;

V_{res} = accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue.

L'accelerazione ponderata massima statistica è calcolata a partire dalle singole accelerazioni ponderate efficaci ottenute mediante lo schema di calcolo riportato Figura 4.1.

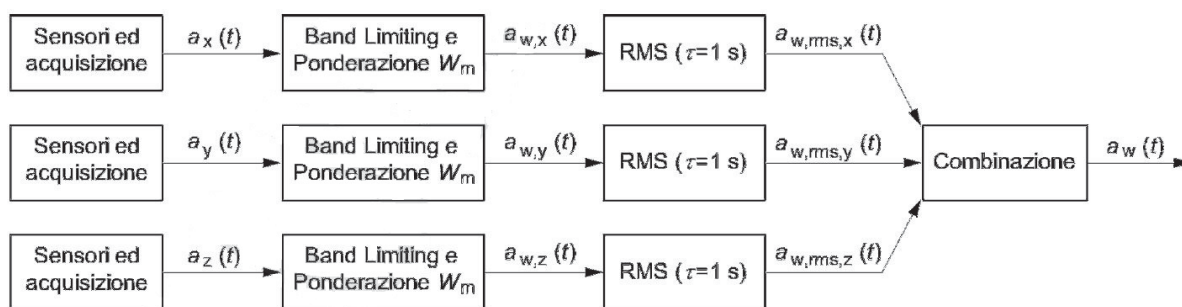


Figura 6.1 - Schema del calcolo della accelerazione ponderata efficace (Norma UNI9614:2017)

La massima accelerazione ponderata è calcolata come valore massimo registrato all'interno del singolo j-esimo evento secondo la formula:

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t))$$

Il calcolo della massima accelerazione statica ($a_{(w,95)}$) si ottiene tramite la seguente formula:

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1.8 \times \sigma$$

In cui

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.30di37

Viceversa per la verifica di eventuali problematiche per strumentazioni sensibili occorre riferirsi al valore efficace della velocità di picco in base a quanto indicato nella ISO/TS 10811-2.

6.4.2 **Metodiche di monitoraggio**

Le metodiche applicate sono in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo e considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO).

Gli standard vibrometrici internazionali elaborati dalla ISO (International Standards Organization) sono contenuti nella ISO 2631-1 e ISO 2631-2. Questi ultimi esaminano l'esposizione umana alle vibrazioni all'interno degli edifici. L'American National Standard Institution ANSI S3.29/1983 contiene degli standard che sono sostanzialmente in sintonia con quanto indicato dalla ISO2631-2 come pure le norme inglesi (BS6472/1984), tedesche (DIN 4150/2/1986) e la norma italiana (UNI 9614).

Per ciò che concerne l'esposizione alle vibrazioni di macchinari sensibili le norme tecniche di riferimento sono la ISO 10811-1 e la ISO 10811-2. Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono:

- **Metodica V4: misure di lungo periodo (24 ore) finalizzate al disturbo.**

6.4.2.1 Strumentazione

La metodica V4 prevede l'allestimento di postazioni fisse. La strumentazione installata (Figura 6.2) è in genere composta da:

- tablet pc portatile;
- scheda di acquisizione dati o analizzatore multicanale;
- massetti metallici per il fissaggio degli accelerometri;
- terna di accelerometri su assi X, Y e Z.



Figura 6.2 - Esempio di strumentazione impiegata per i rilievi vibrometrici

Codice	Titolo	Pag.31di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

La taratura della strumentazione deve essere verificata entro un periodo non superiore a due anni. Il controllo deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per la strumentazione o per la riparazione della stessa.

La taratura è ottenibile tramite il confronto delle funzioni di risposta in frequenza prodotte dall'accelerometro da calibrarsi e da un accelerometro di riferimento sottoposti alla medesima funzione di sollecitazione su tavola vibrante. Se la funzione di trasferimento non risulta conforme con il margine di errore dichiarato dal produttore, la strumentazione è inviata ad un centro di taratura accreditato S.I.T. per le necessarie verifiche. Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati nuovi da meno di due anni se corredati da certificato di conformità alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225.

La calibrazione dell'accelerometro avviene tramite la verifica della funzione di eccitazione prodotta da un eccitatore di calibrazione in conformità norma ISO 5347. Essa deve essere effettuata all'inizio ed al termine di ciascun ciclo di misure. Tale controllo deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per l'accelerometro.

6.4.2.2 Operazioni di misura

Finalità dell'indagine è la determinazione dell'accelerazione efficace complessiva ponderata secondo la norma UNI 9614 nel dominio di frequenza 1;-80 Hz. Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana e in particolare in presenza di attrezzature o strumentazioni che risultano particolarmente sensibili al fenomeno vibratorio. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente. Il monitoraggio è effettuato sui tre assi X, Y e Z.

La procedura per l'effettuazione dei rilievi può essere dettagliata come segue:

- Calibrazione iniziale: avvitamento dell'accelerometro sulla testa vibrante del calibratore; regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione; registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello di accelerazione misurato è pari a 140 ± 2 dB (errore di $\pm 3\%$). In caso contrario, agendo sull'analizzatore, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.
- Posizionamento dei sensori: in base a quanto indicato dalla norma UNI 9614/2017 le vibrazioni devono essere misurate nella posizione all'interno di misura dove si osserva il più elevato dei valori efficaci dell'accelerazione ponderata $a_w(t)$, ma lontano da punti singoli. Si riporta l'immagine riportata nella succitata norma che esplicita le posizioni in corrispondenza delle quali posizionare o meno i sensori.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag. 32 di 37

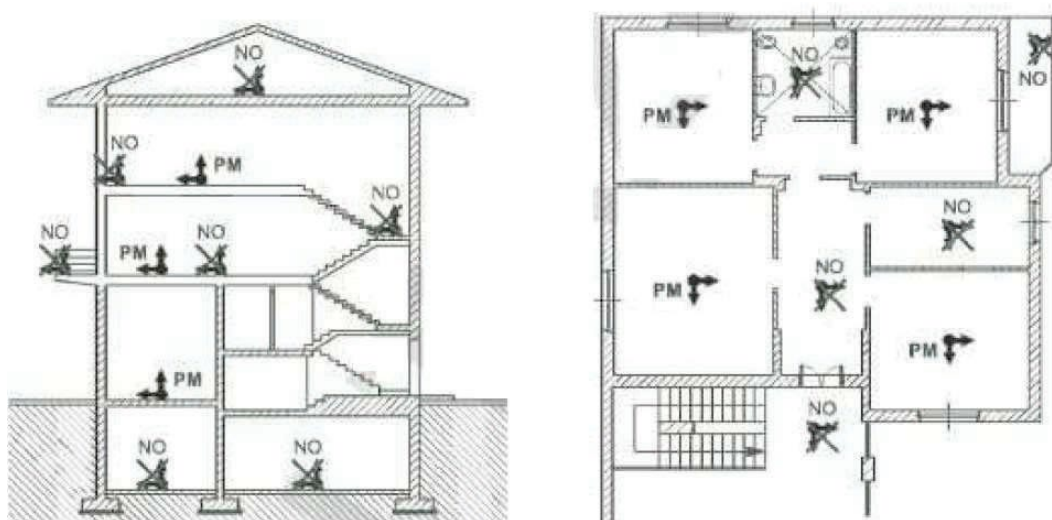


Figura 6.3 - Esempio di postazioni di misura (PM punto di misura corretto, NO punto non corretto)
- Norma UNI 9614/2017

- Fissaggio dell'accelerometro: le modalità di fissaggio devono essere conformi alla norma ISO 5348. Esse si differenziano a seconda dell'ambiente di misura e delle condizioni ambientali. Negli ambienti interni, in presenza di superfici lisce e pulite (piastrelle, marmo, legno), è possibile fissare l'accelerometro direttamente sulla superficie vibrante mediante un sottile strato di cera d'api. In alternativa si ricorre ad un blocchetto metallico da appoggiare sulla superficie, opportunamente maschiato. Nel caso in cui il contatto si realizzi attraverso una superficie costituita da materiale non rigido (moquette, tappeto in gomma), è possibile utilizzare una lastra metallica di idoneo spessore alla quale fissare il trasduttore. Negli ultimi due casi si deve comunque aver cura di evitare che la massa dell'accelerometro e del suo supporto sia inferiore al 5% della massa vibrante. Qualora si opti per l'adozione di resine incollanti ad essiccazione rapida, l'accelerometro deve risultare avvitato su apposita piastrina maschiata al fine di evitare il danneggiamento dello stesso durante il distacco. Sono sconsigliati sistemi di fissaggio con dischi biadesivi o con puntale. Qualora si rendano necessarie misure in ambienti esterni si deve evitare il fissaggio dell'accelerometro con cera d'api in presenza di superfici sporche e ruvide e di temperature superiori a 40°C. In tal caso si predilige l'utilizzo di un'apposita massa metallica maschiata di 10-;20 Kg da appoggiare direttamente sulla superficie vibrante. Il fissaggio deve essere tale da evitare la presenza di correnti di terra o di fenomeni di interferenza elettromagnetica dovuti alla presenza di

Codice	Titolo	Pag.33di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

macchinari elettrici o linee elettriche. Al fine di impedire la comparsa di rumore triboelettrico il cavo di collegamento tra accelerometro e preamplificatore deve essere fissato alla superficie vibrante con nastro adesivo in modo da evitarne il movimento relativo. Tale accorgimento non è necessario in caso di impiego di cavi schermati.

- Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine: i rilievi sono effettuati nei locali, per quanto possibile, in assenza degli occupanti al fine di minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. Quando presente l'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore. Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione (stazionarie, transitorie, impulsive) e di selezionare la metodologia di misura più idonea. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo. I rilievi dovranno essere effettuati in LINEARE, filtri di 1/3 di ottava, costante di integrazione SLOW e scansione temporale di 1 secondo. In presenza di fenomeni impulsivi andrà acquisita anche la forma d'onda.
- Compilazione data-sheet: contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9614), la descrizione della postazione individuata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati. I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.
- Analisi dei risultati dei rilievi: terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag. 34 di 37

ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva, -) ed essere rappresentato in forma grafica. In questa fase vengono redatte le apposite schede di sintesi, che, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

6.5 Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi

Nella **Tabella 6.1** si riporta l'elenco delle postazioni previste per il monitoraggio della componente vibrazione. Per ogni postazione di misura viene indicato il codice di riferimento, attraverso il quale è possibile individuare la posizione della postazione sulla planimetria riportata nell'**Allegato 1**, l'ubicazione, la metodica prevista e l'obiettivo specifico dei rilievi ed il numero di rilievi in fase di ante e corso d'opera. Si ricorda che l'assenza di impatti in fase di esercizio determina la non necessità di rilievi nella fase di post operam.

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Metodica	N° rilievi	
				AO	CO
V2-11	Tracciato condotta	Controllo impatti fronte di avanzamento	V4	0	1

Tabella 6.1 - Postazioni monitoraggio vibrazioni

Si riportano nel seguito alcune specificazioni per una migliore comprensione delle informazioni contenute nella Tabella:

- il monitoraggio nella fase di ante operam non è previsto per tutti i punti di controllo individuati;
- per i punti di monitoraggio relativi al fronte di avanzamento si prevede un solo monitoraggio in corso operam in concomitanza del passaggio del cantiere in prossimità del ricettore più vicino indicato in **Allegato 1** da effettuarsi durante le ore lavorative.

Codice	Titolo	Pag.35di37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

6.6 Restituzione dei risultati e gestione delle anomalie

6.6.1 Attività ordinarie

Lo svolgimento delle campagne di monitoraggio consente di acquisire informazioni dirette sui parametri ambientali condizionanti la propagazione delle vibrazioni e sugli indicatori dei livelli vibrazionali necessari per una corretta caratterizzazione dell'ambiente.

Le informazioni prodotte dalle attività di monitoraggio consistono in:

- descrizione del punto di monitoraggio;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- parametri temporali del monitoraggio;
- caratteristiche geologiche influenti sui processi di propagazione delle vibrazioni;
- caratteristiche tipologiche e strutturali degli edifici;
- descrizione delle sorgenti di vibrazione rilevate;
- analisi delle registrazioni;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

Una volta rilevati i dati grezzi, non validati, dovranno essere trasmessi alla stazione appaltante entro 14 giorni lavorativi dalla fine della misura.

Entro 21 giorni dovrà essere trasmessa la scheda di analisi in forma definitiva.

6.6.2 Gestione delle anomalie

Relativamente alla fase di corso d'opera i dati delle attività di monitoraggio dovranno consentire di individuare eventuali situazioni critiche e, di conseguenza, innescare le opportune procedure di correzione delle anomalie.

Al fine di evidenziare immediatamente eventuali situazioni critiche in fase di analisi dei dati è prevista una procedura di individuazione delle "anomalie vibrometriche". Si considerano "anomalie vibrometriche" il superamento dei valori limite di immissione definiti dalla norma UNI9614. Qualora nelle fasi di implementazione esecutiva del piano emergesse la presenza di ricettori caratterizzati da macchinari presenti si considerano "anomalie vibrometriche" i superamenti rispetto ai valori limite definiti dalle norme ISO 10881-1 e ISO 10881-2.

A seguito dell'individuazione di un'"anomalia" sarà compito del coordinatore del monitoraggio prevedere un confronto con gli Uffici Competenti dei Comuni interessati per verificare l'effettiva consistenza dell'"anomalia", ossia se essa è direttamente correlabile alle attività di cantiere e se rischia di protrarsi nel tempo. Qualora fosse necessario, in tale fase potranno essere previste attività di monitoraggio aggiuntive.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.36di37

Se dal suddetto confronto emergesse che l'"anomalia" risulta consistente dovrà essere convocato un tavolo tecnico composto dagli Uffici Competenti dei Comuni interessati, dall'ARPA Puglia, dal coordinatore del monitoraggio e, se necessario, dal proponente e dal Direttore dei Lavori. Obiettivo del tavolo sarà quello di individuare le attività più idonee da porre in essere per il contenimento degli impatti individuati.

6.7 Flora, habitat e fauna

Si prevede un monitoraggio con durata quinquennale suddiviso tra Flora e habitat e, separatamente Fauna.

Con riguardo alla flora e habitat dopo aver eseguito un monitoraggio pre-cantiere, l'anno seguente la prima stagione vegetativa e successivamente ogni 2 anni, sarà effettuato il rilievo speditivo primaverile della vegetazione nel buffer di 10 metri attorno all'area interessata.

Tali rilievi avranno l'obiettivo di verificare lo stato delle piante arboree e arbustive messe a dimora e stilare una *checklist* delle entità presenti e dello stato degli habitat. L'eventuale variazione negli anni delle entità floristiche, delle associazioni vegetazionali rilevate, dell'espansione o diminuzione degli habitat, permetterà di studiare i processi in atto per cercare di comprenderne l'evoluzione.

Nell'elenco floristico ottenuto sarà messa in evidenza soprattutto l'eventuale presenza di entità vegetali incluse in liste di protezione (Liste Rosse nazionali e regionali; Allegati Convenzione di Berna; Allegati II e IV Direttiva 92/43/CEE "Habitat") e comunque rare, endemiche o di elevato valore biogeografico per il territorio regionale e/o nazionale.

Al termine delle attività d'indagine sarà redatta una Relazione contenente i risultati dell'indagine eseguita e relative osservazioni.

Gli elaborati verranno completati con:

- verbali di osservazione;
- documentazione fotografica;

Il monitoraggio sulla componente faunistica avverrà contestualmente con quella floristica, e avrà l'obiettivo di rilevare la presenza di Anfibi, Rettili, Mammiferi e Uccelli, con adeguati metodi di rilevamento messi in atto da esperti faunisti.

Codice	Titolo	
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.37di37

7 SINTESI DEI RILIEVI PREVISTI

In **Tabella 7-1** si riporta la sintesi complessiva dei rilievi previsti per le varie componenti ambientali. Per al componente vegetazione dopo aver eseguito un monitoraggio pre-cantiere, l'anno seguente la prima stagione vegetativa e successivamente ogni 2 anni, sarà effettuato 1 rilievo speditivo primaverile della vegetazione nel buffer di 10 metri attorno all'area interessata.

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Componente	Metodica	N° rilievi	
					AO	CO
P1 S1	Impianto di sollevamento esistente	Controllo impatti campo base	Atmosfera	A1	4	7
			Rumore	R1	1	1
P2-11 S2-11 V2-11	Tracciato condotte	Controllo impatti fronte di avanzamento	Atmosfera	A1	1	1
			Rumore	R2	0	1
			Rumore	R1	1	0
			Vibrazioni	V4	0	1

Tabella 7-1–Sintesi dei rilievi previsti per le varie componenti

Codice	Titolo	Pag. 38 di 37
A.06.21 -MOD	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	