



FERROVIE EMILIA ROMAGNA

Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore: adeguamento della progettazione definitiva e coordinamento per sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione del completamento dell'interramento della tratta urbana di Bologna della Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore e Redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al raddoppio del binario tra la fermata di Bologna-Via Larga e la stazione di Budrio (CIG 754332765C).

PROGETTO DEFINITIVO



AMBIENTE

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - RELAZIONE

CARTELLA N° 8.2

FER BP D T0 AMB GEN R 003_0

DATA	CODICE RELAZIONE		REV.
31/10/2019	FER BP D	T0 AMB GEN R 003	0

AGGIORNAMENTI						
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	Emissione finale	31-10-19	Geom. R. Tracco	Ing. QT. Thai Huynh	Dott. A. Pilli	Ing. V. Floria

Responsabile del progetto e dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche:

Ing. Vincenza Floria
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino, n. 8042
(Firmato digitalmente)

Lo Specialista Ambientale:

Dott. Andrea Pilli
Ordine degli Architetti pianificatori paesaggisti e conservatori della Provincia di Venezia, n. 3854
(Firmato digitalmente)

Il Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Fabrizio Maccari
(Firmato digitalmente)

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Scopo della relazione	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Documenti di progetto.....	6
2.2	Riferimenti normativi generali	7
3	ATMOSFERA	8
3.1	SCENARIO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO	8
3.2	Monitoraggio in corso d'opera	13
3.2.1	Parametri analitici.....	13
3.2.2	Ubicazione dei punti di misura	13
3.2.3	Tecniche di campionamento e di analisi	14
3.2.4	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	18
3.2.5	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	19
3.3	AZIONI DA INTRAPRENDERE IN CASO DI INSORGENZA DI CONDIZIONI ANOMALE O CRITICHE	21
3.3.1	Monitoraggio in corso d'opera	21
3.4	TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	22
3.5	Riferimenti Normativi	22
3.5.1	Normativa Europea	22
3.5.2	Normativa nazionale.....	22
3.5.3	Normativa Regionale	23
4	ACQUE SOTTERRANEE	26
4.1	Monitoraggio ante operam	27
4.1.1	Parametri analitici.....	27
4.1.2	Ubicazione dei punti di misura	29
4.1.3	Tecniche di campionamento	30
4.1.4	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	31
4.1.5	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	31
4.2	Monitoraggio in corso d'opera	31
4.2.1	Ubicazione dei punti di misura	32
4.2.2	Tecniche di campionamento	32

4.2.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	32
4.2.4	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	33
4.3	Monitoraggio post operam.....	33
4.3.1	Ubicazione dei punti di misura	33
4.3.2	Tecniche di campionamento	34
4.3.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	34
4.3.4	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	35
4.4	TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	35
4.5	Azioni da intraprendere in caso di insorgenza di condizioni anomale o critiche	38
4.5.1	Monitoraggio in corso d'opera	38
4.5.2	Monitoraggio post operam.....	38
4.6	Riferimenti Normativi.....	38
4.6.1	Normativa Europea	38
4.6.2	Normativa nazionale.....	39
4.6.3	Normativa regionale	39
5	RUMORE	41
5.1	PARAMETRI E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI MISURA	41
5.2	Monitoraggio ante operam.....	42
5.2.1	Ubicazione dei punti di misura	42
5.2.2	Tecniche di campionamento	43
5.2.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	43
5.2.4	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	43
5.3	Monitoraggio in corso d'opera	43
5.3.1	Ubicazione dei punti di misura	44
5.3.2	Tecniche di campionamento	44
5.3.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	44
5.3.4	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	45
5.4	Monitoraggio post operam.....	46
5.4.1	Ubicazione dei punti di misura	46
5.4.2	Tecniche di campionamento	46
5.4.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	47
5.4.4	Metodologie di controllo qualità, validazione ed analisi	47
5.5	TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	47

5.6	Azioni da intraprendere in caso di insorgenza di condizioni anomale o critiche	50
5.6.1	Monitoraggio in corso d'opera	50
5.6.2	Monitoraggio post operam.....	50
5.7	Riferimenti Normativi.....	50
5.7.1	Normativa europea.....	50
5.7.2	Legislazione nazionale	51
5.7.3	Legislazione regionale.....	53
6	VIBRAZIONI	54
6.1	PARAMETRI E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI MISURA	54
6.2	Monitoraggio ante operam.....	55
6.2.1	Ubicazione dei punti di misura	55
6.2.2	Tecniche di campionamento	56
6.2.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	56
6.2.4	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	56
6.3	Monitoraggio in corso d'opera	57
6.3.1	Ubicazione dei punti di misura	57
6.3.2	Tecniche di campionamento	58
6.3.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	58
6.3.4	Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi	58
6.4	Monitoraggio post operam.....	58
6.4.1	Ubicazione dei punti di misura	58
6.4.2	Tecniche di campionamento	59
6.4.3	Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi.....	59
6.4.4	Metodologie di controllo qualità, validazione ed analisi	59
6.5	TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	60
6.6	Azioni da intraprendere in caso di insorgenza di condizioni anomale o critiche	62
6.6.1	Monitoraggio in corso d'opera	62
6.6.2	Monitoraggio post opera.....	62
6.7	Riferimenti Normativi.....	62
6.7.1	Normativa internazionale.....	62
6.7.2	Normativa nazionale.....	62

1 INTRODUZIONE

Su iniziativa del Comune di Bologna e della Regione Emilia-Romagna viene deciso di dar seguito al piano interrimento della Linea S2 Bologna Centrale-Portomaggiore, cominciato negli anni '90.

LINEA S2



Figura 1: Schematico linea S2 Bologna Centrale-Portomaggiore.

A partire dall'imbocco della galleria Zanolini, l'intervento si estenderà fino a Bologna Via Larga, secondo due distinte tratte illustrate successivamente.

L'iter progettuale di questo intervento è cominciato nel 2008 per terminare con l'approvazione in Conferenza dei Servizi, come riportato dalla Delibera di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 444/2015 del 23 aprile 2015.

Nel Gennaio del 2019 è stata assegnata all'RTI Geodata, Net e Siteco la revisione del Progetto Definitivo a seguito delle numerose prescrizioni pervenute durante l'iter approvativo.

L'obiettivo prioritario dell'intervento è di eliminare i 5 passaggi a livello urbani, presenti nelle due tratte da interrare, in corrispondenza delle vie: Paolo Fabbri, Libia, Rimesse, Cellini e Larga.

Tale intervento, oltre ad un miglioramento trasportistico della linea ferroviaria, si traduce in benefici per il traffico veicolare, in termini di fluidità e sicurezza, nonché in un incremento della salubrità delle zone interessate.

Le opere previste nel Progetto Definitivo sono circoscrivibili a due tratte funzionali, geograficamente distinte:

- Tratta T1: tra la galleria esistente Zanolini (Pk 2+029,65) e la Fermata Rimesse (Pk 3+354,59)
- Tratta T2: tra via Cellini (Pk 4+000,00) e via Larga (Pk 5+100,00)



Figura 2: Inquadramento delle tratte ferroviarie oggetto di studio.

In linea generale le caratteristiche funzionali e gli standard di riferimento adottati sono congruenti ed in analogia con le caratteristiche già adottate per il resto della tratta interrata, e più in generale, sull'intera linea, salvo gli adeguamenti alle specifiche caratteristiche proprie del presente intervento.

1.1 SCOPO DELLA RELAZIONE

Il presente documento viene redatto sulla base delle linee guida per il monitoraggio ambientale emesse nell'ambito del progetto definitivo nel 2015 (elaborato D0L0DPGFA003), recependo le prescrizioni emesse in sede di Conferenza dei Servizi della regione Emilia Romagna il 23.04.2015.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale definisce per ciascuna componente ambientale di interesse, nelle fasi di ante operam (AO), corso d'opera (CO) e post operam (PO):

- Parametri da analizzare;
- Metodologie e strumenti di campionamento;
- Modalità e frequenze di campionamento;
- Analisi dei risultati e gestione dei sistemi di rilevamento e dei dati;
- Flussi di informazione dei dati;
- Normativa di settore

In particolare nella fase ante operam viene definito lo "stato di zero" ovvero lo stato dell'ambiente prima dell'inserimento dell'opera. La fase in corso d'opera evidenzia gli effetti determinati durante la costruzione, riconducibili alla presenza dei cantieri, al traffico indotto ed alle lavorazioni connesse alla realizzazione dell'opera stessa.

Il monitoraggio nella fase post operam valuta infine gli effetti dell'opera in condizioni di esercizio. Tale fase è fondamentale anche per verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione degli impatti messi in atto.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI DI PROGETTO

CARTELLA N 8.2 - AMBIENTE		
FER_BP_D	T0_AMB_GEN_R_003	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - RELAZIONE
FER_BP_D	T1_AMB_GEN_S_007	MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE, ATMOSFERA, RUMORE E VIBRAZIONI - PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO
FER_BP_D	T2_AMB_GEN_S_004	MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE, ATMOSFERA, RUMORE E VIBRAZIONI - TRATTA VIA CELLINI / VIA LARGA - PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Il presente piano di monitoraggio è stato elaborato sulla base delle indicazioni tecniche e metodologiche contenute nei seguenti elaborati tecnici:

Prescrizioni di cui alla Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 444 del 23.04.2015		
FER_BP_D	T0_AMB_GEN_R_001	STUDIO DI FATTIBILITA' AMBIENTALE
FER_BP_D	T0_AMB_GEN_R_002	RELAZIONE DI STUDIO ACUSTICO
AGGIORNAMENTO PER C.D.S. (2015)		
D0 L0 D PG FA 003	MONITORAGGIO AMBIENTALE – LINEE GUIDA	
D0 L0 D PG FA 003	MONITORAGGIO AMBIENTALE ALLEGATO A - BASE CARTOGRAFICA MONITORAGGIO	
D0 L0 D PG FA 003	MONITORAGGIO AMBIENTALE ALLEGATO B - CANTIERIZZAZIONE	

Si sono inoltre prese in considerazione le indicazioni contenute nei riferimenti normativi generali di cui al paragrafo seguente, e nei riferimenti normativi specifici dettagliati nel seguito per singola componente.

2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI

- D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 - Norme in materia ambientale
- Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi: documento in revisione 2 del 23/07/2007;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.): Indirizzi metodologici generali, revisione del 18.12.2013;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.): Indirizzi metodologici generali; (Capitoli 1-2-3-4-5); revisione 1 del 16/06/2014;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.): Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Capitolo 6.1); Rev.1 del 16/06/2014.

3 ATMOSFERA

Nel presente piano il Monitoraggio Ambientale per la componente "Atmosfera" si pone l'obiettivo di caratterizzare la qualità dell'aria nella sola fase di corso d'opera.

La fase di valutazione dell'impatto ha evidenziato che la componente Atmosfera potrà risentire di effetti dovuti alle emissioni di polveri esclusivamente durante le attività di cantiere. Le emissioni più significative sono da attribuirsi al transito dei mezzi sulle strade non asfaltate, ai movimenti di terra dovuti agli scavi di trincea e allo scotico delle aree di cantiere. Tuttavia, quest'ultima operazione è da ritenersi meno impattante se si considera la durata della stessa, limitata a pochi giorni durante la fase di approntamento e allestimento delle aree di cantiere.

Per quanto concerne la fase di post operam, non si ritiene infatti necessario provvedere allo svolgimento di attività di monitoraggio non essendo ravvisabili impatti sulla qualità dell'aria dovuti all'esercizio della linea ferroviaria. Su tale linea è infatti già in fase avanzata un completo rinnovamento del materiale rotabile con sostituzione delle motrici diesel con mezzi esclusivamente elettrici. Il completamento di tale processo di rinnovamento è previsto per i primi mesi del 2020, in anticipo quindi rispetto al previsto completamento dei lavori di interrimento.

Considerata sia la assenza della fase post operam, sia la stretta relazione della qualità dell'aria con le condizioni meteorologiche, si è ritenuto sufficiente ed appropriato definire la condizione di riferimento (stato ante operam) sulla base dei dati acquisiti dalla rete di monitoraggio gestita da ARPAE nell'area di intervento.

In questo senso lo stato zero è quindi definito sulla base dei dati acquisiti presso la centralina della Stazione di "Giardini Margherita" nel comune di Bologna, come dettagliatamente descritto nel paragrafo successivo.

In accordo a ciò il piano di monitoraggio si concentra quindi sulla verifica dei parametri potenzialmente influenzati dalle attività di cantiere e dal traffico indotto durante i lavori.

Gli ambiti territoriali da sottoporre ad indagine sono stati individuati dettagliatamente di seguito, con particolare riferimento alle aree di cantiere ed alla presenza di ricettori sensibili.

3.1 SCENARIO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

Il quadro di riferimento sulla qualità dell'aria nella zona di indagine è fornito dai dati acquisiti dalla rete di monitoraggio della Provincia di Bologna e da monitoraggi di breve durata eseguiti dal Comune di Bologna tramite stazioni mobili.

In particolare ai fini della definizione dello stato di riferimento si sono considerati i seguenti rapporti:

- Qualità dell'aria in Emilia-Romagna. I dati del 2015-2017, edizione 2018;
- Rete regionale di monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria. Provincia di Bologna. Report dei dati 2017;
- Rete regionale di monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria. Provincia di Bologna. Report dei dati 2016;
- Monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Bologna. Zona birra – via del Triumvirato. Via del Triumvirato 36. 16 gennaio – 26 febbraio 2018;
- Monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Bologna. Parco della campagna di via Larga. Via del Carpentiere 14. 21 novembre – 20 dicembre 2017;

- Monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Bologna. Parco Caserme Rosse – via di Corticella. 14 febbraio – 27 marzo 2017;
- Monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Bologna. Quartiere San Donato. 19 febbraio – 17 marzo 2016;
- Monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Bologna. Sistema tangenziale/autostrada. Area parco nord. 18 febbraio – 23 marzo 2015;
- Campagna di monitoraggio del particolato effettuata nel Comune di Bologna per i lavori di parziale interrimento di via Gobetti. 9 settembre – 9 ottobre 2012.

Di seguito si riporta una planimetria di ubicazione di centraline fisse (in rosso) e misure con mezzo mobile (in verde) vicine alle aree di intervento.

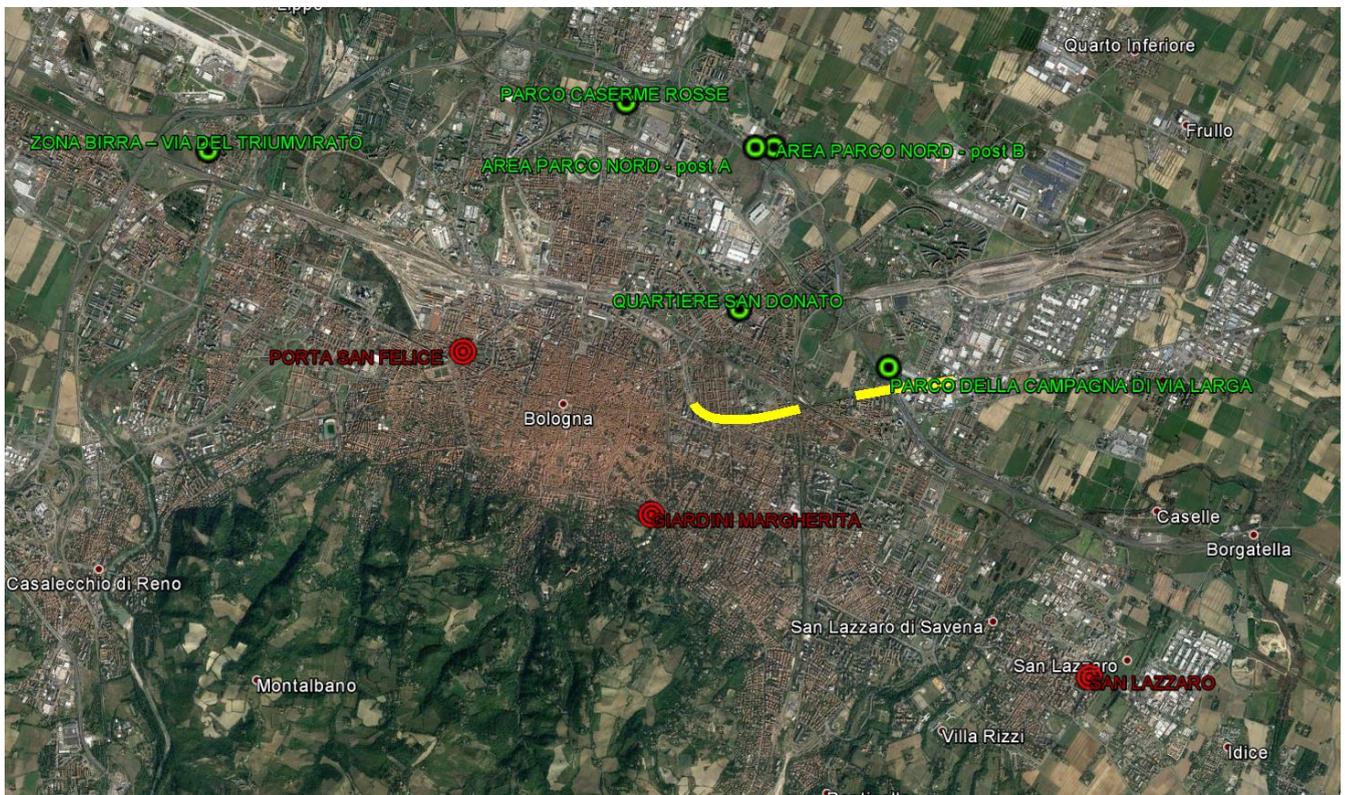


Figure 1 Posizione delle postazioni di misura

Il quadro complessivo della situazione della qualità dell'aria delineato dalla documentazione raccolta costituisce il punto di riferimento generale per le successive valutazioni rispetto ai criteri ed alle metodologie assunte dal Piano di Monitoraggio Ambientale di progetto.

Dall'analisi complessiva dei dati raccolti dalla Rete di Monitoraggio e Valutazione della Qualità dell'Aria della provincia di Bologna nel 2017, emerge il persistere delle criticità legate a PM10 e O3, già evidenziate negli ultimi anni.

In particolare, per quanto riguarda il particolato fine PM10, se il valore limite annuale di 40 µg/m3 non è stato superato in nessuna stazione della rete, rimane critico il numero di superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m3 da non superare più di 35 volte l'anno). Tale limite è stato

superato nella stazione da traffico Porta San Felice, con un massimo di 40 superamenti registrati e raggiunto presso la stazione di fondo suburbano di Via Chiarini (35 superamenti), mentre presso la stazione di fondo urbano di Giardini Margherita i superamenti si sono attestati a quota 27. Viene riaffermata la criticità relativa all'ozono: nel corso del periodo estivo (giugno-agosto) si sono riscontrati superamenti della soglia di informazione di 180 µg/m³ sulla media oraria nelle stazioni dell'Agglomerato, dove risultano superati anche il valore obiettivo e l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (entrambi riferiti ai 120 µg/m³ come media massima giornaliera sulle 8 ore).

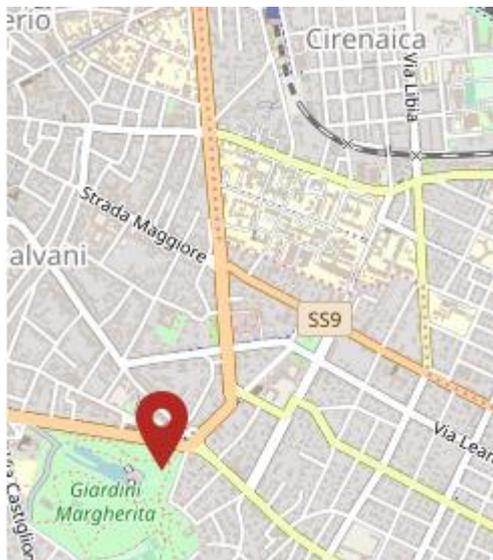
Il valore obiettivo e l'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione fissati per l'ozono sono stati superati in tutte le stazioni soggette alle finalità di questa misurazione.

Relativamente al PM_{2.5} le concentrazioni medie annuali rispettano il valore limite di 25 µg/m³ presso tutte le stazioni.

Per quanto riguarda il biossido di azoto il valore limite annuale di 40 µg/m³ non è stato rispettato nella sola stazione di Porta San Felice. Il valore limite di protezione della salute umana di 200 µg/m³, come media oraria da non superare oltre 18 volte nell'arco dell'anno, è stato rispettato in tutte le stazioni. Di conseguenza anche la soglia di allarme (400 µg/m³) non è mai stata raggiunta nel 2017 da nessuna centralina, evidenziando come gli episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di NO₂ non rappresentino un elemento di criticità.

Per il monossido di carbonio ed il benzene si conferma un quadro di consolidato rispetto dei limiti normativi. Lo stesso dicasi per il benzo(a)pirene e per gli altri parametri determinati tramite analisi chimica del particolato (arsenico, cadmio, nichel, piombo).

In particolare per l'area di studio il riferimento più vicino è identificato con la centralina fissa di GIARDINI MARGHERITA (stazione di fondo urbano) di cui si riportano di seguito caratteristiche e tipologie di parametri misurati.



Stazione: GIARDINI MARGHERITA

Tipo stazione: Fondo

Caratteristiche zona: residenziale

Indirizzo: VIALE BOTTONELLI

Comune: BOLOGNA

Provincia: BO

Longitudine: 44.483627999999996

Latitudine: 11.355034999999999

Altitudine: 43m

Parametri misurati:

As (Arsenico); BaP (Benzo(a)pirene); Cd (Cadmio); N Aliquote; Ni (Nickel); NO (Monossido di azoto); NOX (Ossidi di azoto); NO₂ (Biossido di azoto); O₃ (Ozono); Pb (Piombo); PM₁₀; PM_{2.5}

Ad integrazione dei dati acquisiti dalla stazione fissa si sono inoltre considerati i dati rilevati nelle seguenti campagne con mezzo mobile:

- Parco della campagna di via Larga. Via del Carpentiere 14. (Periodo: 21 novembre – 20 dicembre 2017);
- Monitoraggio della qualità dell'aria Comune di Bologna. Quartiere San Donato. (Periodo: 19 febbraio – 17 marzo 2016);

La postazione del parco della Campagna di via Larga, pur trovandosi all'interno di un parco, sorge nelle vicinanze di una zona a prevalente sviluppo commerciale e attraversata dal sistema Autostrada–Tangenziale che dista poco più di un centinaio di metri in direzione sud–ovest e la ferrovia Suburbana distante circa 250 metri. Inoltre, in un raggio compreso tra i 200 e i 400 metri si trovano: il centro commerciale “via Larga” col suo ampio parcheggio (in direzione est), le altre importanti attività commerciali e sedi di uffici dislocate lungo la via Larga (in direzione est e sud–est), alcuni centri sportivi e di attività ricreative in direzione nord (come la piscina Spiraglio, i campi di via del Terrapieno, etc...). Meno presenti sono le aree residenziali che, o si trovano ad una maggiore distanza in direzione est e nord–est, oppure sono ubicate al di là del sedime autostradale in direzione sud–ovest.

I parametri oggetto di rilevazione, nel periodo tra il 21 novembre ed il 20 dicembre 2017, sono stati:

- particolato PM₁₀ ;
- particolato PM_{2,5} ;
- ossidi di azoto NO_x (NO, NO₂);
- ozono (O₃);
- composti aromatici (benzene, toluene, xileni, etilbenzene);
- idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.), determinati a partire dal PM₁₀ ;
- dati meteorologici (velocità e direzione vento, precipitazioni, radiazione solare globale, temperatura, umidità relativa e pressione barometrica)

Per quanto riguardano invece le misure eseguite nel Quartiere di San Donato il laboratorio mobile è stato posizionato nell'area verde compresa nel “Giardino Vittime della Miniera di Marcinelle”.

La campagna di monitoraggio ha interessato il periodo compreso tra il 19 febbraio ed il 17 marzo 2016, per un totale di 28 giorni utili di raccolta dati.

La strumentazione impiegata sul laboratorio mobile è stata la seguente:

- un analizzatore automatico di ossidi di azoto (NO₂ - NO - NO_x);
- un analizzatore automatico di ozono (O₃);
- un analizzatore automatico di BTX (Benzene, toluene, xileni);
- un campionatore gravimetrico sequenziale per materiale particolato PM₁₀;
- un campionatore gravimetrico sequenziale per materiale particolato PM_{2,5};
- una centralina meteo con sensori di direzione/velocità vento, pluviometro, temperatura, radiazione solare, umidità e pressione atmosferica.

Al fine di verificare l'andamento e le correlazioni dei dati disponibili, come riferimento per lo stato ante operam, si sono messi a confronto i valori di PM₁₀ della centralina fissa con le misure di laboratorio mobile, relativamente allo stesso periodo di indagine.

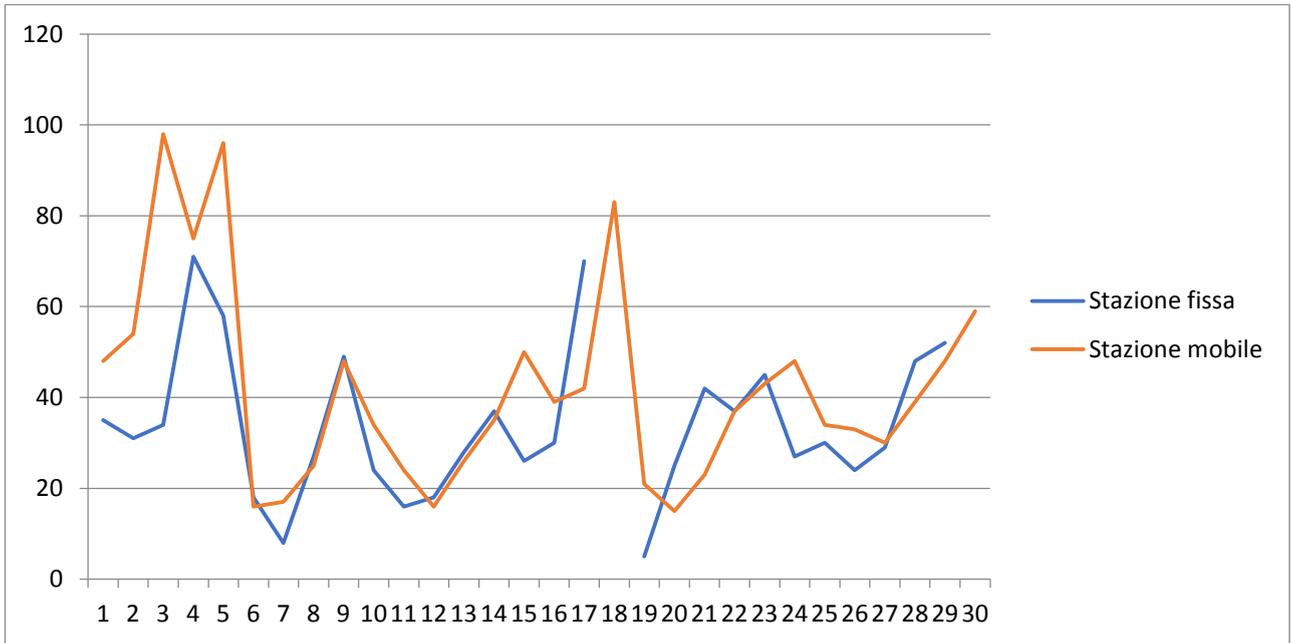


Figure 2 – Grafico di confronto valori di PM₁₀: Stazione fissa di GIARDINI MARGHERITA – Stazione Mobile di PARCO DELLA CAMPAGNA DI VIA LARGA

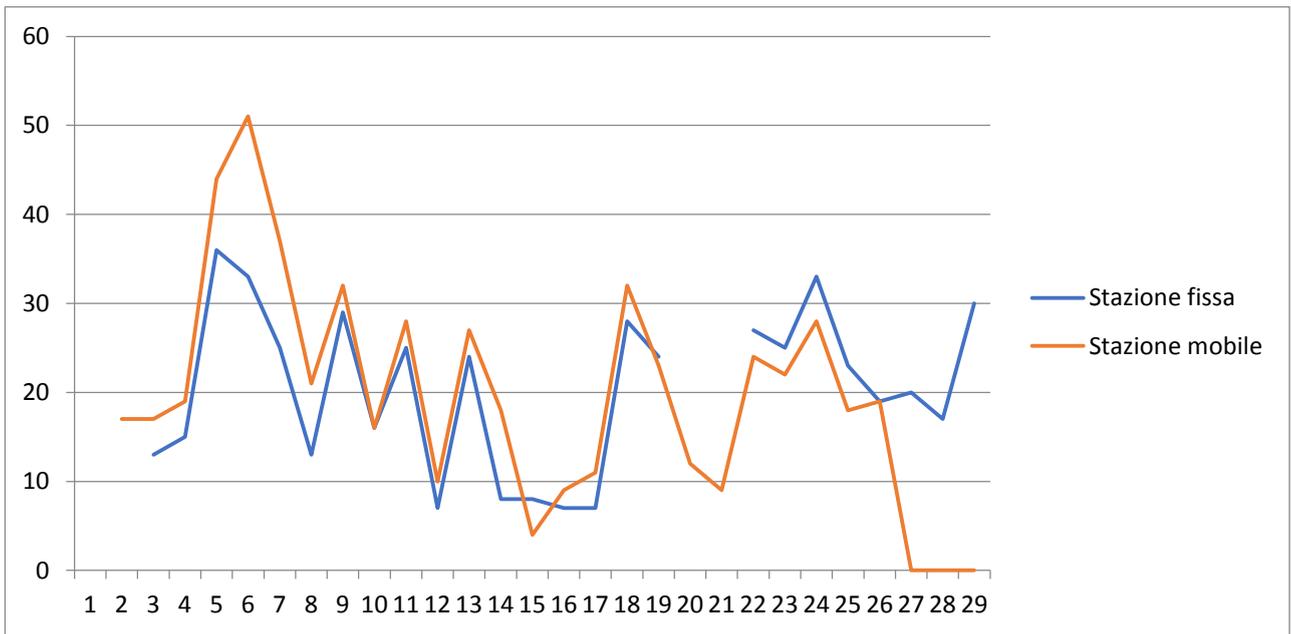


Figure 3 Grafico di confronto valori di PM₁₀: Stazione fissa di GIARDINI MARGHERITA – Stazione Mobile di QUARTIERE SAN DONATO

Dal grafici riportati si evince che in entrambe le situazioni le concentrazioni misurate nelle centraline mobili sono del tutto paragonabili per andamento e valori misurati ai dati acquisiti nella stazione fissa di "Giardini Margherita".

Nel caso delle stazione mobile di "Parco della Campagna, Via Larga", i valori tendenzialmente più elevati sono ragionevolmente spiegabili dalla presenza dell'arteria autostradale vicino al punto di misura.

Sulla base della buona correlazione tra le misure con mezzo mobile e la centralina fissa di "GIARDINI MARGHERITA" si ritiene che quest'ultima possa essere presa a riferimento per definire lo stato ante operam dell'area di intervento e che possa costituire un valido riferimento per i valori di fondo durante la successiva fase di monitoraggio in corso d'opera.

3.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

3.2.1 Parametri analitici

Le attività di monitoraggio prevedono il rilievo e la determinazione di indicatori rappresentativi dello stato di qualità dell'aria in relazione alle sorgenti oggetto di controllo. I parametri oggetto di monitoraggio, pertanto, sono stati individuati quali idonei descrittori delle pressioni indotte dalle attività di costruzione e dal traffico veicolare indotto (mezzi d'opera) al fine di rispondere ai requisiti di efficacia e significatività delle attività di monitoraggio ambientale.

Il piano di monitoraggio, sulla base delle pressioni ambientali individuate, individua quali indicatori di interesse le concentrazioni di PM10, gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA,) e le polveri totali sospese (PTS). Il parametro PTS, sebbene non più normato, è infatti riconosciuto quale l'indicatore più significativo per cantieri con significative attività di movimento terra. L'inserimento delle PTS tra i parametri oggetto di monitoraggio risponde inoltre ad una specifica prescrizione rilasciata in sede di approvazione del progetto.

Per quanto riguarda gli IPA, poiché è stato evidenziato che la relazione tra il Benzo(a)Pirene (BaP) e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP verrà utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali. Operativamente il BaP viene determinati analiticamente sulle polveri PM10.

Contemporaneamente all'esecuzione dei monitoraggi dei parametri sopra citati dovrà essere effettuato il monitoraggio dei parametri meteorologici che caratterizzano lo stato fisico dell'atmosfera e che rappresentano un aspetto di fondamentale importanza per una corretta analisi e previsione delle modalità di diffusione e trasporto degli inquinanti in atmosfera.

3.2.2 Ubicazione dei punti di misura

Per gli impatti connessi alla fase di costruzione (corso d'opera - CO) i punti di monitoraggio sono stati individuati facendo riferimento alle attività di cantiere più significative e rappresentative (lavorazioni e transito mezzi), alla viabilità di adduzione ai cantieri operativi ed alla presenza/vicinanza di ricettori sensibili.

I criteri per la localizzazione dei punti di misura hanno considerato la presenza di:

- zone adiacenti alle aree di cantiere;
- aree interessate da impatti derivanti dall'aumento del traffico veicolare generato dal trasporto dei materiali da e per il cantiere in presenza di ricettori sensibili.

A livello di microscala sono state considerate le specifiche di collocazione dei punti di misura previsti dall'allegato III del D.Lgs 155/10 ed in particolare:

- il punto di ingresso deve essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente sulla linea degli edifici;
- Il punto di ingresso della sonda di prelievo deve essere collocato ad un'altezza compresa tra 1,5 m e 4 m sopra il livello del suolo;
- L'ingresso della sonda di prelievo deve essere libero da qualsiasi ostruzione, per un angolo di almeno 270°. Al fine di evitare ostacoli al flusso dell'aria, il campionatore deve essere posto ad una distanza di alcuni metri rispetto ad edifici, balconi, alberi e altri ostacoli e, nel caso in cui si intendano valutare i livelli in prossimità degli edifici, ad una distanza di almeno 0,5 m dalla facciata dell'edificio più vicino.

Sulla base delle suddette caratteristiche, sono stati individuati per la tratta T1 e T2 i seguenti punti di monitoraggio in Corso d'opera (elaborati: FER_BP_D_T1_AMB_GEN_S_007 e FER_BP_D_T2_AMB_GEN_S_004_B "Monitoraggio acque sotterranee, atmosfera, rumore e vibrazioni - Planimetria con indicazione dei punti di monitoraggio"):

Tratta T1

- **CO_1_2s_atm**, presso il ricettore B.S.1, un edificio scolastico posizionato nei pressi dell'attuale imbocco della galleria;
- **CO_2_2s_atm**, presso il ricettore residenziale B.A.26;
- **CO_3_2s_atm**, presso il ricettore residenziale B.A.53.

Tratta T2

- **CO_4_2s_atm**, presso il ricettore residenziale A.S.1, un edificio scolastico di via Scandellara ad inizio intervento;
- **CO_5_2s_atm**, presso il ricettore abitativo (uffici) B.A.18 in corrispondenza del nuovo cavalcavia di via Larga.

3.2.3 Tecniche di campionamento e di analisi

Al fine di ottimizzare il rilevamento presso le aree effettivamente interessate dalle lavorazioni, secondo l'effettiva programmazione temporale dei lavori, il monitoraggio si avvarrà dell'utilizzo di mezzi mobili attrezzati per la misura degli inquinanti atmosferici.

Per il monitoraggio delle polveri si è previsto l'utilizzo di campionatori di tipo gravimetrico. I prelievi saranno effettuati con campionatori automatici sequenziali, in grado di gestire in modo automatico il prelievo.

3.2.3.1 Polveri PM10

Il prelievo del materiale particolato inalabile in sospensione nell'aria, Pm10, può essere effettuato utilizzando le stazioni automatiche costituiti da 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 postcampionamento), 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.

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.

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 (ante operam, corso d'opera, post operam).
- 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
- 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 della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dell'ARPA Dipartimento di Torino.
- 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.

I 14 giorni di misura devono essere intesi come giorni di misura validi ovvero in caso di malfunzionamento le misure saranno prolungate sino al raggiungimento dei giorni validi.

3.2.3.2 *Polveri totali sospese (PTS)*

Il metodo gravimetrico per il monitoraggio del materiale particellare in sospensione nell'aria prevede che il materiale particellare in sospensione venga raccolto su filtri a membrana micropori; la determinazione viene fatta per gravimetria e riferita al volume di aria filtrato, riportato alle condizioni di pressione e di temperatura prescritte. I filtri a membrana micropori hanno diametro di 50 mm circa, e pori di diametro medio 0,4- 0,5 μ . I filtri non devono subire alterazione alcuna durante le operazioni di taratura e di prelevamento dei campioni. Il filtro deve essere sostenuto, durante tutto il periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata, da un apposito supporto. Tale supporto deve essere costruito con materiale metallico resistente alla corrosione e deve avere le superfici interne levigate e corrispondenti per dimensioni alle prescrizioni di legge. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafileamento di aria. A tale scopo le due parti devono risultare premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e danneggiare il filtro. Il filtro deve essere sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie effettiva di filtrazione deve essere di 36 mm.

E' necessario l'utilizzo di una pompa aspirante, che permetta la portata prevista per il prelevamento del campione di materiale particellare sospeso, nelle condizioni di esercizio. Per la determinazione del materiale particellare in sospensione nell'aria, si procede contrassegnando sul margine ogni filtro avendo cura di non oltrepassare 5 mm dal bordo esterno. I filtri contrassegnati vanno collocati su vetrini da orologio a bassa curvatura e mantenuti in stufa alla temperatura di 90-100°C per un periodo di 2 ore. I filtri vengono quindi posti in essiccatore contenente gel di silice per un periodo di almeno 12 ore. I filtri così condizionati vengono pesati con apposita bilancia e conservati negli appositi contenitori. Le parti componenti la linea di prelevamento vanno disposte nel seguente ordine:

- supporto di filtrazione;
- pompa aspirante con regolatore di portata;
- contatore volumetrico.

Si colloca il filtro tarato sull'apposito supporto di filtrazione e si inizia il prelievo utilizzando una portata di 20 l/min. Il supporto di filtrazione deve essere orientato in modo che la superficie di filtrazione del filtro sia rivolta verso il basso. Qualora nel corso del prelevamento la portata dovesse scendere di sotto di 15 l/min., si deve provvedere a regolare di nuovo la portata al valore iniziale o, qualora ciò non sia possibile, a effettuare il prelievo in due o al massimo tre periodi consecutivi. Completato il prelevamento, il filtro viene collocato nel contenitore e trasportato in laboratorio per il

condizionamento e la pesata. Il prelievo (o, nel caso, i prelievi consecutivi) deve avere una durata di 24 ore. La concentrazione del materiale particolato in sospensione, Ps, espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a 25 °C e a 1013 millibar, viene calcolata con la seguente formula: $Ps = DP/V$ dove: DP è la differenza in μg , tra i pesi finale e iniziale del filtro (o dei filtri nel caso di più prelievi consecutivi nelle 24 ore) e V è il volume di aria aspirato in 24 ore, espresso in m^3 , dedotto dalla lettura del contatore volumetrico e riportato alle condizioni prescritte di pressione e di temperatura (25 °C e 1013 millibar).

3.2.3.3 Metodiche analitiche

In tabella seguente si riportano i metodi utilizzati per l'analisi degli inquinanti atmosferici e i riferimenti normativi per ciascun parametro.

Parametro	Metodo di misura	Standard di riferimento	Riferimento normativo
Polveri fini (PM ₁₀)	Analisi gravimetrica	UNI EN 12341:2014	D.Lgs 155/2010
BaP su PM ₁₀	cromatografia HPLC	UNI EN 15549:2008	D.Lgs 155/2010
PTS	Analisi gravimetrica		-

Tabella 3.1: metodi di misura per gli inquinanti considerati

3.2.3.4 Dati meteorologici

Le stazioni di monitoraggio saranno equipaggiate con una stazione meteorologica in grado di acquisire in continuo i valori di:

- direzione del vento;
- velocità del vento;
- temperatura esterna;
- umidità relativa dell'aria
- pressione atmosferica
- quantità di precipitazioni
- radiazione solare totale.

Le specifiche per la misura dei parametri sopra descritti sono descritte a seguire:

Direzione vento

- Principio di misura: banderuola
- Campo di misura: 0 - 359 °C
- Risoluzione : $\pm 1^\circ$
- Risoluzione grafica : 10°

Velocità vento

- Principio di misura: mulinello di Robinson
- Campo di misura: 0 - 56 m/sec
- Sensibilità: 0,2 m/s
- Peso: 600 g

Temperatura esterna

- Principio di misura: Termoresistenza Pt 100
- Campo di misura: -50, +70 °C
- Risoluzione: ± 0.1 °C

Umidità relativa

- Principio di misura: resistivo
- Campo di misura: 2, 98 % Ur
- Risoluzione: 1% Ur

Pressione barometrica

- Campo di misura: 795, 1050 mBar
- Risoluzione: 1mBar

Pluviometro

- Campo di misura: 0, 9999 mm/h
- Risoluzione cumulativa giornaliera: 1mm/h

Piranometro

- Sensibilità: 90 A per 1000 W m^{-2}
- Linearità: 1% fino a 3000 W m^{-2}
- Deviazioni: < 2% / anno
- Tempo di risposta: 10 μsec
- Temperatura di esercizio: -40, +65°C

L'insieme dei parametri meteorologici riportati consente la descrizione delle possibili condizioni di dinamica atmosferica ed il conseguente potenziale di dispersione. In particolare, permettono la diretta valutazione della ventosità e della collocazione sopravento o sottovento dei ricettori rispetto alle sorgenti nel corso delle campagne effettuate.

3.2.4 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

Come detto si prevede di eseguire campagne di misura nella sola fase di corso d'opera, con campagne di misura della durata di 14 giorni per postazione, caratterizzate da assenza di precipitazioni, coincidente con le fasi maggiormente significative in termini di emissioni o comunque con frequenza trimestrale per tutta la durata dei due cantieri considerati.

Nella tabella seguente è riportato lo schema dei parametri oggetto di monitoraggio.

Tipo parametro	Parametro	AO	CO	PO
Polveri	PM ₁₀		X	
Polveri	PTS		X	
IPA	Benzo(a)pirene (BaP) su PM ₁₀		X	
Meteo	Parametri meteorologici		X	

Sulla base dell'analisi del cronoprogramma le campagne di misura si dovranno eseguire principalmente in contemporanea alle attività di scavo lungo la linea e, all'interno dei campi base, alla movimentazione e stoccaggio materiale e terre da scavo.

Poiché i monitoraggi previsti non sono di tipo continuativo, al fine di ricavare l'andamento annuale delle concentrazioni in atmosfera, i dati acquisiti durante le campagne di misura, saranno posti in relazione alla centralina fissa di "GIARDINI MARGHERITA" della rete di monitoraggio ARPAE.

3.2.5 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Il D.Lgs n. 155/2010 costituisce il punto di riferimento per quanto riguarda i valori limite di legge da non superare per gli inquinanti in atmosfera considerati (PM₁₀ e BaP).

Tali valori, che si riportano nella tabella seguente, serviranno per la verifica del superamento dei limiti normativi per il controllo degli impatti nel corso delle fasi del monitoraggio in corso d'opera.

INQUINANTE	PARAMETRO STATISTICO	VALORE LIMITE	n° MAX SUPERAMENTI PER ANNO	VALORE OBIETTIVO*
PM ₁₀	Media 24h	50 µg/m ³	non più di 35 volte per anno civile	
	Media anno civile	40 µg/m ³		
Benzo(a)pirene (BaP)	Media anno civile			1 ng/m ³ *

Tabella 3.2: Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione in accordo agli Allegati XI e XIII del D.Lgs 155/2010.

*valore riferito al tenore totale nella frazione di PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media nell'anno civile.

Relativamente alle concentrazioni delle Polveri Totali Sospese (PTS), si sottolinea che tale inquinante non presenta alcun valore limite vigente. Sono quindi stati considerati come riferimento i valori indicati dall'abrogato DPCM 28.3.1983. Lo standard di qualità dell'aria definito per le PTS era composto da un limite sulla media annua dei valori giornalieri, pari a 150 µg/m³, e da un limite sul 95° percentile, pari a 300 µg/m³: ovvero non più di 18 giorni all'anno dovevano avere concentrazioni medie superiori a 300 µg/m³.

INQUINANTE	PARAMETRO STATISTICO	VALORE LIMITE	n° MAX SUPERAMENTI PER ANNO
PTS	Media anno civile delle medie 24h	150 µg/m ³	
	95° percentile	300 µg/m ³	18

Tabella 3.3: Valori di riferimento per PTS previsti dal DPCM 28.3.1983, non più vigente, considerati nel presente studio.

Le attività di monitoraggio dovranno essere precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione e dalle seguenti attività propedeutiche:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo.

Per quanto riguarda la restituzione dei dati, in corrispondenza dei punti di misura in cui vengono svolte le attività di monitoraggio per i diversi inquinanti posti sotto osservazione, 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 e indicatori relativi alle modalità di campionamento;
- parametri statistici previsti nell'intervallo temporale previsto dalle norme e nel periodo di campionamento;
- valutazione dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

I dati raccolti, e quindi il corretto funzionamento degli strumenti di misura, dovranno raggiungere gli obiettivi di qualità dei dati previsti dall'allegato I del D.Lgs 155/10.

La strumentazione dovrà essere soggetta a manutenzione ordinaria secondo i tempi e i metodi indicati nei manuali del costruttore di ciascun analizzatore e relazionati alle condizioni operative e ambientali di funzionamento. Si tratta di visite di controllo sul buon funzionamento di analizzatori e apparati accessori, nonché di messa a punto in campo degli analizzatori (verifiche di tarature).

I segnali provenienti dagli analizzatori saranno inviati ad un apposito elaboratore locale, costituito da un PC collegato ai vari analizzatori mediante una interfaccia di acquisizione dati. Il PC dovrà

provvedere alla trasformazione dei segnali nelle rispettive unità ingegneristiche, controllare la validità dei dati e memorizzarli in un archivio locale, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Il sistema dovrà essere dotato di modulo di trasmissione dati via rete digitale di telefonia mobile. In tal modo sarà possibile scaricare e controllare i dati da una postazione remota, oltre a poter effettuare il controllo in tele-assistenza del buon funzionamento degli strumenti.

Tutte le operazioni relative alla strumentazione automatica a campo dovranno essere documentate su apposite schede di manutenzione:

- registro delle visite alla strumentazione (indice sintetico delle visite effettuate, con indicazione di operatore, durata intervento, scopo);
- report di manutenzione ordinaria settimanale (una scheda per ciascuna visita al laboratorio, che dettaglia le singole operazioni svolte durante la visita e gli esiti);
- report di intervento (una scheda per ogni intervento di natura diversa da operazioni di installazione e disinstallazione);
- report di taratura/messa a punto degli analizzatori (una scheda per ogni operazione di calibrazione di zero e span).

Una volta rilevati i dati grezzi, non validati, dovranno essere trasmessi alla Direzione Lavori, all'ARPAE, al Comune di Bologna entro 7 giorni lavorativi dalla fine della misura.

Entro 10 giorni dovrà essere trasmessa la scheda di analisi in forma definitiva.

3.3 AZIONI DA INTRAPRENDERE IN CASO DI INSORGENZA DI CONDIZIONI ANOMALE O CRITICHE

3.3.1 Monitoraggio in corso d'opera

In caso di registrazioni presso le centraline che evidenzino picchi che si discostano dall'andamento generale registrato presso la centralina fissa di "Giardini Margherita", della rete di monitoraggio dell'ARPAE, o significativi superamenti dei limiti di concentrazione previsti da normativa, si provvederà ad identificare la causa dell'alterazione della qualità dell'aria e, valutata la natura, ad intervenire tempestivamente con azioni volte a limitare le emissioni attraverso interventi quali:

- l'intensificazione della bagnatura delle aree di cantiere,
- l'identificazione di percorsi di cantiere alternativi,
- l'utilizzo estensivo di teli antipolvere.

3.4 TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta un prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente atmosfera:

Tabella 3.4 – Prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente atmosfera in corso d'opera

Ricettore	Monitoraggio CO	Durata	Frequenza
Tratta T1			
B.S.1	CO_1_g_atm	14 gg	x fase significativa o comunque almeno trimestrale
B.A.26	CO_2_g_atm	14gg	x fase significativa o comunque almeno trimestrale
B.A.53	CO_3_g_atm	14gg	x fase significativa o comunque almeno trimestrale
Tratta T2			
A.S.1	CO_4_g_atm	14gg	x fase significativa o comunque almeno trimestrale
B.A.18	CO_4_g_atm	14gg	x fase significativa o comunque almeno trimestrale

3.5 RIFERIMENTI NORMATIVI

3.5.1 Normativa Europea

- DIRETTIVA 2008/50/CE del 21.05.2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria pulita in Europa.

3.5.2 Normativa nazionale

La Normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria si articola sui seguenti riferimenti legislativi:

- D.Lgs. n.155 del 13/08/2010: "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria pulita in Europa".
- D.Lgs. n. 128 del 26/08/2010: "Nuovo decreto correttivo del D. Leg.vo 152/2006, recante importanti aggiornamenti in materia ambientale".

- D.M. 25/08/2000: "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del D.P.R. n. 203 del 24/05/1988".
- D.M. 14/05/1996: "Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della Legge n.257 del 27 marzo 1992".
- D.M.A. 12/11/1992: "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria".
- D.P.C.M. 28 marzo 1983. Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno (abrogato).

3.5.3 Normativa Regionale

- Delibera della Giunta Regionale del 26/03/2012, n°362, Attuazione della D.A.L. n. 51/2011 - Approvazione dei criteri per l'elaborazione del computo emissivo per gli impianti di produzione di energia da biomasse.
- Delibera della Giunta regionale del 27/12/2011, n. 2001, Recepimento del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" - Approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento ed indirizzi per la gestione della qualità dell'aria.
- Delibera della Giunta Regionale del 21/11/2011, n°1681, Integrazioni e modifiche alla DGR 2236/2009- Approvazione degli allegati relativi all'Autorizzazione di carattere generale per allevamenti di bestiame di cui alla parte II, dell'Allegato IV alla PARTE V del DLgs.152/06 e s.m.i
- Delibera della Giunta Regionale del 24/10/2011, n°1498, Rinnovo delle autorizzazione alle emissioni in atmosfera per le attività in deroga ai sensi dell'art. 272 del D.Lgs.152/2006 "Norme in materia ambientale". Approvazione di una direttiva alle Province per l'esercizio omogeneo e coordinato delle attività autorizzatorie.
- Delibera della Giunta Regionale del 24/10/2011, n°1497, Autorizzazione alle emissioni in atmosfera- Approvazione della modulistica per la presentazione delle domande di autorizzazione ai sensi dell'art. 269 del D.Lgs.152/2006 " Norme in materia ambientale " e s.m.i
- Delibera della Giunta Regionale del 24/10/2011, n°1496, Integrazioni e modifiche alla DGR. 2236/09 - Approvazione degli allegati relativi all'autorizzazione di carattere generale per gli impianti di produzione di energia con motori a cogenerazione elettrica aventi potenza termica nominale compresa fra 3 e 10 MWT alimentati a biogas, ai sensi degli artt. 271, comma 3 e 272 comma 2 del D.Lgs.152/2006 "Norme in materia ambientale".
- Delibera Assemblea Legislativa (D.A.L) del 26/07/2011 n. 51, Individuazione delle aree e dei siti per l'installazione di impianti di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili eolica, da biogas, da biomasse e idroelettrica.
- Allegato DGR 2001/2011- Revisione del sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria, Programma di valutazione della qualità dell'aria - Regione Emilia-Romagna — Maggio 2011 (in applicazione del D.Lgs 155/2010).
- Delibera della Giunta Regionale del 14/03/2011, n°344, Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente per un'aria più pulita in Europa, attuata con il DLgs.13/8/2010, n°155.

Richiesta di proroga del termine per il conseguimento e deroga all'obbligo di applicare determinati valori limite per il Biossido di azoto e per il PM10.

- Delibera della Giunta Regionale del 14/03/2011, n°335, Integrazioni e modifiche alla DGR.2236/2009 e s.m.i. ed approvazione degli allegati relativi all'Autorizzazione di carattere generale per motori fissi a combustione interna alimentati a Biomasse liquide e Biodisel con potenzialità termica nominale complessiva fino a 10 MWT, ai sensi degli artt. 271, comma 3 e 272, comma 2 del DLgs.152/2006.
- Delibera di Giunta Regionale del 22/11/2010 n°1769, Integrazioni e modifiche alla DGR. 2236/2009 e approvazione degli allegati relativi all'autorizzazione di carattere generale per impianti termici civili con potenzialità termica nominale complessiva inferiore a 10 MWT, ai sensi dell'art. 272 comma 2 ed art. 281 comma 4 del D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale".
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 13/10/2010 n°223, Approvazione Accordo di Programma sulla qualità dell'aria 2010-2012 tra Regione Emilia-Romagna, Province, Comuni capoluogo e Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti- sottoscritto in data 05 ottobre 2010 Determinazione del Direttore Generale Ambiente del 16/09/2010 n°10082, Costituzione del tavolo tecnico regionale sulla qualità dell'aria di cui alla deliberazione di Giunta Regionale n. 1614 del 26 ottobre 2009.
- Delibera di Giunta Regionale del 08/02/2010 n°428, Approvazione del progetto denominato 'SUPERSITO' per la realizzazione di un sistema di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e dei relativi effetti sulla salute della popolazione.
- Delibera della Giunta Regionale del 28/12/2009 n°2342, Accordo di Programma sulla qualità dell'aria 2005/2006. Concessione finanziamento a favore del comune di Bologna per la prima fase sperimentale di installazione di filtri antiparticolato su veicoli commerciali diesel di max 3,5 tonn.
- Delibera della Giunta Regionale del 28/12/2009 n°2278, LR. 44/1995. Interventi di qualificazione e completamento delle reti di monitoraggio della matrice ambientale 'aria'. Assegnazione finanziamento ad ARPA.
- Delibera della Giunta Regionale del 28/12/2009 n° 2236, Autorizzazioni alle emissioni in atmosfera: interventi di semplificazione ed omogeneizzazione delle procedure e determinazione delle prescrizioni delle autorizzazioni di carattere generale per le attività in deroga ai sensi dell'art. 272, commi 1,2 e 3 del DLgs.152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale".
- Delibera della Giunta Regionale del 26/10/2009 n°1614, Schema di convenzione tra Regione Emilia-Romagna, Amministrazioni provinciali dell'Emilia-Romagna e ARPA per la gestione della rete regionale della qualità dell'aria (RRQA) per il quadriennio 2009-2012.
- Delibera della Giunta Regionale del 21/12/2009 n°2166, LR. 44/1995. Assegnazione ad ARPA del finanziamento per le attività a supporto dei compiti della Regione in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria. Approvazione convenzione - Indagine sul consumo di biomassa legnosa in Emilia-Romagna- Utilizzo di tecnologie da satellite per la valutazione della qualità dell'aria- Valutazione dell'assorbimento di anidride carbonica dal comparto forestale.
- Delibera della Giunta Regionale del 21/12/2009 n°2125, Accordi per la qualità dell'aria. Proroga dei termini di cui alla DGR 2259/2008 inerenti la gestione da parte dei comuni delle risorse regionali per il primo periodo dell'iniziativa per la trasformazione dei veicoli da benzina a metano o GPL

- Determinazione del Direttore Generale Ambiente del 31/08/2009 n° 8314, Progetto di sviluppo di uno strumento di valutazione integrata per la qualità dell'aria - "NINFA-Extended" a supporto degli impegni assunti dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito dell'accordo di Programma tra Ministero-RER-Comune di Bologna, sottoscritto il 7 maggio 2008 – Convenzione.
- Determinazione del Direttore Generale Ambiente del 17/09/2004 n° 12707, DPR 24 maggio 1988 n.203 articoli 6,15,7 e 8, DM 16 gennaio 2004 n. 44 - Integrazione ai criteri di autorizzabilità approvati con DDG n. 4606 del 4 giugno 1999 recante 'Indicazioni alle Province per il rilascio delle autorizzazioni in atmosfera. Annullamento della DDG n. 12397/2004.
- Accordo di programma sottoscritto tra il Ministero dell'Ambiente della Tutela del territorio e del Mare, la Regione Emilia Romagna e il Comune di Bologna, per la realizzazione degli interventi di risanamento della qualità dell'aria, in attuazione del DM 16/10/2006.
- Determinazione del Direttore Generale Ambiente del 04/06/1999, n°4606, Indicazioni alle Province per il rilascio delle autorizzazioni in atmosfera.

4 ACQUE SOTTERRANEE

Per il monitoraggio della componente acque sotterranee saranno utilizzati:

- N. 5 piezometri già realizzati in fase di definizione dell'assetto idrogeologico dell'area;
- N. 3 piezometri di nuova costruzione per meglio definire il monte e valle idrogeologico.

I punti di indagine sono stati individuati in corrispondenza:

- del tracciato di progetto;
- delle zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o grossi movimenti terra che possono determinare la variazione nel regime della circolazione delle acque in falda;
- delle aree di maggiore sensibilità e vulnerabilità della risorsa idrica alle azioni di progetto.

Il monitoraggio ambientale si svilupperà principalmente nelle fasi di ante e corso d'opera.

In particolare le due fasi possono essere meglio specificate:

- Ante operam: è l'analisi del cosiddetto "stato di zero" prima dell'apertura dei cantieri, o meglio lo stato dell'ambiente prima della realizzazione dell'opera;
- Corso d'opera: è il controllo degli effetti della costruzione sulla componente ambientale, o meglio la presenza delle attività di cantiere installate per la realizzazione dell'opera stessa.

In considerazione del fatto che le attività di cantiere interesseranno il solo acquifero superficiale la profondità dei piezometri dovrà consentire il monitoraggio dell'acquifero suddetto.

Il piano d'indagini è mirato al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- verificare lo stato qualitativo delle acque sotterranee;
- definire il grado e l'estensione dell'eventuale inquinamento;
- individuare le possibili vie di migrazione degli inquinanti, ove presenti.

I punti monitorati sono stati posizionati in aree che appartengono ad almeno una di queste categorie:

- Aree di scavo in falda (per gallerie e fondazioni profonde);
- Aree di cantiere;

La scelta della collocazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- punti localizzati a monte e a valle idrogeologico, tenendo in considerazione la direzione del flusso della falda rispetto all'asse dell'infrastruttura in progetto;
- vicinanza al tracciato ed alle aree di cantiere.

Saranno pertanto previsti:

- punti di monitoraggio per ciascun cantiere (a monte e a valle rispetto alla direzione del flusso principale delle acque sotterranee);
- punti di monitoraggio di tracciato sia a monte che a valle dei tracciati.

Sono stati inoltre inseriti due piezometri di valle posti a maggiore distanza dall'asse ferroviario, uno per ciascuna delle due distinte aree di lavoro (zona Rimesse e zona via Larga), più rappresentativi dei lavori di escavazione ed interrimento della linea. Inoltre su questi nuovi punti di controllo, considerando la lentezza di movimento delle falde, il monitoraggio verrà esteso anche nel post operam.

4.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Si è ritenuto opportuno provvedere alla messa in opera di n. 8 piezometri, collocati a monte e a valle dell'area ferroviaria nelle due tratte di intervento T1 e T2 (via Bentivogli - via Rimesse e Via Cellini-via Larga) per l'analisi del cosiddetto "stato di zero" prima dell'apertura dei cantieri.

4.1.1 Parametri analitici

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei la normativa di riferimento è il Decreto Legge 152/2006.

Il parametri ritenuti significativi per la definizione delle caratteristiche qualitative delle acque, tramite misure di campagna o di laboratorio, sono:

- Misura della soggiacenza del livello di falda;
- Parametri in situ;
- Parametri chimico-fisici di laboratorio;
- Parametri microbiologici.

Su tutti i piezometri sono previste, tramite misure di campagna o di laboratorio, per la definizione delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, le analisi dei parametri riportati nella seguente tabella:

PARAMETRI		TIPOLOGIA
N°	Parametro	
1	Livello statico/livello piezometrico	Parametri in situ
2	Temperatura aria	
3	Temperatura acqua	
4	Ossigeno disciolto	
5	Conducibilità	
6	pH	
7	Potenziale di ossido riduzione redox	
8	Durezza totale	Parametri chimico-fisici di laboratorio
9	Residuo fisso	
10	TOC	
11	Torbidità	
12	Alcalinità	
13	Calcio	
14	Cloruri	
15	Magnesio	
16	Potassio	
17	Sodio	
18	Solfati	
19	Azoto ammoniacale	
20	Ferro	
21	Manganese	
22	Azoto nitroso	
23	Arsenico	
24	Cadmio	
25	Cromo VI	
26	Cromo Totale	
27	Fosforo Totale	
28	Azoto nitrico	
29	Piombo	
30	Rame	
31	Zinco	

32	Composti alifatici alogenati	
33	Solventi clorurati	
34	PCB	
35	Tensioattivi anionici e non ionici	
36	BTEX	
37	Idrocarburi disciolti	
38	Idrocarburi C>12 C<12	
39	Idrocarburi Policiclici Aromatici Totali	
40	Coliformi fecali	Parametri microbiologici
41	Streptococchi fecali	
42	Coliformi totali	

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei la normativa di riferimento è il Decreto Legge 152/2006. Si riportano di seguito le metodologie di analisi che dovranno essere utilizzate per le determinazioni di ciascun parametro di laboratorio e dei composti organici mirati.

Parametro	Metodo	
Durezza	APAT CNR IRSA 2040 B Man 29 2003	
Solidi totali disciolti (180°C) (Residuo fisso a 180°C)	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Ed.2017, 2540 C	
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999	
Torbidità'	APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003	
Alcalinità	APAT CNR IRSA 2010B Man 29 2003	
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	
Calcio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	
Magnesio		
Potassio		
Sodio		
Alluminio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	
Antimonio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	
Argento		
Arsenico		
Berillio		
Cadmio		
Cobalto		
Cromo totale		
Cromo (VI)		APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003
Ferro		EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014
Mercurio		
Nichel		
Piombo		
Rame		
Selenio		
Manganese		
Tallio		
Zinco		
Boro		
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003	
Azoto nitroso	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003	
Fosforo Totale	APAT CNR IRSA 4110 A2 Man 29 2003	

Cianuri liberi	M.U. 2251:2008 (esclusi par. 8.2.2 e 8.2.3)
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Nitriti	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Composti organici aromatici (elenco D.lgs. 152/2006)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017
Policiclici aromatici (elenco D.lgs. 152/2006)	EPA 3520C 1996 + EPA 8270E 2017
Alifatici clorurati cancerogeni (elenco D.lgs. 152/2006)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017
Alifatici clorurati non cancerogeni (elenco D.lgs. 152/2006)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017
Alifatici alogenati cancerogeni (elenco D.lgs. 152/2006)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2017
PCB	EPA 8082A 2007
Idrocarburi totali	calcolo
Idrocarburi C>12 C<12	EPA 8015C 2017
Tensioattivi anionici	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003
Tensioattivi non ionici	APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003

Parametro	Metodo
coliformi fecali	APAT CNR IRSA 7020 B Man 29 2003
coliformi totali	APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003
streptococchi fecali	APAT CNR IRSA 7040 C Man 29 2003

4.1.2 Ubicazione dei punti di misura

I punti di monitoraggio sono posizionati in aree di scavo in falda (per gallerie, trincea e fondazioni profonde), all'interno dell'area di cantiere.

La scelta della collocazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata tenendo conto delle caratteristiche idrogeologiche generali; i punti rispettano il criterio del monte e del valle rispetto alla direzione di deflusso della falda.

Tale criterio consente infatti di valutare, non soltanto il valore assoluto degli indicatori in ciascun sito, quanto invece la variazione dello stesso parametro tra i due punti di misura e di riconoscere eventuali impatti determinati dalla presenza di lavorazioni/cantieri e dell'opera stessa.

Complessivamente si sono individuati 8 punti di monitoraggio lungo il tracciato e riportati nelle tabelle seguenti:

Tabella 4.1 – Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura della tratta T1

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Note
AO_1_1a_aso	Bologna	Giardino Masserenti-Bentivogli	Falda freatica	AO	A monte del tracciato
AO_2_1a_aso	Bologna	Via Giuseppe Bentivogli	Falda freatica	AO	A valle del tracciato

AO_3_1a_aso	Bologna	Giardino Cavallina	Fossa	Falda freatica	AO	A monte del tracciato
AO_4_1a_aso	Bologna	Giardino Biavati	Oreste	Falda freatica	AO	A valle del tracciato
AO_5_1a_aso	Bologna	Giardino Biavati	Oreste	Falda freatica	AO	A valle del tracciato

Tabella 4.2– Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura della tratta T2

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Note
AO_6_1a_aso	Bologna	Via Rotonda Larga/della leona	Falda freatica	AO	A monte del tracciato
AO_7_1a_aso	Bologna	Via Scandellara	Falda freatica	AO	A valle del tracciato
AO_8_1a_aso	Bologna	Parco Vincenzo Tanara	Falda freatica	AO	A valle del tracciato

4.1.3 Tecniche di campionamento

Per il monitoraggio della componente acque sotterranee saranno utilizzati dei piezometri realizzati in fase di definizione dell'assetto idrogeologico dell'area e di nuova realizzazione.

Il campionamento dovrà rispettare le seguenti procedure:

- campionamento in modalità statica delle acque sotterranee mediante campionatore bailer monouso. Il campione prelevato in modalità statica sarà dedicato all'analisi del parametro idrocarburi totali e dovrà essere collocato in bottiglie di vetro scure dotate di tappo a tenuta.
- campionamento in modalità dinamica delle acque sotterranee mediante pompa elettrosommersa dotata di regolazione del flusso previo adeguato spurgo del piezometro. Dovranno essere spurgati complessivi 3 volumi di acqua dal piezometro preventivamente al campionamento. I volumi di acqua da spurgare dovranno essere calcolati sulla base del diametro del piezometro, dello spessore della colonna d'acqua e del volume del dreno.

A seguito dello spurgo si procederà al prelievo delle acque sotterranee che dovrà avvenire in:

- bottiglie di vetro scure (campione destinato all'analisi del parametro idrocarburi totali),
- vials dotate di tappo a tenuta di gas con setto forabile in PTFE (analisi dei composti volatili)
- contenitori in PET (analisi dei metalli e dei composti inorganici).

L'aliquota destinata all'analisi dei metalli dovrà essere sottoposta a filtrazione in campo con filtro a 0,45 µm.

Le aliquote saranno inviate per la caratterizzazione analitica al laboratorio dove dovranno pervenire entro 24 ore dalla data di campionamento. Il trasporto dovrà avvenire in frigobox portatili a temperatura controllata ($T < 6^{\circ}\text{C}$). I campioni dovranno essere corredati di opportuna Catena di Custodia da compilarsi a cura dell'Appaltatore all'atto del campionamento.

4.1.4 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

Il monitoraggio della soggiacenza della falda e parametri in situ, dovrà avere durata di un anno con cadenza mensile.

Si dovrà procedere alla stesura di un report riportante gli esiti dei monitoraggi elaborati sulla base della frequenza mensile delle misure volta alla ricostruzione locale dell'andamento della falda e alle relative escursioni stagionali.

Ogni 6 mesi controllo dei parametri in situ, parametri chimici e parametri microbiologici (tabella completa del 152/06); una misura nel periodo di piena e una misura nel periodo di magra.

4.1.5 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Gli esiti analitici dovranno essere confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste dal D.Lgs. 152/06, All. 5, Tab. 2, Parte IV, Titolo V.

La restituzione dei dati di monitoraggio avverrà nel più breve tempo possibile onde poter attivare tutte le necessarie misure correttive che si dovessero rendere necessarie.

I dati saranno rilevati attraverso la compilazione di schede di rilievo appositamente redatte allo scopo e riportate in un apposito elaborato denominato "SCHEDE DI RILIEVO"; le schede di rilievo saranno in formato check-list per semplificare il compito del tecnico di rilievo.

La caratterizzazione analitica dei campioni dovrà essere effettuata presso laboratorio accreditato ACCREDIA per tutti i parametri oggetto di analisi.

4.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Di seguito vengono esplicitate le principali azioni di progetto al fine della determinazione del set specifico di parametri che dovranno essere indagati, oltre a quelli già previsti nel monitoraggio di ante operam. Esse sono rappresentate da:

- Realizzazione di diaframmi;
- Getto di calcestruzzi in opera;

Per quanto riguarda la realizzazione di diaframmi, la lavorazione prevede le seguenti fasi operative:

- Realizzazione dello scavo con escavatori;
- Lo scavo viene sostenuto con fanghi bentonitici;
- Il calcestruzzo gettato all'interno dello scavo fa risalire la bentonite che viene contestualmente aspirata.

Sulla base delle lavorazioni tipiche previste per la realizzazione dell'opera si ritiene ragionevole che siano meritevoli di attenzione specifica quei parametri che hanno lo scopo di costituire indicatori di presenza di effetti potenzialmente dovuti all'uso di bentonite e/o cemento. Tali parametri possono essere individuati in: Al, Fe, Mg, Ca.

Con riferimento, non tanto alle lavorazioni previste, ma ai macchinari utilizzati, vale la pena evidenziare il rischio di sversamenti accidentali di oli o carburanti.

4.2.1 Ubicazione dei punti di misura

I punti di monitoraggio corrispondono a quelli già individuati per la fase Ante operam e riproposti nelle tabelle seguenti per ciascuna tratta di indagine.

Tabella 4.3– Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura della tratta T1

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Note
CO_1_1a_aso	Bologna	Giardino Masserenti-Bentivogli	Falda freatica	CO	A monte del tracciato
CO_2_1a_aso	Bologna	Via Giuseppe Bentivogli	Falda freatica	CO	A valle del tracciato
CO_3_1a_aso	Bologna	Giardino Fossa Cavallina	Falda freatica	CO	A monte del tracciato
CO_4_1a_aso	Bologna	Giardino Oreste Biavati	Falda freatica	CO	A valle del tracciato
CO_5_1a_aso	Bologna	Giardino Oreste Biavati	Falda freatica	CO	A valle del tracciato

Tabella 4.4– Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura della tratta T2

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Note
CO_6_1a_aso	Bologna	Via Rotonda Larga/della leona	Falda freatica	CO	A monte del tracciato
CO_7_1a_aso	Bologna	Via Scandellara	Falda freatica	CO	A valle del tracciato
CO_8_1a_aso	Bologna	Parco Vincenzo Tanara	Falda freatica	CO	A valle del tracciato

4.2.2 Tecniche di campionamento

Per quanto riguarda le tecniche di campionamento si fa riferimento a quanto già esposto nel precedente paragrafo 4.1.3.

4.2.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

La durata del monitoraggio in fase di Corso d'Opera dovrà avere una durata di 500 giorni, coincidente con il cronoprogramma realizzativo dell'opera.

Si dovrà procedere alla stesura di un report riportante gli esiti dei monitoraggi elaborati sulla base della frequenza mensile dei parametri in situ e delle misure volta alla ricostruzione locale dell'andamento della falda e alle relative escursioni stagionali.

Ogni 6 mesi controllo dei parametri in situ, parametri chimici e parametri microbiologici (tabella completa del 152/06); una misura nel periodo di piena e una misura nel periodo di magra.

4.2.4 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Per i parametri normati, gli esiti analitici dovranno essere confrontati con le concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste dal D.Lgs. 152/06, All. 5, Tab. 2, Parte IV, Titolo V.

In relazione agli esiti del monitoraggio di ante operam sarà possibile procedere alla definizione di valori soglia per quei parametri non normati dal D.Lgs 152/06.

In particolare per i parametri in situ potranno essere calcolati i livelli di attenzione e di intervento corrispondenti rispettivamente al 95° e 99° percentile della popolazione statistica riferita ai dati prodotti nel corso del monitoraggio ante operam. Sempre a valle dell'analisi dei risultati di ante operam, per i parametri pH, ossigeno disciolto e potenziale redox potranno essere anche stimate le soglie inferiori coerenti con il 5° ed il 1° percentile (e qualora negativi questi saranno posti a 0).

Al completamento di ciascuna campagna l'Appaltatore dovrà procedere alla stesura di un report riportante gli esiti dei monitoraggi e alla sua trasmissione alla Stazione Appaltante/Direzione Lavori e all'Ente di controllo.

La tempistica di restituzione dei dati dovrà essere:

- Parametri in situ: 24 ore;
- Parametri chimici: 10 gg.

Una volta acquisiti i dati sarà necessario confrontarli con i valori soglia individuati a valle del monitoraggio ante operam al fine di valutare la presenza di eventuali anomalie.

La valutazione dei dati consentirà inoltre di definire l'assetto operativo del monitoraggio (sorveglianza, attenzione ed intervento) e le conseguenti misure di intervento.

4.3 MONITORAGGIO POST OPERAM

Sono stati inoltre inseriti due piezometri di valle posti a maggiore distanza dall'asse ferroviario, uno per ciascuna delle due distinte aree di lavoro (zona Rimesse e zona via Larga), più rappresentativi dei lavori di escavazione ed interrimento della linea.

Su questi nuovi punti di monitoraggio è stato esteso il controllo, oltre che per la fasi precedenti, anche nel post operam, considerato che la lentezza di movimento delle falde potrebbe mascherare eventuali anomalie verificatesi prima della chiusura del cantiere.

In tutti i punti individuati sono comunque previste le letture del livello di falda finalizzate al controllo dell'impatto dell'opera sull'idrogeologia locale.

4.3.1 Ubicazione dei punti di misura

I punti di monitoraggio corrispondono a quelli già individuati per la fase Ante operam, corso d'opera e riproposti nelle tabelle seguenti per ciascuna tratta di indagine.

Tabella 4.5– Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura della tratta T1

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Note
PO_1_1a_aso	Bologna	Giardino Masserenti-Bentivogli	Falda freatica	PO	A monte del tracciato
PO_2_1a_aso	Bologna	Via Giuseppe Bentivogli	Falda freatica	PO	A valle del tracciato
PO_3_1a_aso	Bologna	Giardino Fossa Cavallina	Falda freatica	PO	A monte del tracciato
PO_4_1a_aso	Bologna	Giardino Oreste Biavati	Falda freatica	PO	A valle del tracciato
PO_5_1a_aso	Bologna	Giardino Oreste Biavati	Falda freatica	PO	A valle del tracciato

Tabella 4.6– Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura della tratta T2

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Note
PO_6_1a_aso	Bologna	Via Rotonda Larga/della leona	Falda freatica	PO	A monte del tracciato
PO_7_1a_aso	Bologna	Via Scandellara	Falda freatica	PO	A valle del tracciato
PO_8_1a_aso	Bologna	Parco Vincenzo Tanara	Falda freatica	PO	A valle del tracciato

4.3.2 Tecniche di campionamento

Per quanto riguarda le tecniche di campionamento si fa riferimento a quanto già esposto nel precedente paragrafo 4.1.3.

4.3.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

La durata del monitoraggio in fase di Post operam dovrà avere una durata di 2 anni con frequenza mensile, dalla messa in esercizio dell'opera e comunque immediatamente dopo la chiusura della cantierizzazione.

Si dovrà procedere alla stesura di un report riportante gli esiti dei monitoraggi elaborati sulla base della frequenza mensile dei parametri in situ e delle misure volta alla ricostruzione locale dell'andamento della falda e alle relative escursioni stagionali.

Sui soli piezometri di valle, ogni 6 mesi controllo dei parametri in situ, parametri chimici e parametri microbiologici (tabella completa del 152/06); una misura nel periodo di piena e una misura nel periodo di magra.

4.3.4 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Per i parametri normati, gli esiti analitici dovranno essere confrontati con le concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste dal D.Lgs. 152/06, All. 5, Tab. 2, Parte IV, Titolo V.

Per i parametri in situ, una volta acquisiti i dati sarà necessario confrontarli con i valori soglia individuati a valle dei monitoraggi pregressi al fine di valutare la presenza di eventuali anomalie.

Qualora queste si dovessero verificare sarà anzitutto opportuno procedere alla ripetizione dell'analisi. Qualora l'anomalia dovesse essere confermata occorrerà identificare la sorgente di riferimento secondo la seguente modalità:

- Se la sorgente è esterna al cantiere e non connessa all'esercizio della linea procedere alla comunicazione alla committenza;
- Se la sorgente è interna e riferibile alle ultime attività di cantiere, all'esercizio o gestione della linea, considerare la possibilità che si sia verificata una situazione accidentale e riprocedere al campionamento.

La valutazione dei dati consentirà inoltre di definire l'assetto operativo del monitoraggio (sorveglianza, attenzione ed intervento) e le conseguenti misure di intervento.

4.4 TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta un prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente acque sotterranee:

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Periodo	Frequenza	Parametri	Note
1	AO_1_1a_aso	Giardino Masserenti-Bentivogli	Falda freatica	AO	1 anno	mensile	In situ, livello freatico	A monte del tracciato
	6 mesi					In situ, chimici e microbiologici		
	CO_1_1a_aso					mensile	In situ, livello freatico	
6 mesi		In situ, chimici e microbiologici						
PO_1_1a_aso	PO	2 anni	mensile	In situ, livello freatico				
2	AO_2_1a_aso	Via Giuseppe Bentivogli	Falda freatica	AO	1 anno	mensile	In situ, livello freatico	
	6 mesi					In situ, chimici e microbiologici		
	CO_2_1a_aso					mensile	In situ, livello freatico	
6 mesi		In situ, chimici e microbiologici						
PO_2_1a_aso	PO	2 anni	mensile	In situ, livello freatico				
3	AO_3_1a_aso	Giardino Fossa Cavallina	Falda freatica	AO	1 anno	mensile	In situ, livello freatico	A monte del tracciato
	6 mesi					In situ, chimici e microbiologici		
	CO_3_1a_aso					mensile	In situ, livello freatico	
6 mesi		In situ, chimici e microbiologici						
PO_3_1a_aso	PO	2 anni	mensile	In situ, livello freatico				
4	AO_4_1a_aso	Giardino Oreste Biavati	Falda freatica	AO	1 anno	mensile	In situ, livello freatico	
	6 mesi					In situ, chimici e microbiologici		
	CO_4_1a_aso					mensile	In situ, livello freatico	
6 mesi		In situ, chimici e microbiologici						
PO_4_1a_aso	PO	2 anni	mensile	In situ, livello freatico				
5	AO_5_1a_aso	Giardino Oreste Biavati	Falda freatica	AO	1 anno	mensile	In situ, livello freatico	A valle del tracciato
	6 mesi					In situ, chimici e microbiologici		
	CO_5_1a_aso					mensile	In situ, livello freatico	
6 mesi		In situ, chimici e microbiologici						
PO_5_1a_aso	PO	2 anni	mensile	In situ, livello				

							freatico	
						6 mesi	In situ, chimici e microbiologici	

Codifica	Comune	Località	Falda	Fasi	Periodo	Frequenza	Parametri	Note
6	AO_6_1a_aso	Via Larga/ Rotonda della leona	Falda freatica	AO	1 anno	mensile	In situ, livello freatico	A monte del tracciato
						6 mesi	In situ, chimici e microbiologici	
	CO_6_1a_aso			CO	500 gg	mensile	In situ, livello freatico	
						6 mesi	In situ, chimici e microbiologici	
	PO_6_1a_aso			PO	2 anni	mensile	In situ, livello freatico	
	7			AO_7_1a_aso	Via Scandellara	Falda freatica	AO	
6 mesi		In situ, chimici e microbiologici						
CO_7_1a_aso		CO	500 gg	mensile			In situ, livello freatico	
				6 mesi			In situ, chimici e microbiologici	
PO_7_1a_aso		PO	2 anni	mensile			In situ, livello freatico	
8		AO_8_1a_aso	Parco Vincenzo Tanara	Falda freatica			AO	1 anno
	6 mesi				In situ, chimici e microbiologici			
	CO_8_1a_aso	CO			500 gg	mensile	In situ, livello freatico	
						6 mesi	In situ, chimici e microbiologici	
	PO_8_1a_aso	PO			2 anni	mensile	In situ, livello freatico	
						6 mesi	In situ, chimici e microbiologici	

4.5 AZIONI DA INTRAPRENDERE IN CASO DI INSORGENZA DI CONDIZIONI ANOMALE O CRITICHE

4.5.1 Monitoraggio in corso d'opera

Essendo le falde nella zona di lavoro prevalentemente in condizioni freatiche, si anticipano una serie di accorgimenti da adottare a loro tutela per la fase esecutiva dei lavori; in particolare si ritiene opportuno che:

- sostanze inquinanti (carburanti lubrificanti, ecc..) necessarie alle operazioni di cantiere, dovranno essere stoccate fuori terra e in apposito bacino di contenimento, o alternativamente in piazzole impermeabilizzate e dotate di adeguato sistema di raccolta delle acque meteoriche;
- il rifornimento dei mezzi, dovrà essere sempre realizzato su piazzola impermeabile e dotata di adeguato sistema di raccolta delle acque meteoriche;
- all'interno del cantiere dovrà inoltre essere presente materiale assorbente da utilizzarsi in caso di situazioni di emergenza legate ad accidentali sversamenti sul suolo di sostanze liquide inquinanti, di cui dovrà essere peraltro prontamente data comunicazione alle Autorità competenti.

Nel caso di insorgenza di anomalie connessa al cantiere si dovranno applicare subito delle azioni reattive quali:

- fermo mezzi o attività responsabili;
- individuazione di alternative operative;
- informazione alla DL e Committenza per istituzione unità di crisi al fine di valutare le condizioni di rischio e un eventuale fermo cantiere.

4.5.2 Monitoraggio post operam

Per la fase Post operam, essendo il monitoraggio finalizzato ad intercettare eventuali anomalie legate al periodo finale del cantiere e al controllo dell'impatto dell'opera sull'idrogeologia locale, valgono le stesse indicazioni riportate nel paragrafo precedente.

4.6 RIFERIMENTI NORMATIVI

4.6.1 Normativa Europea

- Direttiva 2009/90/CE del 31.07.2009: Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio delle acque.
- Direttiva 2006/118/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 12//2006: protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (GUUE L372 del 27.12.2006).
- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20/11/2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331).

- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- Direttiva 1991/271/CE del 21/05/1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico.

4.6.2 Normativa nazionale

- D.Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - "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".
- D.Lgs. n. 30 del 16/03/2009, "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"
- D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008 - "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006, recante norme in materia ambientale".
- D.Lgs. n. 284 del 08/11/2006 – "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 - "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.
- D.Lgs. n. 31 del 02/02/2001 - "Attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" come modificato dal D. Lgs. n. 27 del 02/02/2002.
- D.P.R. n. 238 del 18/02/1999 – "Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni del D.P.C.M. 04/03/1996: Disposizioni in materia di risorse idriche".
- Legge 5 gennaio 1994 n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche" (Legge Galli) solo per art. 22, comma 6;
- D.Lgs. n. 275 del 12/07/1993 – "Riordino in materia di concessione di acque pubbliche".
- D.P.R. 236/88 "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987 n. 183".

4.6.3 Normativa regionale

- DGR 1494/2011 Regolamento Regionale 28/10/2010 n.1 Regolamento regionale ai sensi dell'articolo 8 della Legge Regionale 6 marzo 2007, n. 4. Disposizioni in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue derivanti da aziende agricole e piccole aziende agro-alimentari.
- DGR 1083/2010 Linee guida per la redazione dei piani di indirizzo in riferimento all'applicazione del punto 3.6 della DGR 286/2005.
- DGR 350/2010 Approvazione delle attività della regione Emilia-Romagna riguardanti l'implementazione della Direttiva 2000/60/CE ai fini della redazione ed adozione dei Piani di Gestione dei Distretti Idrografici Padano, Appennino Settentrionale e Appennino Centrale.

- Regolamento Regionale 20 Novembre 2001, N. 41 Regolamento per la disciplina del procedimento di concessione di acqua pubblica.
- Legge Regionale 06 marzo 2007, n. 4 Adeguamenti normativi in materia ambientale. Modifiche alle Leggi Regionali.
- DGR 1860/2006 Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione GR n. 286 del 14/02/2005.
- DGR 2241/2005 Indirizzi alle Province ad alle Agenzie d'Ambito per i servizi pubblici sui programmi di adeguamento degli scarichi di acque reflue urbane degli agglomerati ai sensi delle disposizioni comunitarie.
- DGR 1801/2005 Integrazione delle disposizioni in materia di gestione dei fanghi in agricoltura.
- DGR 286/2005 Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152)
- DGR 285/2005 Disposizioni Regionali in materia di gestione ed autorizzazione all'uso dei fanghi di depurazione in agricoltura.
- DGR 1054/2003 Direttiva concernente indirizzi per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico nelle unità geologiche profonde delle acque risultanti dall'estrazione degli idrocarburi - Art. 30, comma 3, DLgs 11 maggio 1999 n 152 come modificato dal DLgs 18 agosto 2000 n 258 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento.
- DGR 1053/2003 Direttiva concernente indirizzi per l'applicazione del DLgs 11 maggio 1999 n 152, come modificato dal DLgs 18 Agosto 2000 n 258 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento.
- DGR 1299/2001 Direttiva concernente il controllo degli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane ai sensi dell'Allegato 5 del DLgs 11 maggio 1999 n. 152, come modificato dal DLgs 18 Agosto 2000 n. 258.

5 RUMORE

Per la progettazione del piano di monitoraggio della componente Rumore si sono seguite le indicazioni metodologiche riportate nell'allegato dedicato alla stessa componente delle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a procedure di VIA" (documento in revisione 1 del 30/12/2014), individuando un certo numero di punti, posti nell'ambiente esterno in corrispondenza dell'area di influenza dell'intervento, dove realizzare campagne di misura fonometriche per la caratterizzazione del clima acustico prima della costruzione dell'infrastruttura, durante la fase di costruzione e durante la fase di esercizio.

La fase di valutazione dell'impatto ha evidenziato che la componente Rumore potrà risentire degli effetti dovuti alle emissioni acustiche generate dalle lavorazioni in fase di cantiere e dal successivo esercizio della linea ferroviaria.

La significatività dell'impatto dipende dal grado di sensibilità del ricettore raggiunto dalle emissioni acustiche, oltre che dal grado di inquinamento acustico pregresso nell'area indagata.

Per le fasi di monitoraggio ante/post operam e in corso d'opera si prevedono aree di indagine differenti, in funzione della differente natura delle sorgenti di rumore legate all'opera. Per la fase di monitoraggio ante operam e post operam, l'area di indagine coincide con le fasce di pertinenza, come definite dal DPR 459/1998 e DPR 142/2004. Per la fase di monitoraggio in corso d'opera, invece, considerando la diversa natura delle sorgenti acustiche, si considera una fascia di pertinenza, determinata attraverso simulazioni su software specifici, della massima estensione della propagazione del rumore negli ambiti interessati dai cantieri necessari per la realizzazione dell'opera.

L'esatta ubicazione dei punti di seguito riportati è stata indicata in apposite tavole grafiche allegate al presente Piano.

5.1 PARAMETRI E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI MISURA

I risultati riferiti a ogni punto di misura dovranno contenere le seguenti informazioni:

- Posizione, istanti di inizio e fine del rilievo;
- Condizioni atmosferiche;
- Delta di calibrazione;
- Tempo di riferimento, tempo di osservazione e tempo di misura;
- Livello sonoro massimo LAFmax espresso in dB(A) misurato in costante di tempo Fast
- Profilo temporale dello Short Leq e Running Leq;
- Livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95 per il periodo diurno e per il periodo;
- Livello di pressione sonora minimo Lmin;
- Livello di pressione sonora massimo Lmax;
- Istogramma delle distribuzioni statistiche e relativa linea di distribuzione cumulativa;
- Spettro in bande di terzi di ottava del Leq lineare e del Leq(A) (sia in forma grafica che numerica);
- Spettro in bande di terzi di ottava del Lmin (in forma grafica e numerica);

Relativamente ai punti di misura collocati lungo la linea ferroviaria:

- Livello equivalente ferroviario ponderato (A) per il periodo diurno e per il periodo notturno;
- Numero, tipologia, velocità media e modalità di transito dei treni in periodo diurno e in periodo notturno;
- I valori di LAE corrispondenti ai transiti di convogli ferroviari;
- Calcolo del livello di rumore ferroviario come previsto nell'Allegato C del D.M. Ambiente 16 marzo 1998;
- Eventuali fatti accidentali da cui può dipendere la rumorosità generata dal transito del convoglio (fischi, frenate, incroci di due convogli, ecc.);
- Eventuale presenza di elementi con caratteristiche acustiche rilevanti che possano influire sulla propagazione dei livelli di rumorosità generata dall'infrastruttura in corrispondenza dell'area in esame e dei punti di misura.

Relativamente ai punti di misura collocati lungo Via Rimesse, per ogni giorno della settimana:

- Livello equivalente stradale ponderato (A) per il periodo diurno e per il periodo notturno;
- Conteggio del traffico suddiviso in veicoli leggeri, pesanti e motocicli, contestualmente al periodo di misura;
- I valori medi settimanali diurni e notturni;
- Livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95 per il periodo diurno e per il periodo notturno;
- Velocità media e modalità di transito dei veicoli.

Relativamente ai punti di misura interni agli edifici individuati lungo Via Rimesse, da eseguirsi in contemporanea al giorno più gravoso della rispettiva misura settimanale:

- Livello equivalente stradale ponderato (A) per il periodo diurno e per il periodo notturno;
- Livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95 per il periodo diurno e per il periodo notturno.

5.2 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Il monitoraggio ante operam verrà effettuato in prossimità di quei ricettori che risultano maggiormente esposti alle emissioni acustiche prodotte dalle lavorazioni di cantiere, dall'esercizio della linea ferroviaria e dal cavalcavia di Via Rimesse.

5.2.1 Ubicazione dei punti di misura

Per la Fase Ante Operam (AO) si prevedono misure di rumore così ripartite:

Tratta T1

- n.3 misure di rumore ambientale e ferroviario giornaliere (24h) presso ricettori all'interno delle fasce di pertinenza ferroviaria A.S.4 (asilo nido, ricettore sensibile), B.A.26, B.A.53;
- n.1 misura giornaliera (24h) vicino alla sorgente, a verifica del rumore ferroviario, in asse al ricettore A.S.4;

- n.2 misure di rumore ambientale e ferroviario giornaliera (24h) presso i ricettori, esterni alla fascia di pertinenza acustica ferroviaria di progetto, A.S.1 (edificio scolastico posizionato nei pressi dell'attuale imbocco della galleria) e A.A.11 (edificio residenziale situato in corrispondenza della nuova fermata interrata di via Libia).

Via Rimesse

- n. 2 misure di rumore ambientale e stradale settimanale (7 giorni) in facciata ai ricettori A.A.27 e B.A.46.

Tratta T2

- n.6 misure di rumore ambientale e ferroviario (24 h) presso ricettori all'interno delle fasce di pertinenza ferroviaria A.C.1 (casa di riposo, ricettore sensibile), A.S.1 (scuola, ricettore sensibile), A.A.9, B.A.11, B.A.18 e A.A.20;
- n.1 misura vicino alla sorgente (24 h), a verifica del rumore ferroviario, in asse al ricettore A.C.1.

5.2.2 Tecniche di campionamento

Per i ricettori abitativi (residenziali e scolastici) lungo la linea ferroviaria si prevede di effettuare rispettivamente 1 misura a 4 m sul piano di campagna, a 1 m dalla facciata più esposta, mentre per la sorgente ferroviaria si prevede una misura a 7,5 m dall'asse del binario, ad un'altezza di 1,2 m sul piano del ferro. Il tempo di misura non sarà inferiore a 24 h.

Per i ricettori di Via Rimesse (A.A.27 e B.A.46) si prevede di effettuare rispettivamente 1 misura settimanale a 4 m sul piano di campagna, a 1 m dalla facciata più esposta. Il tempo di misura non sarà inferiore a 24 h per ogni giorno della settimana individuata.

La strumentazione utilizzata dovrà essere conforme alle indicazioni del D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico" e le misure andranno effettuate secondo le modalità descritte nell'Allegato B e nell'Allegato C dello stesso decreto.

5.2.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

Si prevede un'unica campagna di misure per la fase ante operam riguardante la linea ferroviaria e Via Rimesse.

5.2.4 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Le misure raccolte in campo verranno elaborate in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente in materia di rumore ambientale.

5.3 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Il monitoraggio in corso d'opera verrà effettuato presso i ricettori che, in base al layout di cantiere, risultano maggiormente interessati dalle emissioni acustiche prodotte dalle lavorazioni di cantiere. Inoltre, nel monitoraggio è stato individuato un punto di misura presso un edificio scolastico posizionato nei pressi dell'attuale imbocco della galleria.

5.3.1 Ubicazione dei punti di misura

Si prevede l'esecuzione in corso d'opera delle seguenti misure:

Tratta T1

- n. 2 misure di rumore ambientale giornaliera in corso d'opera, in corrispondenza dei ricettori B.A.26 e B.A.53;
- n.2 misure di rumore ambientale e ferroviario giornaliera (24h) presso i ricettori, esterni alla fascia di pertinenza acustica ferroviaria di progetto, A.S.1 (edificio scolastico posizionato nei pressi dell'attuale imbocco della galleria) e A.A.11 (edificio residenziale situato in corrispondenza della nuova fermata interrata di via Libia);

Via Rimesse

- n. 1 misura di rumore ambientale giornaliera in corso d'opera, in corrispondenza del ricettore B.A.46;

Tratta T2

- n.3 misure di rumore ambientale e ferroviario (24 h) presso ricettori all'interno delle fasce di pertinenza ferroviaria A.S.1 (edificio scolastico, ricettore sensibile), A.A.9 e A.A.20;
- n.2 misure di rumore ambientale e ferroviario (24 h), presso ricettori all'interno delle fasce di pertinenza ferroviaria B.A.11 e B.A.18, vicini ai cavalcavia di rispettivamente di via Cellini e Via Larga.

5.3.2 Tecniche di campionamento

Per i ricettori residenziali si prevede di effettuare rispettivamente 1 misura a 4 m sul piano di campagna, d 1 m dalla facciata più esposta.

La strumentazione utilizzata dovrà essere conforme alle indicazioni del D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico" e le misure andranno effettuate secondo le modalità descritte nell'Allegato B e nell'Allegato C dello stesso decreto.

Il tempo di misura per i monitoraggi in corso d'opera dovrà essere per lo meno pari a 8 ore consecutive per le misure in periodo diurno e a 4 ore consecutive per le misure in periodo notturno in funzione della lavorazione indagata.

5.3.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

La realizzazione dei rilievi per la fase di corso d'opera dovrà seguire la progressione delle attività di cantiere e dovranno essere svolti durante le lavorazioni considerate tra più impattanti quali:

- realizzazione dei diaframmi strutturali,
- scavi
- getti opere in c.a.

Tabella 5.1 – Sequenza dei monitoraggi presso i diversi punti di misura

Punti di misura	Periodo	Frequenza	Tipologia di misure previste
Tratta T1			
B.S.1	Attività in corso presso T01	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno
A.A.11	Attività in corso presso T01	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
B.A.26	Attività in corso presso T01	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
B.A.53	Attività in corso presso T01 – Fermata di Via Rimesse	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
B.A.46	Attività in corso presso cavalcavia di Via Rimesse	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
Tratta T2			
A.S.1	Attività in corso presso T02	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno
A.A.9	Attività in corso presso T02	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
B.A.11	Attività in corso presso cavalcavia di Via B. Cellini	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
B.A.18	Attività in corso presso cavalcavia di Via Larga	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno
B.A.20	Attività in corso presso T02	n. 2 campagne	8 h in tempo di riferimento diurno e 4 h in tempo di riferimento notturno

5.3.4 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Le misure raccolte in campo verranno elaborate in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente in materia di rumore ambientale.

5.4 MONITORAGGIO POST OPERAM

Il monitoraggio post operam verrà effettuato in prossimità di quei ricettori che a seguito delle simulazioni acustiche, risultano particolarmente esposti a significativi livelli di rumore.

5.4.1 Ubicazione dei punti di misura

Per la fase di esercizio (post operam) della linea ferroviaria si prevede l'esecuzione di misure presso i seguenti punti di misura:

Tratta T1

- n.3 misura di rumore ambientale e ferroviario presso ricettori all'interno delle fasce di pertinenza ferroviaria A.S.4, B.A.26, B.A.53 (l'edificio A.S.4 è un asilo nido e quindi un ricettore sensibile);
- n.1 misura vicino alla sorgente, a verifica del rumore ferroviario, in asse al ricettore A.S.4;

Via Rimesse

- n. 2 misure di rumore ambientale e stradale presso i ricettori A.A.27 e B.A.46;
- n. 2 misure di rumore ambientale e stradale, all'interno dell'edificio, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento della stanza scelta per la misura, al piano che dove si sono presentati i maggiori superamenti (1° piano), dei ricettori A.A.27 e B.A.46;

Tali misure sono state individuate allo scopo di verificare la reale efficacia dell'asfalto fonoassorbente proposto nell'ambito delle risultanze dello studio acustico.

Tratta T2

- n.5 misure di rumore ambientale e ferroviario (24 h) presso ricettori all'interno delle fasce di pertinenza ferroviaria A.C.1 (casa di riposo, ricettore sensibile), A.A.9, B.A.11, B.A.18 e A.A.20;
- n.1 misura vicino alla sorgente (24 h), a verifica del rumore ferroviario, in asse al ricettore A.C.1.

5.4.2 Tecniche di campionamento

Per i ricettori abitativi (residenziali e scolastici) lungo la linea ferroviaria si prevede di effettuare rispettivamente 1 misura a 4 m sul piano di campagna, a 1 m dalla facciata più esposta, mentre per la sorgente ferroviaria si prevede una misura a 7,5 m dall'asse del binario, ad un'altezza di 1,2 m sul piano del ferro. Il tempo di misura non sarà inferiore a 24 h.

Per i ricettori di Via Rimesse (A.A.27 e B.A.46) si prevede di effettuare rispettivamente 1 misura settimanale a 4 m sul piano di campagna, a 1 m dalla facciata più esposta. Il tempo di misura non sarà inferiore a 24 h per ogni giorno della settimana individuata.

In contemporanea al giorno più gravoso della settimana, relativamente alle misure in esterno, si dovrà effettuare anche una misura giornaliera (24h) interna all'edificio, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento della stanza scelta per la misura, al piano che dove si sono presentati i maggiori superamenti (1° piano).

La strumentazione utilizzata dovrà essere conforme alle indicazioni del D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico" e le misure andranno effettuate secondo le modalità descritte nell'Allegato B e nell'Allegato C dello stesso decreto.

5.4.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

Si dovranno organizzare due campagne di misura: una relativa all'attivazione del traffico su cavalcavia di Via Rimesse e una a valle della messa in esercizio del circolato previsto sulla linea ferroviaria. Dovranno avere rispettivamente una durata tale da permettere la realizzazione delle misure in continuo presso tutti i ricettori individuati.

5.4.4 Metodologie di controllo qualità, validazione ed analisi

Le misure raccolte in campo verranno elaborate in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente in materia di rumore ambientale.

5.5 TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta un prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente rumore:

Tabella 5.2 – Prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente rumore ante, post e in corso d'opera

Ricettore	Monitoraggio AO	Monitoraggio CO		Monitoraggio PO	
		Durante il cantiere diurno	Durante il cantiere notturno	In facciata	Interno
Linea ferroviaria - tratta T1					
B.S.1	AO_1_g_r (24h)	CO_1_g_r (8h)			
A.A.11	AO_2_g_r (24h)	CO_2_g_r (8h)	CO_2_g_r (4h)	PO_2_g_r (24h)	
B.A.26	AO_3_g_r (24h)	CO_3_g_r (8h)	CO_3_g_r (4h)	PO_3_g_r (24h)	
B.A.53	AO_4_g_r (24h)	CO_4_g_r (8h)	CO_4_g_r (4h)	PO_4_g_r (24h)	
A.S.4	AO_5_g_r (24h)			PO_5_g_r (24h)	
ferrovia	AO_6_g_r (24h)			PO_6_g_r (24h)	
Cavalcavia di Via Rimesse					
A.A.27	AO_7_1s_r (7gg)			PO_7_1s_r (7gg)	PO_7_g_r (24h)
B.A.46	AO_8_1s_r (7gg)	CO_8_g_r (8h)	CO_8_g_r (4h)	PO_8_1s_r (7gg)	PO_8_g_r (24h)
Linea ferroviaria - tratta T2					
A.C.1	AO_9_g_r (24 h)			PO_9_g_r (24 h)	

Ricettore	Monitoraggio AO	Monitoraggio CO		Monitoraggio PO	
		Durante il cantiere diurno	Durante il cantiere notturno	In facciata	Interno
ferrovia	AO_10_g_r (24 h)			PO_10_g_r (24 h)	
A.A.9	AO_11_g_r (24 h)	CO_11_g_r (8h)	CO_11_g_r (4h)	PO_11_g_r (24 h)	
A.S.1	AO_12_g_r (24 h)	CO_12_g_r (8h)			
B.A.11	AO_13_g_r (24 h)	CO_13_g_r (8h)	CO_13_g_r (4h)	PO_13_g_r (24 h)	
B.A.18	AO_14_g_r (24 h)	CO_14_g_r (8h)	CO_14_g_r (4h)	PO_14_g_r (24 h)	
B.A.20	AO_15_g_r (24 h)	CO_15_g_r (8h)	CO_15_g_r (4h)	PO_15_g_r (24 h)	

5.6 AZIONI DA INTRAPRENDERE IN CASO DI INSORGENZA DI CONDIZIONI ANOMALE O CRITICHE

5.6.1 Monitoraggio in corso d'opera

Nel caso in cui durante il monitoraggio in corso d'opera si registrino superamenti dei limiti in deroga presso i ricettori monitorati, sarà necessaria la comunicazione dell'avvio dei cantieri da parte dell'Appaltatore alla popolazione delle zone attigue al cantiere stesso.

Sarà compito del coordinatore del monitoraggio caratterizzare l'entità della problematica, valutare se è direttamente correlabile alle attività di cantiere, ed attivare di conseguenza le opportune procedure correttive idonee al contenimento degli impatti individuati.

5.6.2 Monitoraggio post operam

Nel caso in cui si evidenzino superamenti dei limiti presso i ricettori monitorati durante le due campagne di monitoraggio post operam, si prevede, presso i ricettori disturbati, l'adozione di ulteriori misure mitigative per riportare i valori nei limiti normativi. In particolar modo, per il cavalcavia di via Rimesse, se l'asfalto fonoassorbente proposto, a valle dello studio acustico, dovesse risultare non sufficiente si dovrà intervenire con misure di gestione del traffico, quali la riduzione della velocità, variazione della viabilità, riduzione dei mezzi pesanti, ecc.).

5.7 RIFERIMENTI NORMATIVI

5.7.1 Normativa europea

- Comunicazione 2008/432/CE del 08/07/2008, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio del 08/07/2008. Misure antirumore per il parco rotabile esistente.
- DIRETTIVA 2006/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17.05.2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE.
- DIRETTIVA 2005/88/CE, modifica della Direttiva 2000/14/CE; 14 Dicembre 2005.
- 004/446/CE del 01/06/2004, Rettifica della decisione 2004/446/CE della Commissione, del 29 aprile 2004, che determina i parametri fondamentali delle specifiche tecniche di interoperabilità riguardanti i sottosistemi «Rumore», «Carri merci» e «Applicazioni telematiche per il trasporto merci» di cui alla direttiva 2001/16/CE. (Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 155 del 30 aprile 2004) (G.U.U.E. L193 del 1.6.2004)
- 2004/446/CE DECISIONE DELLA COMMISSIONE del 29 aprile 2004 che determina i parametri fondamentali delle specifiche tecniche di interoperabilità riguardanti i sottosistemi "Rumore", "Carri merci" e "Applicazioni telematiche per il trasporto merci" di cui alla direttiva 2001/16/CE.
- DIRETTIVA 2003/10/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 6 febbraio 2003 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore).

- DIRETTIVA 2003/613/CE (raccomandazione della commissione del 6 agosto 2003) concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.
- DIRETTIVA 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale; 25 Giugno 2002.
- Direttiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, dell'8 maggio 2000 sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, G.U. UE serie L. 162 del 3 luglio 2000.
- NORMA ISO 1996-1:2016 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- NORMA ISO 1996-2:2017 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of sound pressure levels.

5.7.2 Legislazione nazionale

Per quanto strettamente connesso agli effetti del disturbo acustico dovuto alla costruzione della linea infrastruttura e alle richieste di autorizzazione in deroga i riferimenti normativi nazionali sono contenuti nelle seguenti leggi e decreti:

- DECRETO LEGISLATIVO 17 febbraio 2017, n. 41. Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00054)
- DECRETO LEGISLATIVO 17 febbraio 2017, n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00055) (GU Serie Generale n.79 del 04-04-2017).
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (G.U. n. 101 del 30 aprile 2008), titolo VIII capo II.
- D.Lgs. 19/08/2005 n.194, "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" (G.U. 23/09/2005 n.222).
- D.P.R. 30.03.2004, n.142: "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26.10.1995, n. 447".
- D.P.C.M. 31 marzo 1998 - Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera INDICE 6 b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della L. 26 ottobre 1995, n. 447 «Legge quadro sull'inquinamento acustico».
- 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.

- DM 23 novembre 2001 - Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- Decreto Ministeriale 29 novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" e sue successive modificazioni e integrazioni.
- Decreto 16 Marzo 1998. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459: "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, 14 Novembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- Legge 26 Ottobre 1995, n. 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.P.C.M., 1 Marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

A fronte delle norme sopra citate, le imprese che effettuano attività rumorose sono tenute a chiedere al comune di competenza l'autorizzazione in deroga per il superamento dei limiti di immissione acustica in ambiente esterno. Nei cantieri edili e stradali di tipo civile o industriale nel caso in cui da un'indagine preliminare emerga che le attività siano da considerarsi rumorose, occorre richiedere al sindaco la deroga per il superamento dei limiti di immissione acustica, come riportato nella tabella di seguito.

Valori limite DPCM 14 Novembre 1997						
Classificazione comunale	valori limite di emissione dB(A)		valori limite assoluti di immissione dB(A)		valori di qualità dB(A)	
	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
Aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37
Aree ad uso prevalentemente	50	40	55	45	52	42
Aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47
Aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52
Aree prevalentemente	65	55	70	60	67	57
Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70

In base alla Legge Quadro, inoltre, su richiesta delle autorità competenti (comuni, ARPA, ecc.), i soggetti responsabili dei progetti dovranno redigere una relazione di impatto acustico, relativa alle opere di cantierizzazione. La valutazione di impatto acustico dei cantieri di norma deve contemplare:

- dati identificativi dell'impresa esecutrice;
- l'orario di lavoro previsto, giornaliero e settimanale;
- le attività per le quali si prevede il superamento dei livelli di rumorosità;

- il programma dei lavori e la loro durata;
- l'elenco delle macchine e delle attrezzature presenti in cantiere;
- la documentazione tecnica delle macchine ed attrezzature con indicata la potenza acustica delle macchine;
- i rilievi effettuati in sito dal tecnico Competente;
- le indicazioni tecniche, organizzative e procedurali finalizzate al contenimento del rumore emesso in ambiente;
- le eventuali verifiche da effettuare nel tempo;
- gli eventuali dispositivi di protezione e prevenzione collettivi ed individuali da utilizzare.

5.7.3 Legislazione regionale

Il quadro normativo regionale in tema di inquinamento acustico è riconducibile ai seguenti testi:

- Delibera della Giunta Regionale del 24/04/2006 n. 591 Individuazione degli agglomerati e delle infrastrutture stradali di interesse provinciale ai sensi dell'art.7 c. 2 lett.a) Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 194 recante "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".
- Delibera di Giunta Regionale n. 673/04: Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della LR 9/05/01, n.15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".
- Delibera della Giunta Regionale del 21/01/2002 n. 45 Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".
- Delibera di Giunta Regionale n. 2053 del 9 ottobre 2001: Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".
- Legge Regionale 9 maggio 2001, n. 15 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

6 VIBRAZIONI

Per la progettazione del piano di monitoraggio della componente Vibrazioni si sono seguite le indicazioni metodologiche riportate nel capitolo dedicato alla stessa componente nell'Appendice delle "Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi" (documento in revisione² del 23/07/2007) nonché le prescrizioni metodologiche riportate all'interno della norma UNI 9614:2017 e UNI 9916:2014.

La fase di valutazione dell'impatto ha evidenziato che la componente Vibrazioni potrà essere oggetto dei seguenti impatti:

- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute ad attività di escavazione e movimentazione materiali;
- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute ad attività di demolizione e palificazione;
- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute alla presenza fisica dell'opera.

La significatività dell'impatto dipende dal grado di sensibilità della destinazione d'uso del ricettore raggiunto e dalla presenza di vibrazioni che possono impedire il normale svolgimento delle attività umane.

Gli impatti sopra indicati derivano da tre determinanti, per ciascuna delle quali è stata individuata una specifica area di indagine:

- Attività di escavazione e movimentazione materiali;
- Presenza di ricettori sensibili (scuola materna);
- Attività di realizzazione dei diaframmi strutturali;
- Presenza fisica dell'opera.

Per la componente Vibrazioni si prevedono monitoraggi ante/post operam e in corso d'opera.

6.1 PARAMETRI E METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E DI MISURA

In base a quanto indicato dalla UNI 9614:2017 la grandezza cinematica scelta per la valutazione del disturbo è l'accelerazione assoluta. Le vibrazioni dovranno essere misurate simultaneamente lungo tre direzioni ortogonali riferite alla struttura dell'edificio sotto esame.

Oltre alle vibrazioni immesse, dovranno essere registrate le vibrazioni residue, definite ai sensi della stessa UNI 9614:2017 e misurate nello stesso punto scelto per la misura delle vibrazioni immesse.

L'analisi di frequenza della vibrazione viene effettuata in bande da 1/3 d'ottava nel campo da 1 a 80 Hz (estremi inclusi).

Le vibrazioni devono essere misurate contemporaneamente in due punti dello stesso edificio mediante due terne accelerometriche. La prima terna viene posizionata in fondazione mentre la seconda all'ultimo piano (da considerarsi abitato) dell'edificio da monitorarsi (UNI 9916: 2014). Nel caso di edifici senza fondazioni, il punto a terra andrà posizionato alla base del muro di sostegno esterno, ad una altezza non maggiore di 0,5 m dal livello del terreno.

Per la definizione delle tecniche di campionamento si fa riferimento a quanto previsto nelle norme UNI 9614:2017 e 9916: 2014.

6.2 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

6.2.1 Ubicazione dei punti di misura

Durante la fase ante operam, per avere una più precisa conoscenza dello stato attuale dei luoghi in relazione alla componente qui considerata, si prevede la realizzazione di una campagna di monitoraggio presso i ricettori più prossimi all'attuale linea ferroviaria:

Tabella 6.1 – Monitoraggi ante operam tratta T1

Nome ricettore	Nome punto di misura
B.S.1 (scuola)	AO_1_g_v
A.A.11	AO_2_g_v
B.A.26	AO_3_g_v
B.A.53	AO_4_g_v

Tabella 6.2 – Monitoraggi ante operam tratta T2

Nome ricettore	Nome punto di misura
A.A.9	AO_5_g_v
B.A.11	AO_6_g_v
B.A.18	AO_7_g_v
A.A.20	AO_8_g_v

Ogni punto è costituito da due misure contemporanee alla fondazione e all'ultimo piano dell'edificio indagato.

Le postazioni di misura dovranno essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Sono esclusi gli ambiti di servizio nonché le zone esterne delle abitazioni.

6.2.2 Tecniche di campionamento

Le misure dovranno essere eseguite a pavimento o, in subordine, su elementi strutturali che possano essere in diretto contatto col corpo umano durante la normale attività all'interno dei locali e superfici di appoggio per mobili utilizzati per il riposo.

Le vibrazioni dovranno essere misurate nella posizione all'interno dell'ambiente di misura dove si osserva il più elevato dei valori efficaci dell'accelerazione ponderata $aw(t)$ ma lontano da punti singolari.

Le misure dovranno essere effettuate ricorrendo alla misurazione diretta tramite sensori accelerometrici. Il sistema di riferimento utilizzato deve essere indicato nel rapporto di misurazione con la motivazione della scelta. La strumentazione, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, deve essere in grado di effettuare l'elaborazione in linea dei dati.

In alternativa, è possibile far ricorso a sistemi di acquisizione dati che memorizzano la storia temporale delle accelerazioni in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea. Di tale software dovrà essere riportata indicazione nei rapporti di misurazione, ferma restando la rispondenza di tutta la catena di misura alle caratteristiche richieste dalla UNI EN ISO 8041 – 1.

I dispositivi di misura devono essere localizzati in corrispondenza della fondazione e dell'ultimo solaio abitato, dal lato dell'edificio a minima distanza dal tracciato e dovranno misurare contemporaneamente.

6.2.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

La durata complessiva delle misurazioni dovrà essere tale da assicurare una ragionevole accuratezza statistica del dato in relazione al numero di eventi presenti. Nel caso di vibrazioni dovute a traffico ferroviario, devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi. Almeno un terzo dei passaggi considerati devono essere relativi al tipo di treno che produce i più alti livelli di accelerazione ponderata e, allo stesso tempo, ci si deve assicurare che la rimanente distribuzione dei passaggi misurati sia rappresentativa della reale situazione del traffico della tratta.

Considerando la rarità del passaggio del treno più impattante lungo l'attuale tratta, si considera applicabile la metodologia alternativa proposta nell'appendice A dell'UNI 9614:2017, che prevede l'esecuzione di un numero minimo (<5) di misure relative al passaggio del treno più disturbante, la replica dei valori di $aw_{max,j}$ ottenuti in una sequenza dal maggiore al minore, fino a raggiungere il numero complessivo di 5 e utilizzo dei valori così ottenuti assieme ad altri 10 valori di $aw_{max,j}$ necessari per arrivare al numero di 15.

6.2.4 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Il monitoraggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all'accelerometro almeno nella banda dagli 0 ai 500 Hz. In generale, si deve fare riferimento alla UNI ISO 5348 e alla scheda tecnica del sensore per l'applicazione corretta della strumentazione.

Il corretto funzionamento della catena di misura deve essere controllato prima e dopo ogni misura mediante calibrazione rispondente alla UNI EN ISO 8041 – 1.

Gli strumenti devono essere tarati ogni tre anni in conformità alle parti applicabili della UNI EN ISO 8041 – 1.

Per quanto riguarda la restituzione dei risultati, 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;
- classificazione acustica;
- 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 interessati;
- descrizione delle sorgenti di vibrazione rilevate;
- descrizione della strumentazione utilizzata;
- certificati di taratura della strumentazione utilizzata;
- analisi delle registrazioni;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

Una volta rilevati i dati grezzi, non validati, dovranno essere trasmessi alla Direzione Lavori, all'ARPAE e al Comune di Bologna entro 7 giorni lavorativi dalla fine della misura.

Entro 20 giorni dovranno essere trasmessi i rapporti di misura in forma definitiva.

6.3 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

6.3.1 Ubicazione dei punti di misura

Durante la fase in corso d'opera, per avere una più precisa conoscenza dello stato attuale dei luoghi in relazione alla componente qui considerata, si prevede la realizzazione di una campagna di monitoraggio presso i ricettori più prossimi all'attuale linea ferroviaria. Più nello specifico, sono stati individuati i seguenti ricettori, presso i quali si ritiene opportuno effettuare misure:

Tabella 6.3 – Monitoraggi corso d'opera tratta T1

Nome ricettore	Nome punto di misura
B.S.1 (scuola)	CO_1_g_v
A.A.11	CO_2_g_v
B.A.26	CO_3_g_v
B.A.53	CO_4_g_v

Tabella 6.4 – Monitoraggi corso d'opera tratta T2

Nome ricettore	Nome punto di misura
A.A.9	CO_5_g_v
B.A.11	CO_6_g_v
B.A.18	CO_7_g_v
A.A.20	CO_8_g_v

Il periodo di monitoraggio, come indicato, dovrà essere coerente con la presenza di lavorazioni in corrispondenza del ricettore segnalato.

Le postazioni di misura dovranno essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Sono esclusi gli ambiti di servizio nonché le zone esterne delle abitazioni.

Ogni punto è costituito da due misure contemporanee alla fondazione e all'ultimo piano dell'edificio indagato.

6.3.2 Tecniche di campionamento

Per quanto riguarda le tecniche di campionamento si fa riferimento a quanto già esposto nel precedente paragrafo 6.2.2.

6.3.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

La durata complessiva delle misurazioni dovrà essere tale da assicurare una ragionevole accuratezza statistica del dato in relazione al numero di eventi presenti. Nel caso di vibrazioni dovute a lavorazioni di cantiere, i valori misurati dovranno essere raggruppati per tipologia di attività o, quantomeno, per scenario di cantiere. Per ogni gruppo di misure il numero minimo delle stesse dovrà essere pari a 15.

6.3.4 Metodologie di controllo qualità, validazione e analisi

Per quanto riguarda le metodologie di controllo, qualità, validazione e analisi si fa riferimento a quanto già esposto nel precedente 6.2.4.

6.4 MONITORAGGIO POST OPERAM

6.4.1 Ubicazione dei punti di misura

Durante la fase post operam, si prevede la realizzazione di una campagna di monitoraggio presso i ricettori più prossimi alla linea ferroviaria. Più nello specifico, nel SIA sono stati individuati i seguenti ricettori, presso i quali si ritiene opportuno effettuare misure:

Tabella 6.5 – Monitoraggi post operam tratta T1

Nome ricettore	Nome punto di misura
B.S.1	PO_1_g_v
A.A.11	PO_2_g_v
B.A.26	PO_3_g_v
B.A.53	PO_4_g_v

Tabella 6.6 – Monitoraggi post operam tratta T2

Nome ricettore	Nome punto di misura
A.A.9	PO_5_g_v
B.A.11	PO_6_g_v
B.A.18	PO_7_g_v
A.A.20	PO_8_g_v

Le postazioni di misura dovranno essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Sono esclusi gli ambiti di servizio nonché le zone esterne delle abitazioni.

Ogni punto è costituito da due misure contemporanee alla fondazione e all'ultimo piano dell'edificio indagato.

6.4.2 Tecniche di campionamento

Per quanto riguarda le tecniche di campionamento si fa riferimento a quanto già esposto nel precedente paragrafo 6.2.2.

6.4.3 Frequenza di campionamento e durata complessiva dei monitoraggi

La durata complessiva delle misurazioni dovrà essere tale da assicurare una ragionevole accuratezza statistica del dato in relazione al numero di eventi presenti. Nel caso di vibrazioni dovute a traffico ferroviario, devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi. Almeno un terzo dei passaggi considerati deve essere relativo al tipo di treno che produce i più alti livelli di accelerazione ponderata e, allo stesso tempo, ci si deve assicurare che la rimanente distribuzione dei passaggi misurati sia rappresentativa della reale situazione del traffico della tratta.

6.4.4 Metodologie di controllo qualità, validazione ed analisi

Per quanto riguarda le metodologie di controllo, qualità, validazione e analisi si fa riferimento a quanto già esposto nel precedente 6.2.4.

6.5 TABELLA DI SINTESI DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta un prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente vibrazioni:

Tabella 6.7 – Prospetto riassuntivo dei monitoraggi previsti per la componente vibrazioni ante, post e in corso d'opera

Ricettore	Monitoraggio AO	Monitoraggio CO diurno/notturno	Monitoraggio PO
Tratta T1			
B.S.1	AO_1_g_v	CO_1_g_v	PO_1_g_v
A.A.11	AO_2_g_v	CO_2_g_v	PO_2_g_v
B.A.26	AO_3_g_v	CO_3_g_v	PO_3_g_v
B.A.53	AO_4_g_v	CO_4_g_v	PO_4_g_v
Tratta T2			
A.A.9	AO_5_g_v	CO_5_g_v	PO_5_g_v
B.A.11	AO_6_g_v	CO_6_g_v	PO_6_g_v
B.A.18	AO_7_g_v	CO_7_g_v	PO_7_g_v
A.A.20	AO_8_g_v	CO_8_g_v	PO_8_g_v

6.6 AZIONI DA INTRAPRENDERE IN CASO DI INSORGENZA DI CONDIZIONI ANOMALE O CRITICHE

6.6.1 Monitoraggio in corso d'opera

In caso si evidenzino situazioni di criticità in fase di realizzazione dell'opera, in considerazione del fatto che le attività di cantiere sono caratterizzate da una breve durata, si applicherà quanto suggerito dall'Appendice C alla UNI 9614:2017, provvedendo alla valutazione dei ricettori in funzione dei limiti previsti per le strutture dalla norma UNI 9916:2014, andando cioè a garantire, per lo meno, che le vibrazioni indotte non portino danni permanenti alle strutture.

Ove si dovessero riscontrare esuberanti anche dei limiti indicati dalla UNI 9916:2014, tale eventualità sarà gestita tramite un'attenta revisione del parco macchine utilizzato e, eventualmente, isolando su apposite piattaforme i macchinari dalle eccessive emissioni vibrazionali o sostituendoli.

6.6.2 Monitoraggio post opera

In caso si dovessero registrare superamenti dei limiti previsti per le emissioni vibrazionali in fase di post operam non mitigati nonostante l'applicazione delle migliori tecniche in materia di progettazione ferroviaria, saranno studiate, caso per caso, adeguate soluzioni di intervento che vadano a smorzare la trasmissione di vibrazioni agli edifici interessati.

6.7 RIFERIMENTI NORMATIVI

6.7.1 Normativa internazionale

- ISO 8041 (edizione 2017) - Risposta degli individui alle vibrazioni - Strumenti di misurazione.
- ISO 4866 (edizione 2010) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
- ISO 2631/1 (edizione 2008) – Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo – Parte 1: Specifiche generali.
- ISO 2631/2 (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).
- SN 640 312a (edizione 1992) – Swiss Standard for Vibrational Damage to Buildings.
- DIN 4150-3 (edizione 1999) Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti.

6.7.2 Normativa nazionale

- UNI ISO 2631/1 (edizione 2014) - Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali

- UNI ISO 2631/2 (edizione 2018) – Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo –Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz).
- UNI 9614 (edizione 2017) – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
- UNI 9916 (edizione 2014) – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- UNI 9513 (edizione 1989) - Vibrazioni e Urti. Vocabolario.
- UNI 10985 (edizione 2002) - Vibrazioni su ponti e viadotti - Linee guida per l'esecuzione di prove e rilievi dinamici.
- UNI 9942 (edizione 1992, ritirata senza sostituzione) - Metodi per la misura delle vibrazioni generate internamente alle gallerie ferroviarie.