

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**NODO DI TORINO  
COMPLETAMENTO LINEA DIRETTA TORINO PORTA SUSÀ – TORINO  
PORTA NUOVA**

**Progetto di Monitoraggio Ambientale**

RELAZIONE GENERALE	SCALA:
	----

COMMESSA   LOTTO   FASE   ENTE   TIPO DOC.   OPERA/DISCIPLINA   PROGR.   REV.

NT0P   00   D   22   RG   MA0001   001   B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	F. Massari	Agosto 2019	D. Policriti G. Dajelli	Agosto 2019	G. De Michele	Agosto 2019	Ludovici Marzo 2020
B	EMISSIONE DEFINITIVA	F. Massari	Marzo 2020	D. Policriti	Marzo 2020	G. De Michele	Marzo 2020	
		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		
				<i>[Signature]</i>				

ITALFERR S.p.A.  
 Dott. Ing. Donato Ludovici  
 Ordine degli Ingegneri di Roma  
 n. 4163/19

File NT0P00D22RGMA0001001B.doc      n. Elab.:

## Sommario

<b>1 Premessa.....</b>	<b>3</b>	4.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	17
<b>2 Descrizione dell'intervento .....</b>	<b>4</b>	4.3 Rumore.....	18
2.1 Opere ed interventi in progetto.....	4	4.3.1 Obiettivi del monitoraggio .....	18
2.2 Sistema di cantierizzazione.....	5	4.3.2 Normativa di riferimento.....	18
<b>3 Ricettori, Punti di Misura e Tempi .....</b>	<b>6</b>	Normativa nazionale.....	18
3.1 I ricettori.....	6	4.3.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	19
3.2 Punti di Misura .....	6	4.3.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	20
3.3 Tempi e Frequenze.....	6	4.3.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	20
<b>4 Relazioni specifiche delle singole componenti ambientali .....</b>	<b>7</b>	4.4 Vibrazioni.....	22
4.1 Atmosfera .....	7	4.4.1 Obiettivi del monitoraggio .....	22
4.1.1 Obiettivi del monitoraggio .....	7	4.4.2 Normativa di riferimento.....	22
4.1.2 Normativa di riferimento.....	7	4.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	23
Normativa nazionale.....	7	4.4.4 Modalità di monitoraggio e parametri.....	23
4.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	8	4.4.5 Elaborazioni delle misure.....	23
4.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio .....	9	4.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	24
4.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	10	<b>5 Elaborati grafici: Localizzazione dei punti di misura .....</b>	<b>26</b>
Metodologia di acquisizione parametri convenzionali .....	10		
Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali .....	11		
4.1.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	11		
4.2 Acque sotterranee .....	13		
4.2.1 Obiettivi del monitoraggio .....	13		
4.2.2 Normativa di riferimento.....	13		
Normativa Comunitaria.....	13		
Normativa nazionale.....	13		
4.2.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	13		
4.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio .....	14		
4.2.5 Specifiche e strumentazioni di monitoraggio .....	16		
Misure in situ .....	16		

## 1 PREMESSA

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al Progetto Definitivo del Nodo ferroviario di Torino in cui è previsto il completamento del collegamento diretto tra Torino Porta Susa – Torino Porta Nuova.

Il presente documento è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163” (norme tecniche di attuazione dell’allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015” .

Il progetto di monitoraggio, in base alle risultanze degli studi effettuati a supporto del progetto definitivo (NT0P00D69RGCA0000001B\_Aspetti Ambientale della Cantierizzazione), individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell’opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Opere ed interventi in progetto

Il collegamento in oggetto si inserisce nell'ottica del potenziamento del Nodo Ferroviario di Torino con l'eliminazione dei punti critici in corrispondenza di Quadrivio Zappata e Bivio Crocetta.

La linea diretta si svilupperà in affiancamento alla linea storica esistente tra TO PN e TO PS e consisterà nella realizzazione di un nuovo tratto di linea a doppio binario di circa 4 km, costituente il proseguimento in corretto tracciato della Linea Storica dai binari 1 e 2 di Torino Porta Susa verso Torino Porta Nuova, con percorso indipendente da Bivio Crocetta e Quadrivio Zappata.

Nello specifico, il presente progetto ricade interamente all'interno del Comune di Torino e più specificatamente all'interno del nodo ferroviario del capoluogo Piemontese.



Figura 2-1 Tratta oggetto di intervento

Come anticipato, il tracciato della linea sarà composto da un tratto di linea a doppio binario di circa 4 km (3 km in galleria e circa 1 km in trincea) come proseguimento in corretto tracciato della Linea Storica dai binari 1 e 2 di Torino Porta Susa verso Torino Porta Nuova e prevede la il completamento del tratto in galleria per circa 130 metri al di sotto di via Turati a mezzo di galleria artificiale.

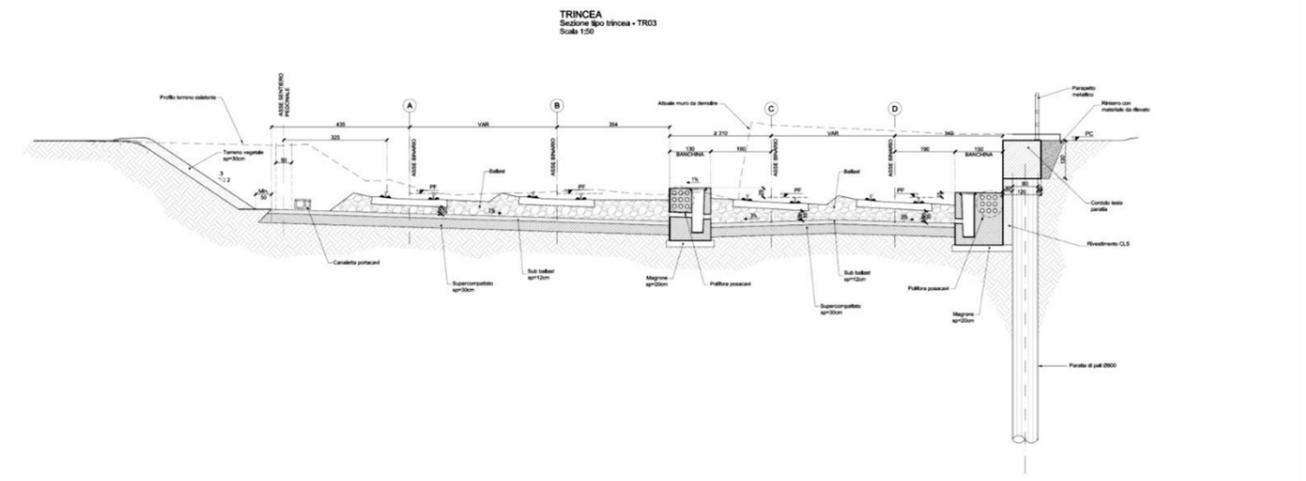


Figura 2-2 Sezione tipo in trincea

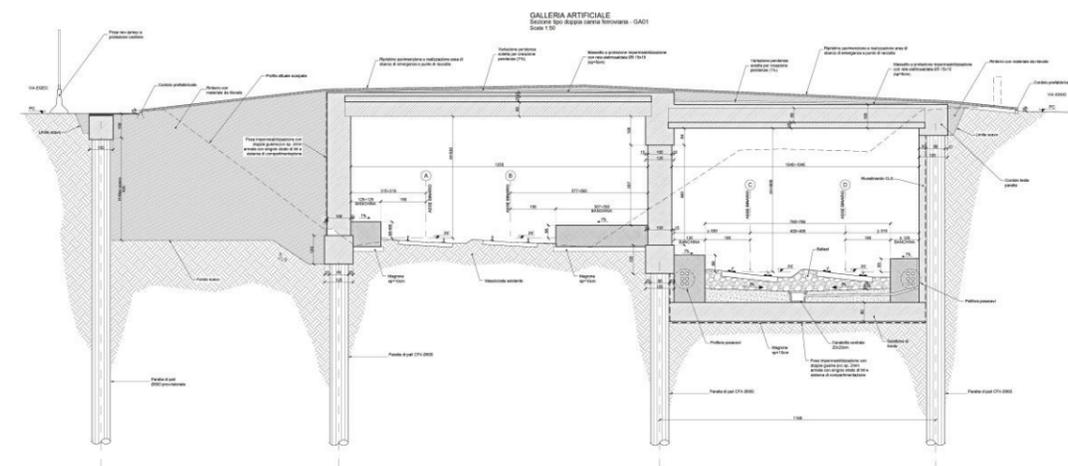


Figura 2-3 Sezione tipo Galleria Artificiale

L'innesto della linea nella stazione di Torino Porta Nuova è prevista sull'assetto dell'attuale linea Torino – Milano, il cui tracciato viene a sua volta modificato creando un nuovo innesto con un bivio a raso con la linea Torino - Genova.

Dal punto di vista impiantistico, la linea Diretta P. Susa – P. Nuova, sarà dotata di attrezzaggio omogeneo con quello delle tratte già attrezzate ed in esercizio (Quadruplicamento) e con quanto previsto nel Pd di adeguamento sicurezza delle gallerie in esercizio, nel rispetto delle STI 2008 e del DM 2005.

In merito agli aspetti prettamente tecnologici, saranno previsti i componenti più recenti.

Poiché la parte di linea diretta esistente che si sviluppa in adiacenza alla linea storica risulta non completamente separata da essa a causa della presenza di ampie finestrate, si prevederà l'adozione di idonee tamponature in corrispondenza delle finestrate esistenti in modo da progettare gli impianti di sicurezza a servizio della galleria della linea diretta in maniera indipendente da quella della linea storica.

In sintesi si elencano i principali interventi previsti nella Progettazione Definitiva della linea diretta:

- Realizzazione del nuovo tratto di galleria in corrispondenza di Largo Turati e delle opere di contenimento del tratto in trincea tra l'imbocco di Largo Turati e porta Nuova.
- Realizzazione linea a doppio Binario tra Torino Porta Susa e Torino Porta Nuova con armamento su ballast.
- Cabina MT/BT poste in corrispondenza dell'imbocco per alimentazione impianto LFM
- Impianti ed alimentazioni: sistema di interruzione e messa a terra della linea di contatto, dorsali a 1 kV per l'illuminazione di emergenza e per l'alimentazione delle utenze, illuminazione in galleria, impianti LFM, impianti antincendio e controllo fumi,
- Realizzazione di finiture ed elementi accessori alle gallerie quali, adeguamento delle dimensioni dei camminamenti, dotazioni di corrimano sulle vie di esodo, realizzazione di nuovi torrini a copertura delle uscite di sicurezza.

## 2.2 Sistema di cantierizzazione

Per la realizzazione delle opere in progetto, si prevede l'utilizzo di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;

- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- Riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

Al fine di fornire un quadro complessivo delle diverse aree a supporto della cantierizzazione delle opere in oggetto è possibile fare riferimento alla Tabella 2-1

Tabella 2-1 Sintesi dei cantieri

Codice	Descrizione	Superficie mq	Comune
CB.01	Cantiere Base	2.000	Torino
CO.01	Cantiere Operativo	500	Torino
CO.02	Cantiere Operativo	800	Torino
CO.03	Cantiere Operativo	360	Torino
CO.CT 1-2	Cantiere Operativo C.so Turati (fasi 1 e 2)	250	Torino
CO.CT 3-4	Cantiere Operativo C.so Turati (fasi 3 e 4)	900	Torino
AR.TE-TC.01	Cantiere Armamento	10.500	Orbassano
AR.TE-TC.02	Cantiere Armamento	5.700	Torino
AR.TE-TC.03	Cantiere Armamento	1.700	Torino
AS.01	Area Stoccaggio	1.400	Torino
AS.02	Area Stoccaggio	6.900	Torino
AS.03	Area Stoccaggio	1.100	Torino
AS.04	Area Stoccaggio	550	Torino
AT.01	Area Tecnica - nuovo torrino	360	Torino
AT.02	Area Tecnica - nuovo torrino	120	Torino
AT.03	Area Tecnica - nuovo torrino	730	Torino
AT.04	Area Tecnica - nuovo torrino	330	Torino
AT.05	Area Tecnica - nuovo torrino	270	Torino
AT.06	Area Tecnica - nuovo torrino	130	Torino
AT.07	Area Tecnica - nuovo torrino	300	Torino

Per maggiori dettagli sulla cantierizzazione si rimanda agli elaborati specialistici, quali (NT0P00D53RGCA0000001B) "Relazione generale di cantierizzazione" e (NT0P00D69RGCA0000001B) "Aspetti Ambientale della Cantierizzazione".

### 3 RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

#### 3.1 I ricettori

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

Il censimento dei ricettori ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno in tutti i tratti di linea ferrovia allo scoperto. Tuttavia, l'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a circa 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.

Per la localizzazione dei ricettori si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici allegati allo studio acustico NT0P00D22P6IM0004001-4A\_Planimetria localizzazione dei ricettori censiti" e all'elaborato specialistico "NT0P00D22SHIM0000001A\_Schede di censimento dei ricettori".

#### 3.2 Punti di Misura

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in questa fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione (in seguito denominato PAC), sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate alla presente relazione.

#### 3.3 Tempi e Frequenze

Nel presente PMA per ogni componente ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Per quanto riguarda la durata delle misure, essa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza dei cantieri. La durata complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

## 4 RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

### 4.1 Atmosfera

#### 4.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni successive in corso d'opera ad un aggiornamento della valutazione delle emissioni prodotte in fase di cantiere;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati negli studi di impatto ambientale.

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

In fase di corso d'opera, le misure di atmosfera non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze".

#### 4.1.2 Normativa di riferimento

##### Normativa nazionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- D.P.R. 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria

relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;

- D.M. 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 21/05/2004 n.183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria;
- D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente atmosfera, descritto di seguito, è stato redatto in conformità delle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014".

Inoltre il progetto di monitoraggio della componente atmosfera descritto in questo elaborato è stato definito sulla base del documento “Linee Guida per il monitoraggio dell’atmosfera nei cantieri di grandi opere” prodotto da Italferr a Giugno 2012.

I risultati delle simulazioni modellistiche che sono stati eseguite sono stati confrontati con i limiti di legge contenuti nelle tabelle 1,2,3 del D.Lgs. 250/2012. Vengono riportate di seguito le Tabelle indicate.

Tabella 4-1 Valori limite ai sensi del D.Lgs. 250/2012, Allegato XI

PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 24 volte per anno civile)
1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 3 volte per anno civile)
<b>BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>	
1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>BENZENE</b>	
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
<b>PIOMBO (Pb)</b>	
Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>10</sub></b>	
1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	
<b>FASE 1</b>	
Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>FASE 2</b>	
Anno civile	Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22, comma 6, tenuto conto del

	valore indicativo di 20 µg/m <sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione Europea.
--	---

Tabella 4-2 Livelli critici per la protezione della vegetazione ai sensi del D. lgs. 250/2012

PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	
Livello critico annuale	20 µg/m <sup>3</sup>
Livello critico invernale	20 µg/m <sup>3</sup>
<b>BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>	
Livello critico annuale	30 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4-3 Soglie di informazione e di allarme per l’ozono ai sensi del D. lgs. 250/2012

FINALITÀ	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA
Informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
Allarme	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>

#### 4.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell’ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio, è effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell’aria contenute nel SIA e/o nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO), così come riportati nelle Linee Guida ministeriali:

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima di ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e alle valutazioni condotte mediante modelli e stime nell’ambito dello SIA;
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un’efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell’area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscale e microscale;

- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO e PO).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata valutando sia il posizionamento dei ricettori, sia la severità dei potenziali impatti (legata alla tipologia delle lavorazioni e alla sensibilità del territorio) e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi denominati "stazioni di monitoraggio".

Per "stazione" si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici. In particolare, nel nostro caso si definiscono due tipologie di sezione di monitoraggio:

- monitoraggio delle aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori;
- monitoraggio del traffico veicolare di cantiere.

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un'area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall'attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno, ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

Nel caso in esame, in funzione dell'ampiezza delle aree interferite, del numero di ricettori presenti, della severità dei potenziali impatti e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera, la rete di monitoraggio sarà composta da 8 sezioni di monitoraggio, costituite da 4 punti influenzati dalle attività di cantiere, 2 punti influenzati dal traffico veicolare dei mezzi d'opera e 2 punti di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere.

Tutti i punti saranno monitorati sia in fase ante operam che in corso d'opera. In virtù della natura dell'opera, non si prevedono elementi di impatto per la componente atmosfera durante l'esercizio dell'opera, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post operam, per detta componente.

La localizzazione delle sezioni di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio è rappresentata nelle tavole allegate al presente documento. Le sezioni di monitoraggio saranno sia del tipo ATC, ovvero per il monitoraggio delle attività dei cantieri fissi, che del tipo ATV ossia per il monitoraggio dell'impatto sull'aria dovuto al passaggio dei mezzi di cantiere atti all'approvvigionamento e all'allontanamento dei materiali.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna stazione è determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d'opera, sempre con la finalità di evidenziare nella sezione il contributo delle emissioni di cantiere.

In particolare, l'ubicazione esatta dei punti da monitorare dovrà essere confermata a seguito della verifica dell'effettiva cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo.

#### 4.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Sulla base del documento "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italfer a Giugno 2012, i parametri della qualità dell'aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi: il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell'aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'opera.

Nota la finalità del monitoraggio per detta componente i parametri oggetto di indagine sono:

- Parametri convenzionali
  - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10);
  - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM2.5);
  - fibre di amianto.
- Parametri non convenzionali
  - analisi della composizione chimica del particolato relativamente agli elementi terrigeni nel particolato sedimentabile (deposizioni)

- misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
- misura simultanea delle polveri con metodo gravimetrico e della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici.

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni atmosferiche;
- pressione barometrica;
- radiazione solare;

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera ante operam: esso risulta infatti necessario per la definizione dello stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori, integrando possibilmente le misure svolte con le informazioni raccolte nel tempo dalle centraline di rilevamento locali;
- il monitoraggio della componente atmosfera in corso d'opera, per le interferenze dovute all'attività dei cantieri fissi (aree tecniche, aree di stoccaggio, etc.) e del traffico veicolare di cantiere.

#### 4.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

##### Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico saranno utilizzate stazioni di misura conformi ai sensi dell'art.1 comma g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.:

- per quanto riguarda i requisiti richiesti per la strumentazione;
- utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;

- strumentazione che permetta un'acquisizione e restituzione dei dati utile ad intervenire tempestivamente in caso di anomalie.

In particolare, per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati verranno utilizzate strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) e le principali norme tecniche (ad esempio per le polveri sottili la UNI EN 12341) così da ottenere dei dati validati e confrontabili con le centraline degli Enti territoriali competenti per la determinazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i. ed avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria delle zone territoriali su cui insistono le aree di cantiere e l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

Per quanto concerne il monitoraggio delle fibre di amianto presenti in aria, le modalità di campionamento prevedono un prelievo di aria ambiente mediante pompe ad alto flusso della durata di 8 ore consecutive ad un flusso di 6-10 l/min mantenuto costante per il periodo di campionamento su membrana di MCE da 0,8 µm di porosità con diametro di 47 mm. Il volume d'aria campionato deve essere almeno pari a 3000 l e verrà misurato con contatore specifico per gas e vapori. Tale prelievo sarà preceduto da prove preliminari al fine di adeguare le condizioni di prelievo alla polverosità ambientale presente. In questo modo sarà possibile tarare il flusso di prelievo ed i volumi di aria campionati per evitare il sovraccarico di materiale sui filtri. Le fibre verranno raccolte su un filtro a membrana quadrigliato in esteri misti di cellulosa avente diametro 47 mm specifici per campionamenti per la ricerca di amianto. Contestualmente alla fase di prelievo verranno monitorati i principali dati meteorologici (vento, temperatura, pressione, umidità, etc.).

I prelievi campionati saranno sottoposti successivamente ad analisi in microscopia elettronica a scansione (SEM-EDS). Per l'esecuzione delle analisi verrà seguito quanto indicato dall'allegato 2 del DM 6/9/94. La concentrazione di fibre aeree disperse (ff/l) sarà calcolata tenendo conto dei seguenti parametri:

- numero di fibre conteggiate;
- tipologia delle fibre di amianto riscontrate;
- diametro effettivo del filtro di prelievo;
- numero di campi ispezionati;
- area di un campo a 2000X;
- volume di aria aspirata normalizzato a 20°C e 1013 mbar

L'analisi dovrà fornire sia la concentrazione di "fibre totali" (organiche e inorganiche) sia la concentrazione di "fibre d'amianto", con la relativa identificazione delle fibre.

#### Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

Deposizione e microscopia: questa tecnica consente l'acquisizione, sulla base di periodi più lunghi (ad esempio 7 gg) di campioni di materiale particolato depositato, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. Utilizzando un campionatore che si attiva solo in assenza di precipitazione (Dry-Only), saranno acquisiti i dati di deposizione di massa (mg/mq\*giorno) di polveri sedimentate, nonché vetrini per microscopio ottico sul quale effettuare l'osservazione qualitativa della natura delle polveri e della loro distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione, naturalmente in riferimento alle osservazioni da microscopio ottico che, in pratica, si riferiscono a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3 mm circa.

Anche in questo caso, al fine di chiarire meglio il senso delle osservazioni, nelle figure seguenti sono mostrate le apparecchiature per questo tipo di valutazione. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura molto simile a quella presentata in fotografia:



Tale apparecchio si attiva in assenza di precipitazioni raccogliendo il materiale sedimentato. Quest'ultimo viene poi valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La foto di seguito riportata si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



L'analisi automatica dell'immagine rende possibile la valutazione della distribuzione granulometrica e la classificazione del materiale depositato in classi di "colore" aggiungendo importanti informazioni a quelle già acquisite e che possono essere riportate in tabelle simili a quella che viene di seguito mostrata ove appunto sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200 µm di diametro e tre classi di colore (Nero, Bianco, Marrone).

#### *4.1.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio*

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi di:

- Ante operam: in assenza di attività di cantiere;
- Corso d'opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere.

Di seguito si riporta il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate.

#### **Monitoraggio ante-operam:**

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo ed identificazione 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;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.

Si prevede di effettuare le misure della fase ante operam entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l'effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

#### **Monitoraggio corso d'opera:**

Le attività di monitoraggio dovranno essere precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione che sarà eseguita in fase di progetto esecutivo.

Sulla base delle risultanze delle simulazioni integrative, Italferr provvederà a confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e a comunicarle agli Enti competenti.

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi per ogni anno di durata dei lavori e sono così definite:

- 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;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate al presente documento, con durata e frequenza come di seguito riportato:

**Fase ante operam**

- durata: 6 mesi;
- frequenza: due volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione.

**Fase corso d'opera**

- durata: per tutta la durata dei lavori, circa 3,4 anni;
- frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori.

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 15 giorni; la tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

Tabella 4-4 Atmosfera: Punti di monitoraggio

Codice punto	Localizzazione	Fase	Frequenza	N° campagne
ATC 01	CO.01	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATC 02	CO.CT1-2 CO.CT3-4	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATC 03	AS.02	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATC 04	AS.02	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATV 01	Corso Filippo Turati	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATV 02	Corso Galileo Ferraris	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATNI 01	Corso Vittorio Emanuele II	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14
ATNI 02	Via G. Reni	AO	semestrale	2
		CO	trimestrale	14

Nello stralcio di seguito si riporta la posizione dei punti N.I. (punti "non influenzati" dalle attività di cantiere); nella successiva fase progettuale i punti individuati potranno subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti dei modelli previsionale da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo e di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).



Figura 4-1 Localizzazione dei Punti Non Influenzati - N.I.

## 4.2 Acque sotterranee

### 4.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

### 4.2.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

#### Normativa Comunitaria

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

#### Normativa nazionale

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).

### 4.2.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015", in linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;
- zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati

per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell'interfaccia acqua dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;

- corsi d'acqua superficiali in interconnessione con la falda;
- aree di particolare sensibilità e rilevanza ambientale e/o socio-economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);
- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti etc.
- Dall'analisi della situazione idrogeologica dell'area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere è stato individuato il seguente ambiti di maggiore sensibilità:
- aree di captazione idrica; costituiti dai numerosi pozzi e sorgenti che sono stati censiti in seguito agli studi geologici e idrogeologici;

Per le aree di captazione idrica la sensibilità è duplice, e deriva sia dalle condizioni intrinseche dell'elemento, per via della capacità di veicolare un eventuale inquinante in falda, che per la posizione relativa delle stesse rispetto al tracciato di progetto.

Si riportano di seguito i punti di monitoraggio scelti:

Tabella 4 7 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	UNITÀ IDRO	PERMEABILITÀ	LIVELLO FALDA DA P.C.	DIREZIONE DI DEFLUSSO DELLA FALDA	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO 01	Monte	0+850	R	Materiale di riporto e/o rimaneggiato con inerti	10 <sup>-6</sup> > k > 10 <sup>-5</sup>	ca 15 m	E/SE
			Fg	Depositi fluvio glaciali costituiti da ghiaie e sabbie			
ASO 02	Valle	0+700	R	Materiale di riporto e/o rimaneggiato con inerti	10 <sup>-6</sup> > k > 10 <sup>-5</sup>	ca 15 m	E/SE
			Fg	Depositi fluvio glaciali costituiti da ghiaie e sabbie			

Sono stati individuati i punti di monitoraggio nelle aree di potenziale impatto, atti a caratterizzare i parametri delle acque sotterranee nei punti ritenuti più critici.

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

#### 4.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

#### Indagini quantitative

- livello piezometrico su pozzi: Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto, all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

#### Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali)

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Cloruri
- Cloro attivo
- Fluoruri
- Solfati
- Bicarbonati
- Nitrati
- Nitriti
- Ammonio
- Solidi disciolti totali (TDS)
- Solidi sospesi totali (TSS)
- Elementi in traccia

- Ferro
- Cromo totale
- Piombo
- Zinco
- Rame
- Nichel
- Cadmio

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella 13.

I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e di indagare soprattutto i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività ed agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

Tabella 4-5 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
INDAGINI DI LABORATORIO		

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
calcio	EPA6010	mg/l
sodio	EPA6010	mg/l
potassio	EPA6010	mg/l
magnesio	EPA6010	mg/l
cloruri	APAT4020	mg/l
cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
fluoruri	APAT4020	µg/l
solfati	APAT4020	mg/l
bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	meq/l HCO <sub>3</sub>
nitrati	APAT4020	mg/l
nitriti	APAT4020	µg/l
ammonio	APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003	mg/l
solidi disciolti totali (TDS)	UNI EN 15216:2008	mg/l
Solidi sospesi totali (TSS)	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
cromo totale	EPA6020	µg/l
piombo	EPA6020	µg/l
zinco	EPA6020	µg/l
rame	EPA6020	µg/l
nicel	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	µg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 8015 UNI 9377	µg/l

#### 4.2.5 Specifiche e strumentazioni di monitoraggio

##### Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura. Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche.

Nello specifico, lo spurgo viene eseguito mediante la tecnica del basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi.

Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.).

#### 4.3.5.2 Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche;
- bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche;
- bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni.

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero ed il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua ed altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività

di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

#### 4.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per ogni area critica una coppia di punti di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

La rete di monitoraggio sarà costituita da n. 8 coppie di punti, secondo i criteri di sopra esplicitati, e dai 7 piezometri utilizzati per la campagna di sondaggi effettuati da Italferr nell'anno 2018, per un totale di 23 postazioni di rilievo.

Le coppie di punti saranno posizionate secondo la direzione di deflusso prima e dopo quelle opere o aree di cantiere che possono provocare interferenza con la falda.

Qualora emergesse la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area.

Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità, quando il livello della falda possa risalire fino a raggiungere il livello delle lavorazioni; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

Ogni postazione dovrà infatti essere posizionata in una zona protetta ma accessibile e dovrà essere protetta in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate alla presente relazione come di seguito riportato:

##### Fase AO

- Durata 6 mesi;
- frequenza: due volte precedente l'inizio dei lavori;

##### Fase CO

- durata: per tutta la durata dei lavori; circa 3,4 anni;
- frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori;

##### Fase PO

- durata: 6 mesi;

- Frequenza: trimestrale, per un totale di due campagne da eseguirsi nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura;

Tabella 4-6Punti di monitoraggio e frequenza per la componente acque sotterranee

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	Ao (6 MESI)	Co (~3,4 ANNI)	Po (6 MESI)
ASO 01	Monte	0+850	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO 02	Valle	0+700	2 volte	Trimestrale	2 volte

### 4.3 Rumore

#### 4.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente.

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Per la fase post operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova linea, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

Le misure dovranno essere effettuate ante operam, corso d'opera e post operam, ossia dopo l'ingresso in esercizio dell'opera in progetto, in aree con o senza necessità di opere di mitigazione.

In fase di corso d'opera, le misure di rumore, non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

#### 4.3.2 Normativa di riferimento

##### Normativa nazionale

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del

decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005);

- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale;
- Circolare 6 Settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004);
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal 16-6-2004;
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004);
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- Decreto 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. (GU n. 288 del 12-12-2001);
- Decreto Ministero Ambiente 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" (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000);
- D.P.R. 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 Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore descritto di seguito è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".

#### 4.3.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto degli standard o dei valori limite definiti dalle leggi, in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti in base alla classificazione acustica del territorio.

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d'opera e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura
- elaborazione dei dati
- emissioni di reportistica ed inserimento in banca dati

In caso di criticità riscontrate, attribuibili all'opera in oggetto, sarà segnalato il superamento registrato in modo da intervenire tempestivamente con misure preventive o di mitigazione.

La metodica di misura si fonda sul rilievo del rumore in postazioni di differenti tipologie:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante operam - corso d'opera);
- RUV, per il monitoraggio del rumore prodotto dalla viabilità di cantiere (ante operam - corso d'opera);
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (corso d'opera);

- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam - post operam).

Nel caso in oggetto, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare, della dotazione infrastrutturale e del territorio in cui si inserisce, si prevedono misure di tipo RUC, RUV, RUL e RUF.

Nella fase ante-operam saranno monitorati tutti i punti al fine di caratterizzare lo stato di fondo.

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato (ferroviario, cantieri, FAL) si prevede di eseguire per le tipologie di punti RUC, e RUL, delle misure di 24 ore, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, mentre per le misure RUV la durata sarà di 7 giorni; le misure saranno eseguite in fase ante operam ed in corso d'opera per il controllo e la caratterizzazione del rumore nelle aree di cantiere (RUC), per il controllo del rumore dovuto all'avanzamento del fronte avanzamento lavori e per il controllo del transito dei mezzi pesanti per il trasporto dei materiali (RUV).

Saranno infine eseguite delle misure di 24 ore del tipo RUF per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario.

Le postazioni RUC sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose e sono finalizzate a verificare l'efficacia delle barriere antirumore di cantiere, fisse e mobili, previste a protezione di tali ricettori.

Le postazioni RUL sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori e quindi maggiormente esposti alle attività di realizzazione delle opere.

Le postazioni RUV, su cui saranno effettuate campagne di misura della durata di 7 giorni, saranno volte a valutare l'incremento del rumore in Corso d'opera sui ricettori ubicati lungo la viabilità interessata dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali.

Le postazioni RUF sono localizzate in corrispondenza dei ricettori sensibili e residenziali su cui saranno effettuate campagne di misura di 24h, saranno volte a valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica, dove previste.

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione dei ricettori rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area, aumentando opportunamente la densità dei punti di monitoraggio, posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti.

#### 4.3.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

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

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

	contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.
Treni N	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
LAeq, F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LAE, TR	SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAEi relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente: $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ LAEi è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.
LAeq, TR	è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente: $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR; k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LA	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LR	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve

#### 4.3.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUF, RUV).

Nel complesso si prevedono:

- 4 RUC;
- 1 RUL;
- 2 RUV;
- 2 RUF

Per un totale di 9 postazioni.

Tabella 4-7 Punti di monitoraggio sulla componente rumore

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
RUC 01	CO.01	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 02	CO.CT1-2 CO.CT3-4	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 03	AS.02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 04	AS.02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUL 01	TR02/ Attività dii Palificazione	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
RUV 01	Corso Filippo Turati	AO	n. 1 campagna	7g
		CO	trimestrale	7g
RUV 02	Corso Galileo Ferraris	AO	n. 1 campagna	7g
		CO	trimestrale	7g
RUF 01	0+680	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
RUF 02	0+750	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h

#### 4.4 Vibrazioni

Le principali sorgenti di vibrazioni nei cantieri sono generalmente connesse alle attività di demolizione, scavo, perforazione e palificazione. Nel caso specifico, per le opere in esame, gli impatti da vibrazione significativi durante l'esecuzione delle opere risultano essere prodotti dalle attività di realizzazione di trincee, dalle attività di palificazione e dal passaggio dei mezzi pesanti per la movimentazione dei materiali funzionali alla realizzazione delle opere.

##### 4.4.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti e verificare l'eventuale disturbo indotto. In fase di corso d'opera, le misure di vibrazioni non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

##### 4.4.2 Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo e dalla UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

##### ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1-80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione  $a_{rms}$  definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità

(in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

##### UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ ) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 4-8 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

Luogo	Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]
Abitazioni (notte)	3,6*10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (giorno)	7,2*10 <sup>-3</sup>
Luoghi lavorativi	14,0*10 <sup>-3</sup>
Ospedali, case di cura, ecc..	2,0*10 <sup>-3</sup>
Asili e case di riposo	3,6*10 <sup>-3</sup>
Scuole	5,4*10 <sup>-3</sup>

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A4: attività di cantiere).

#### **UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”**

Tale norma non fornisce limiti ben definiti ma fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati, di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

La norma classifica le definizioni di danno in funzione degli effetti che le vibrazioni provocano agli edifici secondo la seguente terminologia:

- danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici intonacate o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazione di fessure filiformi nei giunti a malta delle costruzioni in mattoni e in calcestruzzo;
- danno minore: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco di muri a secco; formazione di fessure in blocchi di mattoni o di calcestruzzo;
- danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nelle colonne di supporto; apertura di giunti; serie di fessure nella muratura.

#### *4.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare*

Per la definizione della rete di monitoraggio si sono individuate aree sensibili tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

- tipo di fonte di vibrazioni (livelli, spettro, durata nel tempo, etc.);
- condizioni geolitologiche e singolarità geolitologiche (caratteristiche geomeccaniche delle formazioni in posto, bancate di strati a maggiore consistenza, falde, etc.);
- presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (tunnels, opere in fondazione, etc.);
- sensibilità dei ricettori dipendente da: destinazione d'uso, valore storico testimoniale;
- svolgimento di funzioni di servizio pubblico (ad es.: ospedali), etc.

La distribuzione dei punti di monitoraggio sarà più fitta nelle zone maggiormente edificate e laddove le attività lavorative impattanti per la componente vibrazione (es: scavo, fondazioni pali, etc.) sono svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori.

#### *4.4.4 Modalità di monitoraggio e parametri*

I rilievi sono eseguiti per mezzo di un analizzatore di frequenza in tempo reale (per la classe 1 conforme alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 e alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994 per quanto riguarda i filtri) collegato ad un accelerometro per mezzo di un opportuno preamplificatore di segnale. Il principio di funzionamento dell'accelerometro si basa sulla nota relazione  $F = M \times a$ , per cui un corpo di massa  $M$  cui è applicata una forza  $F$  si sposta con accelerazione  $a$ . Il fenomeno vibratorio imprime alla massa  $M$  una forza  $F$ , la forza attua uno sforzo di compressione o di taglio su un cristallo piezoelettrico, il quale genera una carica elettrica proporzionale alla forza e di conseguenza all'accelerazione. L'accelerometro sfrutta la tecnologia LIVM (Low impedance voltage mode) che permette di convertire l'alta impedenza dei segnali elettrici generati dal cristallo piezoelettrico in una tensione a bassa impedenza per trasmettere il segnale sui cavi elettrici e mantenere un'eccellente immunità al rumore elettrico, tanto che la sensibilità di detto accelerometro è pari a 517.50 mV/g corrispondente a 52,77 mV/m/s<sup>2</sup> nel range di frequenza da 1Hz a 3000 Hz. Il rumore elettrico equivalente è, invece, pari a 0.0001 G corrispondente a 0,980665 mm/s<sup>2</sup>. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

- tipologia delle fonti di vibrazione;
- evoluzione temporale del fenomeno vibratorio (vibrazioni stazionarie o transitorie);
- tipologia del macchinario da misurare;
- natura del suolo su cui viene effettuato il rilevamento.

#### *4.4.5 Elaborazioni delle misure*

L'elaborazione delle misurazioni sarà effettuata per ogni evento significativo, per ogni sensore installato e per ogni direzione di misura. I segnali, registrati nel dominio del tempo dovranno essere analizzati nel dominio delle frequenze nel campo da 1 a 80 Hz, rappresentando gli spettri in diagrammi ad 1/3 di ottava. Più in dettaglio per ogni sito di misura e per ogni posizione dovrà essere diagrammato lo spettro medio e lo scarto quadratico medio delle misure delle tre componenti, composte secondo le indicazioni della

normativa ISO 2631. Si ricorda che ogni diagramma dovrà essere completato dalla tabella dei valori relativi al diagramma stesso.

Negli spettri elaborati sarà sovrapposta, inoltre, la curva indicata dalle norme ISO 2631 per la soglia di sensibilità umana tra 1-80 Hz e quella caratteristica degli ambienti di lavoro (curva ISOX4). Ciò potrà essere utile per paragonare i valori ottenuti alla soglia di percezione umana.

#### 4.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per la componente vibrazioni si prevedono tre tipologie di postazioni di misura:

- le postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- le postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del FAL, da monitorare nella fase CO;
- le postazioni di tipo VIF per la verifica dell'impatto indotto dal transito dei treni nel post operam e per determinare la necessità o meno di interventi di mitigazione, da monitorare nelle fasi AO e PO.

In particolare, i VIL si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di palificazione.

Le misure VIF saranno previste in corrispondenza dei ricettori residenziali prossimi alla linea e oggetto di potenziale disturbo, le misure saranno funzionali al rilievo dell'accelerazione nelle tre direzioni fondamentali e saranno caratterizzate in termini di analisi settoriale ed occorrenza temporale, secondo i dettami e i criteri delle seguenti norme:

- Norma 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"
- Norma 11048:2003 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo"
- Norma 9916:2004 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"

Le prime due norme si rivolgono specificamente alla definizione dei criteri di valutazione del disturbo alle persone, mentre la terza norma indica criteri per la misura e la valutazione delle vibrazioni con riferimento ai possibili danni strutturali.

Al fine della valutazione del livello di disturbo, saranno impiegati i valori limite da normativa riportati nella tabella sottostante.

Tabella 4-9 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

Luogo	Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]
Abitazioni (notte)	3,6*10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (giorno)	7,2*10 <sup>-3</sup>
Luoghi lavorativi	14,0*10 <sup>-3</sup>
Ospedali, case di cura, ecc..	2,0*10 <sup>-3</sup>
Asili e case di riposo	3,6*10 <sup>-3</sup>
Scuole	5,4*10 <sup>-3</sup>

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente vibrazioni, nonché la tipologia di punto (VIC, VIL e VIF).

Nel complesso si prevedono:

- 1 VIC;
- 1 VIL;
- 4 VIF.

per un totale di 6 postazioni di misura.

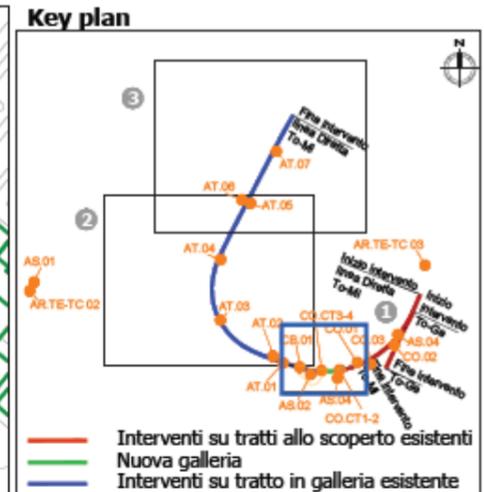
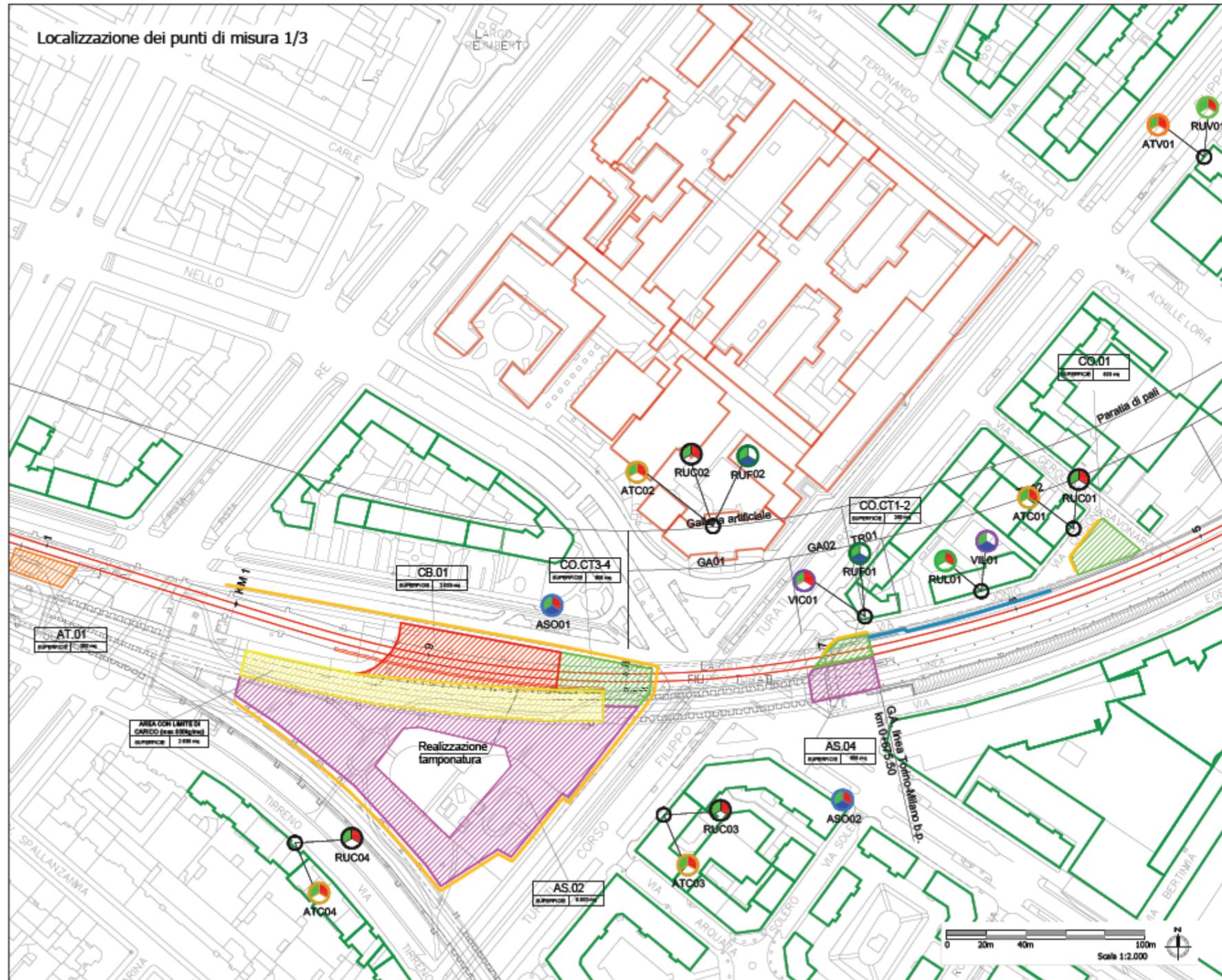
Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda alle tavole allegate al presente documento. Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sui punti VIC e VIF. Nella fase Corso d'Opera sono previste due campagne di misura per i punti VIC e VIL. In fase di Post Operam sarà svolta una campagna di monitoraggio sui punti VIF.

Nella tabella seguente è riportata l'indicazione delle postazioni di rilievo, e la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

Tabella 4-10 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIC 01	CO.CT1-2	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 01	TR02/ Attività di Palificazione	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIF 01	1+450	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
VIF 02	1+850	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
VIF 03	2+250	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
VIF 04	2+750	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h

## 5 ELABORATI GRAFICI: LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MISURA



**Legenda**

Interventi di progetto	CB - Cantiere base
CO - Cantiere operativo	AT - Area tecnica
AS - Area di stoccaggio	Area con limite di carico

**Ricettori e barriere acustiche**

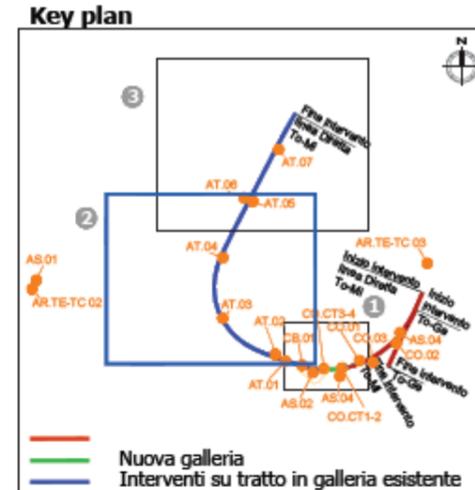
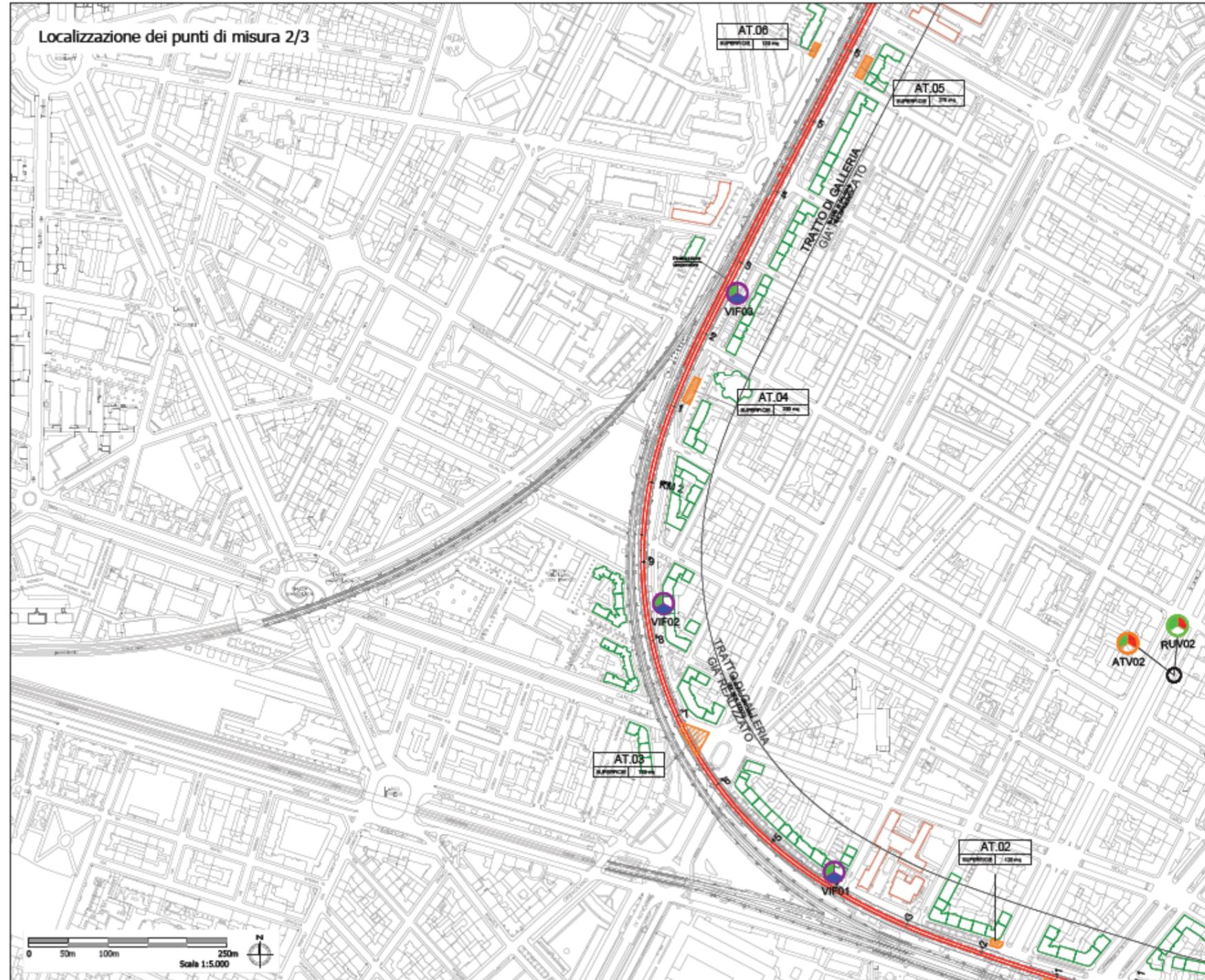
Ricettori acustici	Barriere antirumore di cantiere fisso
Ricettori acustici sensibili	Barriere acustiche della linea ferroviaria

**PUNTI DI MONITORAGGIO**

Simbolo	Descrizione
	ATC - ATMOSFERA CANTIERE
	ATV - ATMOSFERA VIABILITA' DI CANTIERE
	ASO - ACQUE SOTTERRANEE
	VIL - VIBRAZIONI FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	VIC - VIBRAZIONE CANTIERE
	VIF - VIBRAZIONE TRANSITO FERROVIARIO
	RUC - RUMORE CANTIERE
	RUV - RUMORE VIABILITA' DI CANTIERE
	RUL - RUMORE FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	RUF - RUMORE TRANSITO FERROVIARIO

**Fase di monitoraggio**

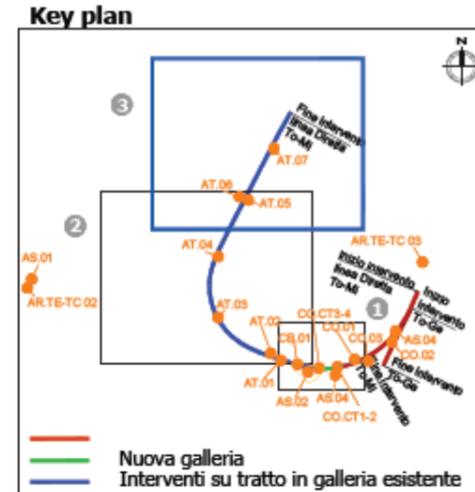
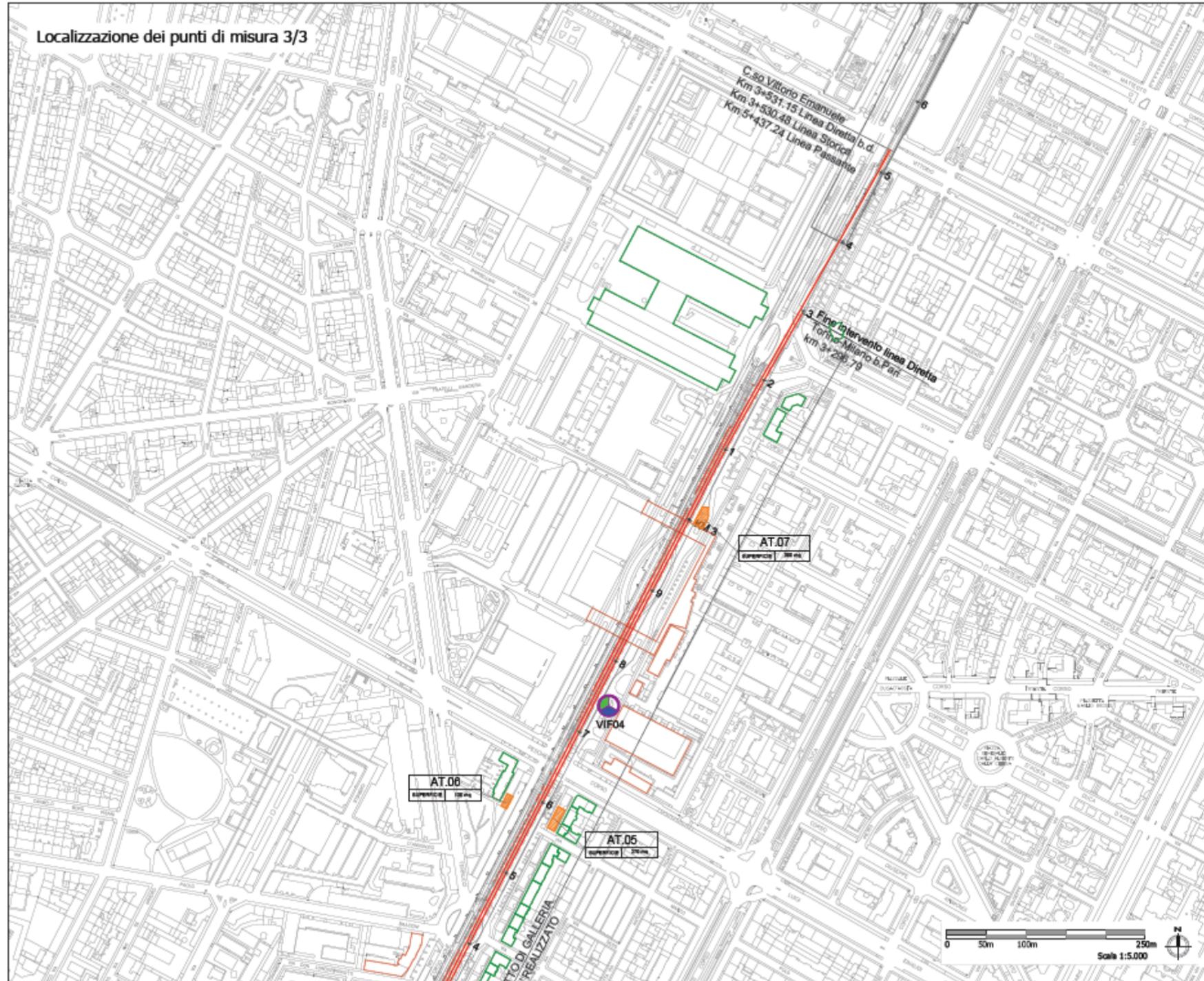
	ANTE OPERAM
	POST OPERAM
	CORSO D'OPERA



- Legenda**
- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| Interventi di progetto  | CB - Cantiere base        |
| CO - Cantiere operativo | AT - Area tecnica         |
| AS - Area di stoccaggio | Area con limite di carico |
- Ricettori e barriere acustiche**
- Ricettori acustici
  - Ricettori acustici sensibili
  - Barriere antirumore di cantiere fisso
  - Barriere acustiche della linea ferroviaria

PUNTI DI MONITORAGGIO	
Simbolo	Descrizione
	ATC - ATMOSFERA CANTIERE
	ATV - ATMOSFERA VIABILITA' DI CANTIERE
	ASO - ACQUE SOTTERRANEE
	VIL - VIBRAZIONI FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	VIC - VIBRAZIONE CANTIERE
	VIF - VIBRAZIONE TRANSITO FERROVIARIO
	RUC - RUMORE CANTIERE
	RUV - RUMORE VIABILITA' DI CANTIERE
	RUL - RUMORE FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	RUF - RUMORE TRANSITO FERROVIARIO

- Fase di monitoraggio**
- ANTE OPERAM
  - POST OPERAM
  - CORSO D'OPERA



- Legenda**
- Interventi di progetto
  - CO - Cantiere operativo
  - AS - Area di stoccaggio
  - CB - Cantiere base
  - AT - Area tecnica
  - Area con limite di carico

- Ricettori e barriere acustiche**
- Ricettori acustici
  - Ricettori acustici sensibili
  - Barriere antirumore di cantiere fisso
  - Barriere acustiche della linea ferroviaria

PUNTI DI MONITORAGGIO	
Simbolo	Descrizione
	ATC - ATMOSFERA CANTIERE
	ATV - ATMOSFERA VIABILITA' DI CANTIERE
	ASO - ACQUE SOTTERRANEE
	VIL - VIBRAZIONI FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	VIC - VIBRAZIONE CANTIERE
	VIF - VIBRAZIONE TRANSITO FERROVIARIO
	RUC - RUMORE CANTIERE
	RUV - RUMORE VIABILITA' DI CANTIERE
	RUL - RUMORE FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	RUF - RUMORE TRANSITO FERROVIARIO

- Fase di monitoraggio**
- ANTE OPERAM
  - POST OPERAM
  - CORSO D'OPERA