



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione



Regione Lombardia

Provincia di Milano

Legge n. 345/97

Accordo di programma quadro in materia di trasporti

Realizzazione di un sistema integrato di accessibilità ferroviaria e stradale
all'aeroporto di Malpensa 2000

(CONVENZIONE DEL 29.10.1999)

Collegamento tra la S.S.n.11 "Padana Superiore" a Magenta
e la Tangenziale ovest di Milano
Variante di Abbiategrasso sulla S.S.n.494 e adeguamento in sede
del tratto Abbiategrasso Vigevano fino al nuovo ponte sul Ticino

PROGETTO DEFINITIVO - 1° STRALCIO FUNZIONALE

M - STUDIO DEL PIANO DI CANTIERIZZAZIONE

Impatti di cantiere e piano di monitoraggio

Revisioni	Controllato	Approvato	Data :Dicembre 2008.....	Scala :-.....
			Agg.to :Novembre 2014.....	All.to n.M.5.....

Progettazione :



Società Esercizi Aeroportuali s.p.a.
20090 Aeroporto Milano Linate tel. 02/74851

Progettazione redatta da :



errevia S. R. L.
RICERCA VIABILITÀ AMBIENTE

Centro operativo: 20090 TREZZANO s/N (MI), via Cristoforo Colombo n. 23

Il Progettista :

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Alberto RINALDI

.....
.....

Visto

La Direzione Centrale Progettazione :

Dott. Ing. Nicola DINNELLA

.....

Visto

Il Responsabile del Procedimento :

Dott. Ing. Domenico PETRUZZELLI

.....

INDICE

1. PREMESSE.....	3
2. IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE.....	8
2.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA IN FASE DI CANTIERE.....	9
2.2 FASCICOLO DI MONITORAGGIO.....	12
2.2.1 Caratteristiche strumenti di misura.....	12
2.2.2 Piano di monitoraggio in fase di costruzione.....	14
2.2.3 Piano di monitoraggio in fase di esercizio.....	15
2.2.4 Finalità del monitoraggio.....	16
3. IMPATTO VIBRAZIONALE.....	18
3.1 Riferimenti normativi.....	18
3.2 Metodologia utilizzata per il monitoraggio.....	19
3.3 Monitoraggio vibrazionale.....	19
3.4 Strumentazione.....	20
4. IMPATTI ATMOSFERICI IN FASE DI CANTIERE.....	21
4.1 Stima delle emissioni.....	21
4.2 Velocità e Distanza di Sedimentazione delle Particelle.....	22
4.3 Valutazione del Rateo di Deposizione e Valutazione dell'Impatto.....	24
4.4 FASCICOLO DI MONITORAGGIO.....	25
4.4.1 Metodologie di monitoraggio.....	26
4.4.2 Monitoraggio del PM10 e del PM2.5.....	27
4.4.3 Monitoraggio degli inquinanti dovuti al traffico.....	30
4.4.4 Criteri di individuazione dei punti di monitoraggio.....	30
4.4.5 Piano di monitoraggio.....	32
4.4.6 Organizzazione ed elaborazione dei dati di monitoraggio.....	33
5. MONITORAGGIO ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FAUNA.....	34
5.1 Principi generali - Individuazione delle aree.....	34
5.2 Monitoraggi faunistici.....	37
5.3 Monitoraggi su ecosistemi e vegetazione.....	40
5.4 Piano dei monitoraggi.....	41
6. MONITORAGGIO ARCHEOLOGICO.....	47
7. PRESCRIZIONI IN FASE DI ESECUZIONE.....	51

ALLEGATI:

- SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO
- SCHEDE DI MONITORAGGIO ATMOSFERICO
- PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO – VIBRAZIONALE - ATMOSFERICO

1. PREMESSE

Nella presente relazione si esamina la cantierizzazione dell'opera con riferimento sia alla localizzazione delle aree destinate alla logistica, al deposito di materiali e attrezzature, sia allo sviluppo del cantiere stesso lungo le aree interessate dal tracciato; tale valutazione è finalizzata all'identificazione delle azioni di disturbo e alla definizione di interventi mitigativi che sotto forma di prescrizioni devono essere assunti durante l'esecuzione dei lavori.

Sulla base di tali analisi la relazione comprende l'identificazione di azioni di monitoraggio sia in corso di esecuzione dei lavori sia in corso di esercizio dell'infrastruttura:

- acustico vibrazionale
- atmosferico
- ecosistemico
- archeologico.

Le aree di cantiere prescelte sono state individuate in zone non di particolare pregio, utilizzando aree già oggi in situazioni di utilizzo parziale, in modo da evitare danneggiamenti inutili ai paesaggi, all'ambiente ed al sistema agricolo.

Sono previsti in totale n. 4 cantieri, due per le tratte A e C, e due per la Variante di Pontenuovo di Magenta, necessari per gestire correttamente l'organizzazione dell'intera fase di realizzazione dei manufatti stradali.

Di seguito si descrivono le relative ubicazioni:

Area di cantiere Tratta A

Cantiere Tratta A di circa 20.000 mq di superficie.

Descrizione della localizzazione e accessibilità

La localizzazione dell'area di cantiere tiene conto delle prescrizioni comprese nella delibera CIPE n. 8/2008, che ne chiedeva una diversa ubicazione rispetto a quanto previsto nel SIA del 28/02/2003.

E' localizzata nel territorio del comune di Robecco Sul Naviglio, lungo il lato sud della S.S. 526 in prossimità del confine comunale con Magenta.

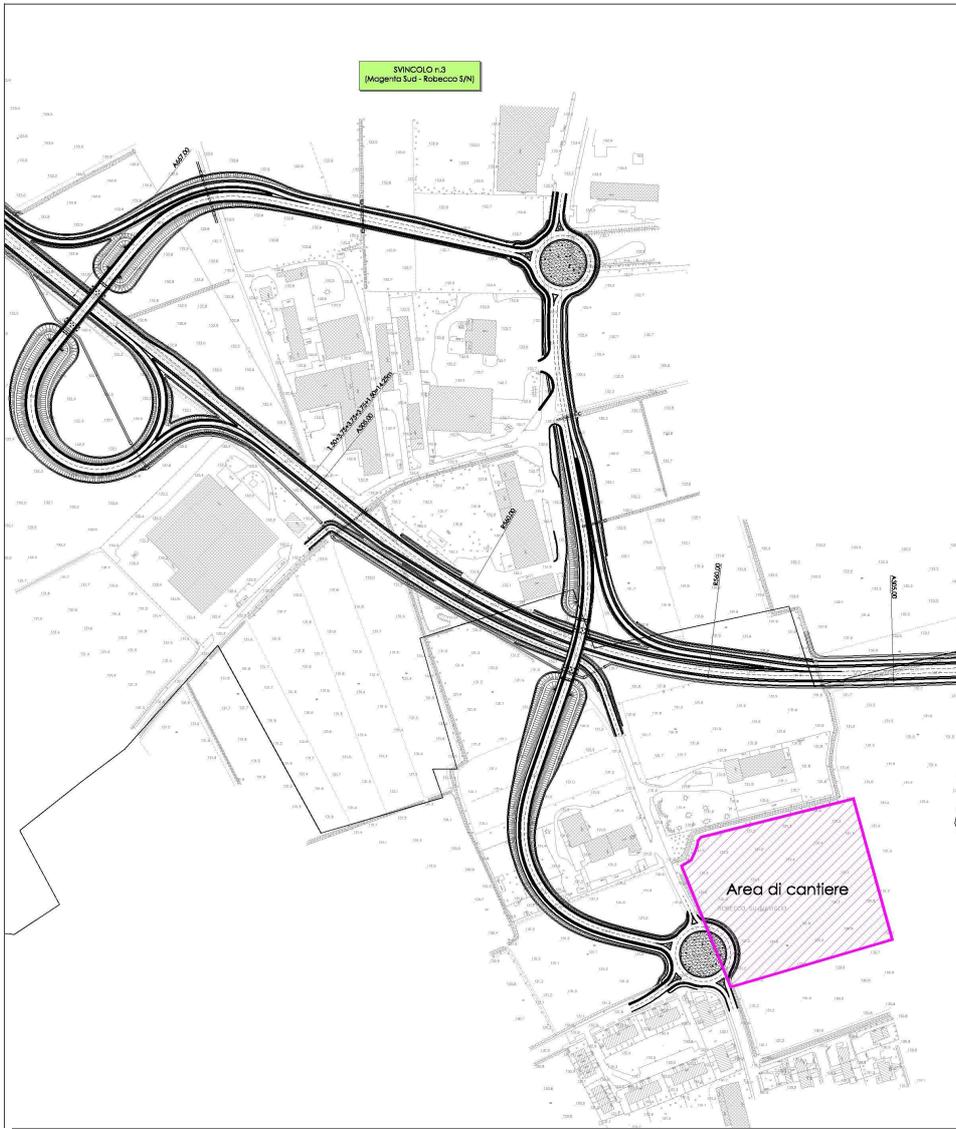
Il percorso di accesso all'area di cantiere potrà avvenire attraverso il tracciato della S.S. 526 proveniente dal territorio di Magenta e dall'attuale percorso della S.S. 11.

La localizzazione dell'area di cantiere tiene conto delle prescrizioni comprese nella delibera CIPE n. 8/2008, che ne chiedeva una diversa ubicazione rispetto a quanto previsto nel SIA del 28/02/2003.

Destinazione urbanistica

Zone G2 – zone pianura irrigua a preminente vocazione agricola (Tav.7° - Piano delle Regole PGT di Robecco S/N)

Fig. 17 Planimetria ubicazione area di cantiere tratta A



Area di cantiere Tratta C

Cantiere Tratta C di circa 17.000 mq di superficie.

Descrizione della localizzazione e accessibilità

E' localizzata nel territorio del comune di Albairate, in un'area compresa tra la linea ferroviaria Milano-Mortara a nord e l'attuale S.S. 494 a sud.

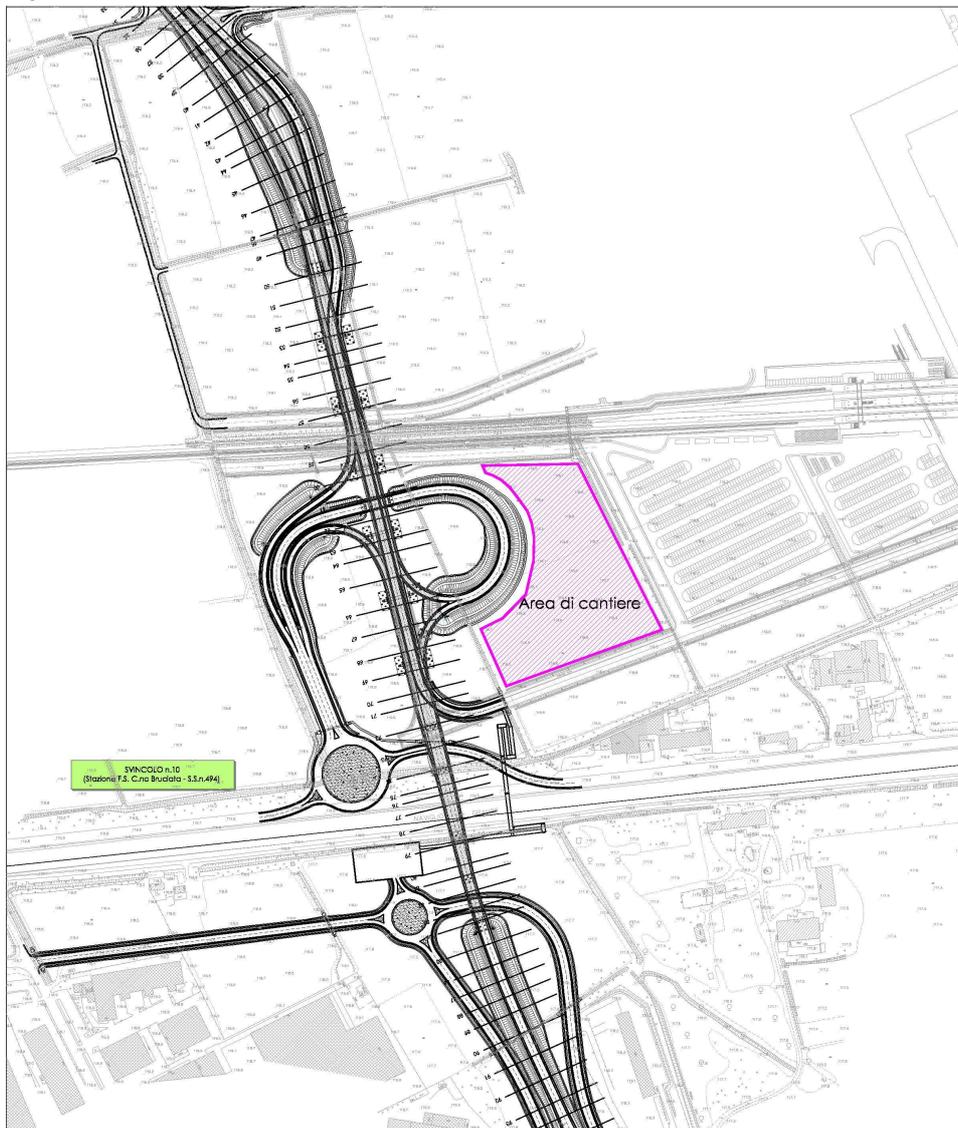
L'accesso all'area di cantiere avviene utilizzando l'attuale S.S. 494 per le provenienze est-ovest, mentre per le provenienze da nord si utilizzerà la viabilità secondaria esistente (strada Marcatutto), realizzata da RFI in nuova sede nel tratto di sottopasso alla Linea FS

nell'ambito dei lavori di potenziamento e realizzazione della nuova stazione di Cascina Bruciata.

Destinazione urbanistica

Area destinata all'esercizio dell'attività agricola (tav. PR3.1 Piano delle regole PGT di Albairate)

Fig. 18 Planimetria ubicazione area di cantiere tratta C



Area di cantiere Variante di Pontenuovo di Magenta

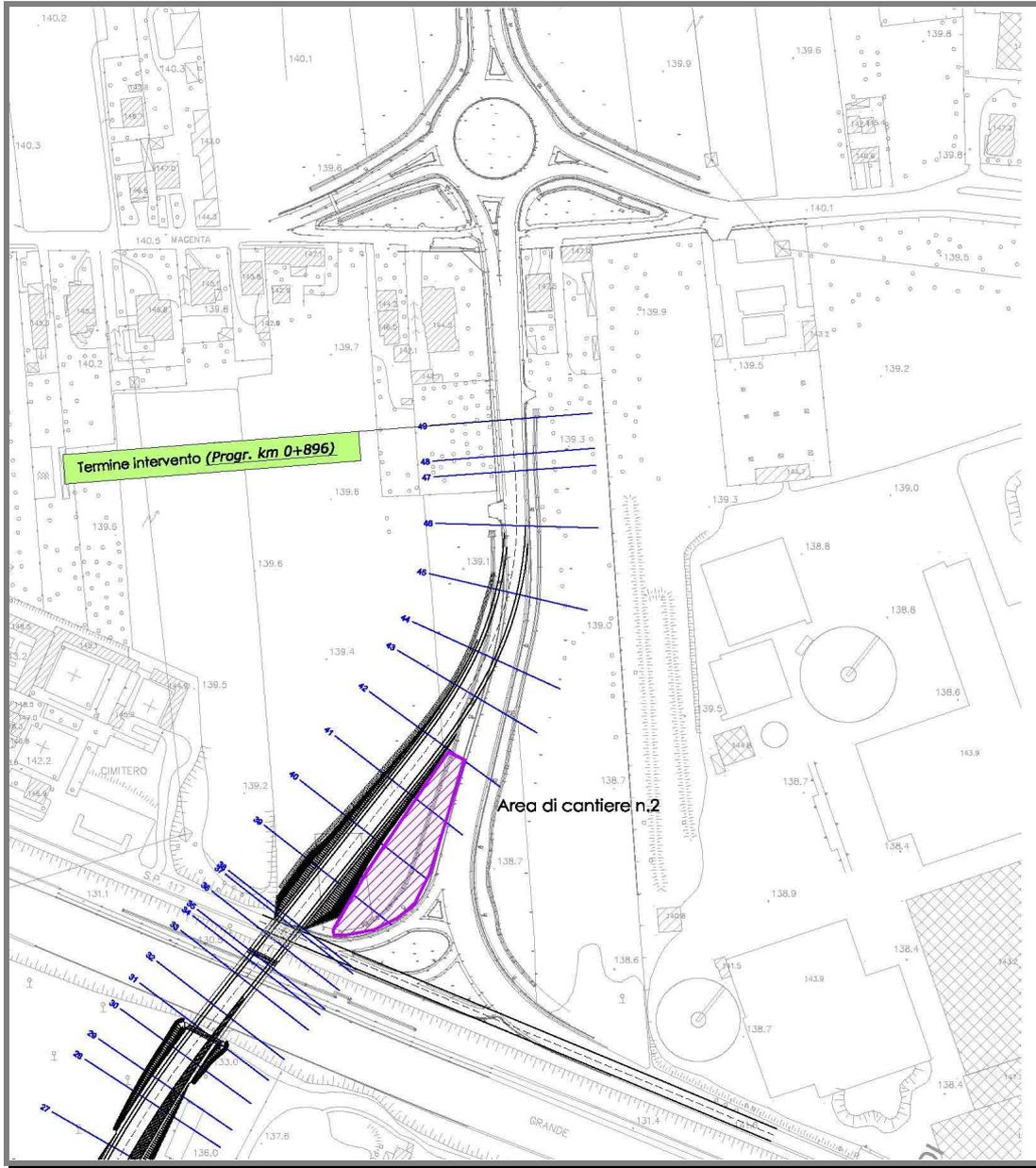
Cantiere n.1 di circa 2.000 mq di superficie zona a sud del naviglio Grande.

Cantiere n.2 di circa 1.600 mq di superficie zona a nord del naviglio Grande.

Descrizione della localizzazione e accessibilità

Il cantiere n.1 è localizzato nel territorio del comune di Boffalora S.T., in un'area adiacente il sedime della S.S. n.11 nella parte nord. L'accesso all'area di cantiere avviene utilizzando l'attuale S.S. 11 per le tutte le provenienze .

Fig. 20 Planimetria ubicazione area di cantiere n.2 Variante di Pontenuovo di Magenta



2. IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

Per la stima del rumore, si fa riferimento al cantiere di realizzazione di viadotti, cavalcavia o ponti, in cui si assume che siano contemporaneamente presenti, nel periodo diurno, numerosi mezzi d'opera e precisamente: 2 camion, 2 ruspe o pale meccaniche o caricatori ed un quinto mezzo d'opera "virtuale", in realtà rappresentativo di eventuali altre sorgenti rumorose, quali potrebbero essere il traffico leggero di alcuni addetti, una betoniera o altro. I mezzi d'opera utilizzati saranno, tranne rare eccezioni, gommati e non cingolati.

Il D.L. n. 262 del 04/09/2002, Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, impone per le macchine in oggetto nuovi limiti di emissione, espressi in termini di potenza sonora, validi a partire dal gennaio 2003 e 2006.

Rimandando a testi specialistici per la descrizione delle modalità di stima, sono quindi ipotizzate le seguenti potenze sonore di emissione.

Tipologia Macchina	Potenza [kW]	Potenza Sonora	
		limite dal 3 Gennaio 2003 [dB(A)]	limite dal 3 Gennaio 2006 [dB(A)]
Mezzo di Compattazione	150	111	108
Apripista Cingolato	220	113	110
Escavatore Cingolato	220	113	110
Escavatore Gommato	120	110	107
Caricatore Cingolato	150	110	107
Caricatore Gommato	150	109	106
Dumper	210	110	107
Gruppo Elettrogeno	50	99	97
Betoniera	-	105	105

I calcoli sono eseguiti ipotizzando, cautelativamente, il cantiere come una sorgente sostanzialmente puntiforme (ipotesi valida a partire da una certa distanza dal cantiere stesso, diciamo 100 metri) e in caso di assenza di assorbimento da parte dell'atmosfera, del suolo e di assenza di effetti schermanti e riflettenti. Nella Tabella seguente si riportano i risultati.

Distanza [m]	Pressione Sonora con Macchine che rispettano lo standard del 3 Gennaio 2003 [dB(A)]	Pressione Sonora con Macchine che rispettano lo standard del 3 Gennaio 2006 [dB(A)]
100	69	66
200	63	60
300	59	56
400	57	54
500	55	52
600	53	50
700	52	49
800	51	48
1.000	49	46

Confrontando i valori calcolati con i limiti stabiliti per i recettori i livelli di impatto previsti risultano eccedere in maniera diffusa i limiti legislativi validi per attività continue.

Tuttavia appare evidente come, e quindi qualunque sia il limite da rispettare, ogni cantiere temporaneo e mobile che preveda l'esecuzione di opere di scavo, demolizione e simili, immette nell'ambiente circostante entità di rumore che non consentono il rispetto dei valori limite stessi.

Tale situazione comune alla quasi totalità dei cantieri è contemplata dalla legge che, dato il carattere temporaneo delle attività, in molti casi destinate a cessare con l'avanzamento progressivo dei lavori, prevede (ai sensi del DPCM 1/3/1991) la possibilità di ottenere una deroga a limiti legislativi validi per attività continue. Tale autorizzazione sarà richiesta al Comune di pertinenza ed ha, in genere, durata annuale.

Nonostante la possibilità di deroga, vengono comunque individuate le opere di mitigazione finalizzate ad interventi per la minimizzazione degli impatti dei cantieri mobili. Tali interventi vengono descritti nel capitolo successivo.

2.1 INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA IN FASE DI CANTIERE

Le opere di mitigazione individuate sono finalizzate ad interventi per la minimizzazione degli impatti dei cantieri mobili. In generale tali opere possono essere ricondotte a due categorie:

- interventi "attivi" finalizzati a ridurre le fonti di emissione del rumore;
- interventi passivi finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

In termini generali, in relazione alla necessità di rispettare anche la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL277 del 15 agosto 1991), è preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei recettori adiacenti alle aree di

cantiere. E' necessario dunque garantire, in fase di programmazione, delle attività di cantiere che utilizzino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, in fase di esercizio, è importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di verificare le eventuali criticità residue e di conseguenza selezionare le tecniche di mitigazioni più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente alla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quanto possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Viene di seguito fornita una lista di alcune azioni principali volte a limitare a monte la rumorosità di cantiere.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:

- Selezione delle macchine ed attrezzature omologate in conformità delle direttive della C.E. e ai successivi recepimenti nazionali;
- Impiego di macchine movimento terra gommate piuttosto che cingolate;
- Installazione, se non già previsti, di silenziatori allo scarico su macchine di una potenza rilevante;
- Utilizzo di impianti fissi schermati;
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- Eliminazione degli attriti tramite operazioni di lubrificazione;
- Sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- Controllo e serraggio delle giunzioni;
- Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- Svolgimento della manutenzione delle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);

- Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate;
- Uso di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati ecc.);
- Divieto di uso scorretto di avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Gli interventi “passivi” consistono sostanzialmente nell’interporre tra sorgente e ricettore opportune schermature in grado di produrre, in corrispondenza del ricettore stesso, la perdita di pressione sonora richiesta. In termini realizzativi possono essere attuati principalmente nei seguenti modi:

- Realizzazione al perimetro delle aree di cantiere, di barriere provvisorie ottenute con materiali di stoccaggio, terreno rimosso, attrezzature inutilizzate;
- Realizzazione di idonee barriere finalizzate a proteggere in modo stabile limitatamente al periodo di cantierizzazione, aree o ricettori critici presenti nelle immediate circostanze delle aree di cantiere.

2.2 FASCICOLO DI MONITORAGGIO

Nel presente capitolo vengono illustrate le modalità di come dovrà essere effettuato il monitoraggio del clima acustico all'interno dell'area di progetto sia in fase di esecuzione/avanzamento dei lavori e sia in fase di entrata in esercizio dell'arteria stradale in progetto.

Occorre precisare che le modalità e le indicazioni presenti si riferiscono a quanto previsto nell'ambito della progettazione definitiva, si dovrà pertanto effettuare una eventuale revisione del presente se durante la progettazione esecutiva o durante l'esecuzione dei lavori vi siano delle modifiche sostanziali (ubicazione aree di cantiere e altro) rispetto a quanto previsto in questa sede.

Vengono evidenziati, altresì, i criteri per la scelta e definizione delle postazioni di rilievo e delle tecniche di misura, di analisi e di interpretazione dei dati raccolti.

2.2.1 Caratteristiche strumenti di misura

Per l'esecuzione della campagna di rilevamenti prevista verrà utilizzata strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.03.98: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Le campagne di rilevamento, ai fini di una caratterizzazione completa del clima acustico, devono essere effettuate mediante 3 diverse tipologie di misure:

- misura di tipo S (settimanale), della durata di 7 giorni, con postazione fissa non assistita da operatore;
- misure di tipo L (giornaliere), della durata di 24 ore con postazioni fisse non assistite da operatore;
- misure di tipo B (brevi), di breve periodo (da 15 a 20 minuti) con postazione mobile assistita da operatore.

Le postazioni fisse sono generalmente composte da:

- un microfono per esterni;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati.
- ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;

- un cavalletto o stativo telescopico, eventualmente dotato di “boom” regolabile, sul quale fissare il supporto del microfono per esterni.
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.

Le postazioni mobili per rilievi di breve durata sono fisicamente composte da:

- fonometro integratore real time con memoria e funzioni statistiche; in alternativa, microfono collegato a DAT (Digital Audio Tape) per la registrazione del rumore e successive analisi in laboratorio;
- un cavalletto o stativo telescopico, eventualmente dotato di “boom” regolabile, sul quale fissare il supporto del microfono;
- un cavo di connessione tra il fonometro (il DAT) e il microfono.

Tutta la strumentazione utilizzata dovrà essere certificata, in relazione alla taratura, da laboratori accreditati e con frequenza biennale.

Durante l'esecuzione delle misure sulle postazioni fisse e mobili dovranno essere rilevati: livelli equivalenti, livelli statistici, livelli di pressione sonora, livelli di picco, livelli max, livelli min.

Dovranno altresì essere acquisiti il time history per tutto il tempo di misura, la distribuzione dei livelli statistici ed eventualmente le distribuzioni spettrali in 1/3 ottava.

Durante l'esecuzione delle misure in campo devono essere rilevate una serie di informazioni complementari relative al sistema insediativo ed emissivo:

- denominazione del recettore e indirizzo ;
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio;
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- traffico su infrastrutture stradali (flussi veicoli pesanti e leggeri, velocità di transito, ecc.) e ferroviarie (programma di esercizio, numero e composizione dei treni transitati, ecc.);
- riconoscere i transiti di mezzi pesanti correlati ai lavori per la realizzazione della tratta, annotandone l'ora di passaggio e il tipo di mezzo (nel caso di postazioni destinate al traffico);
- lavorazioni effettuate in cantieri ed eventuali anomalie.

2.2.2 Piano di monitoraggio in fase di costruzione

La fase di costruzione del nuovo collegamento stradale in progetto si configura come una attività di tipo continuativa pluriennale, con fasi di lavoro ed emissioni di rumore ampiamente differenziate e associate ad un rilevante potenziale di interazione con i recettori.

Le conseguenze in termini alterazione del clima acustico sul sistema insediativo e di confronto con i soggetti competenti al controllo sono impegnative e possono determinare ripercussioni sulla pianificazione dei lavori.

A tal proposito i punti in cui svolgere l'attività di monitoraggio dell'immissione acustica prodotta dalle aree di cantiere sia fisse e sia mobili (stato di avanzamento dei lavori) dovranno essere localizzati presso i recettori potenzialmente impattati.

Il sistema di monitoraggio dovrà avere le caratteristiche di tipo dinamico, ossia in grado di contemplare le criticità del territorio e di capitalizzare i risultati e le conoscenze che derivano dalle campagne di monitoraggio precedenti.

Per le aree di cantiere che manifestano maggiori criticità potenziali, ossia nelle vicinanze dei recettori, sono previste attività di monitoraggio con cadenza semestrale. In questo modo si potranno controllare le dinamiche ambientali conseguenti alle varie condizioni di funzionamento dei cantieri e gli effetti degli interventi di mitigazione previste.

Nel caso in cui i dati dimostrano una situazione stabile e rientrando ai limiti stabiliti dalla normativa vigente ai recettori esposti, potrà essere deciso di attivare dei trasferimenti di attenzione, in termine di aumento del numero di punti o di frequenza del monitoraggio, a vantaggio delle aree di crisi soprattutto in corrispondenza del zone di lavorazione mobile.

Il monitoraggio dei recettori esposti alle emissioni di rumore del fronte di avanzamento dei lavori dovrà essere attivato in concomitanza delle lavorazioni più rumorose e solo quando le medesime giungono ad interessare il punto prescelto per le verifiche di campo. Per questa tipologia di ricettori è prevista una sola campagna di monitoraggio da programmare in stretta correlazione con i responsabili di cantiere. Tale attività si protrarrà anche durante le operazioni di ripristino dell'area interessata dal cantiere stesso.

Il monitoraggio in corso d'opera per i ricettori in corrispondenza dei cantieri sarà ripetuto con cadenza semestrale per tutto il periodo di funzionamento del cantiere stesso. Nel caso in cui si evidenziano scostamenti rispetto ai limiti di riferimento, eventualmente sottolineati da azioni dei residenti o delle comunità interessate dal rumore tramite l' ARPA, le azioni di controllo vengono orientate alla verifica degli interventi mitigativi messi in atto nei cantieri.

Per quanto concerne le emissioni dovute al traffico dei mezzi cantiere in prossimità dei recettori significativi, si ritiene più opportuno l'allestimento di postazioni mobili durante il

periodo di attività dei mezzi di trasporto, con tempi di misura minimi di 10' estendibili fino a un'ora, ripetuti più volte nell'arco della giornata, accompagnati da valutazioni dirette svolte dall'operatore in merito alle portate veicolari, alla tipologia dei flussi di traffico e al riconoscimento dei mezzi pesanti correlati alle attività di costruzione della tratta.

La campagna di misura in fase di costruzione dovrà essere effettuata in corrispondenza dei periodi di massimo traffico.

Per quanto possibile si dovranno localizzare i punti di monitoraggio del rumore, in prossimità delle postazioni di monitoraggio atmosferico, ove previsto, in modo da poter acquisire contemporaneamente sia le informazioni meteorologiche sia le informazioni sul traffico.

La postazione per il monitoraggio del rumore deve in ogni caso essere distanziata da altre sorgenti rumorose al fine di evitare che il rumore emesso da queste sia confutato con il rumore emesso dal cantiere stesso e quindi interferire sulle misure.

2.2.3 Piano di monitoraggio in fase di esercizio

Nelle attività di monitoraggio nella fase di esercizio della tratta è prevista l'applicazione della metodica con misure settimanali con postazione fissa (misure fonometriche con analisi degli eventi) per il rumore stradale in seguito all'apertura della tratta.

Le postazioni di misura che saranno localizzate secondo le indicazioni riportate nelle planimetrie di localizzazione punti di rilievo, hanno la finalità di verificare il rispetto dei limiti di rumore sul territorio all'interno della fascia di pertinenza stradale che nel caso in questione è di 150 m e/o 250 m, dal bordo stradale e quindi nei punti ritenuti critici anche di quanto è scaturito dalle stime previsionali.

La postazione microfonica dovrà essere collocata ad una distanza di 1 m dalle facciate degli edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m. come prescritto dal DM del 16/3/1998.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi, con memorizzazione della time history e delle eccedenze rispetto a parametri preimpostati. Il rilievo della time history viene effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione dei Leq e Lpicco ogni 10'. La memorizzazione dei livelli statistici viene svolta ogni 60'. Il rilievo delle eccedenze viene effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione della durata, del livello massimo Lmax, del SEL e del decorso temporale dei Leq ogni secondo. I parametri acustici rilevati sono in sintesi rappresentati da:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,10min,
- livello massimo Lmax,
- livello minimo Lmin,
- principali livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95 ad intervalli di 60',
- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1sec delle eccedenze,
- livello massimo, SEL e durata delle eccedenze.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

Deve essere previsto il rilievo in continuo dei principali dati meteorologici come già indicato per le postazioni fisse.

Unitamente a tali misure si ritiene opportuno avere delle misure di traffico o effettuate nell'ambito della stessa campagna di monitoraggio o riferirsi alle misure dell'ente gestore dell'infrastruttura stradale.

Nel caso dovessero riscontrarsi criticità si provvederà ad un monitoraggio specifico all'interno degli ambienti abitativi come prescritto dall'art. 6 comma 3 del DPR 142 del 30/4/2004.

Il monitoraggio in esercizio si configura come attività compresa all'interno dei primi cinque anni di funzionamento della tratta stradale mediante postazioni fisse con cadenza annuale.

2.2.4 Finalità del monitoraggio

I dati relativi a ciascuna delle postazioni di monitoraggio dovranno essere raccolti ed elaborati. Gli indicatori rilevati saranno messi in relazione, a seconda della durata delle misure effettuate e dei punti di monitoraggio indagati, ai valori di normativa ed in particolare ai limiti di emissione e di immissione, valori di attenzione e qualità, come di seguito riportato:

- assoluti di emissione, immissione e di attenzione per postazioni fisse;
- assoluti di emissione, immissione e, nei casi in cui il periodo di misura possa essere ritenuto rappresentativo delle variazioni dei livelli di rumore sul lungo termine, di attenzione, per postazioni mobili;
- assoluti di immissione in ambiente abitativo per postazioni mobili;

Dovrà essere creato un database informatizzato in cui si indica:

- dati di sintesi: indicatore/i rilevato/i e/o misurato/i (L_{eq} , L_{max} , L_{min} , SEL, livelli statistici, ecc.), riferito/i al periodo diurno e notturno o all'intervallo di misura, presentati in forma grafica e/o tabellare;
- dati di dettaglio: time history, distribuzioni spettrali e statistiche dei livelli di rumore misurati e presentati in forma grafica e/o tabellare;
- altre informazioni: dati meteo, presenza e tipologia di sorgenti di rumore, traffico presente su infrastrutture stradali e/o ferroviarie, ecc.

Tutte queste informazioni saranno riportate anche su opportune schede di presentazione dei risultati, elaborate in modo tale da contenere tutti i dati e le elaborazioni ed in un rapporto di prova.

I risultati delle attività di monitoraggio confluiscono in bollettini periodici contenenti:

- schede di monitoraggio in campo debitamente compilate;
- schede di presentazione dei risultati;
- commento riassuntivo dei risultati.

Infine saranno prodotte le relazioni annuali che sintetizzano i risultati conseguiti e gli eventuali interventi di mitigazione suppletivi adottati.

Durante lo svolgimento del monitoraggio è prevista la preparazione dei seguenti documenti di un rapporto annuale in fase di realizzazione dell'opera e rapporto post-operam dove vengono indicate le modalità di monitoraggio e la caratterizzazione del clima acustico in corrispondenza dei recettori.

3. IMPATTO VIBRAZIONALE

3.1 Riferimenti normativi

- ANSI S1.1-1986 (ASA 65-1986) “Specifications for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters” – ASA – New York, 1993;
- ISO 2631 “Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements”, 1997;
- ISO 2631 “Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)”, 1989;
- ISO 2631 “Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz”, 1985;
- ISO 4866 “Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings”, 1990;
- ISO 4866 “Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings – Amendment 1: Predicting natural frequencies and damping of buildings”;
- ISO 1683 “Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels”, 1983;
- UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”, 1990;
- UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”, 1990;
- DIN 4150 “Vibrations in building – Part 1: Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations”, 1975;
- DIN 4150 “Vibrations in building – Part 2: Influence on persons in buildings”, 1975;
- DIN 4150 “Vibrations in building – Part 3: Influence on constructions”, 1975.

Al fine di valutare l’impatto vibrazionale all’interno degli edifici in termini di disturbo indotto sulle persone, la norma internazionale di riferimento è la ISO 2631, recepita dalla norma italiana UNI 9614.

Per quanto riguarda gli effetti sugli edifici la normativa di riferimento è costituita dalla ISO 4866, recepita dalla norma italiana UNI 9916 (i livelli massimi di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona sono generalmente più restrittivi di quelli relativi al danneggiamento degli edifici).

3.2 Metodologia utilizzata per il monitoraggio

Le postazioni di misura saranno localizzate secondo le indicazioni riportate nelle planimetrie di localizzazione punti di rilievo e le misurazioni avranno una durata pari a 24 ore.

Presso i ricettori individuali sarà eseguito preliminarmente un sopralluogo anche al fine di determinare l'esistenza di eventuali danni minori.

Per ciascun ricettore, i punti di misura saranno collocati:

- In prossimità della recinzione di confine dell'infrastruttura, a piano campagna;
- All'interno dell'edificio, se possibile nel piano seminterrato, nella zona più prossima all'infrastruttura.

Nel tratto in oggetto verranno eseguiti i seguenti monitoraggi:

- Misure vibrazioni in contemporanea a bordo strada e presso ricettori come da planimetrie allegate.

3.3 Monitoraggio vibrazionale

Nelle postazioni presso i ricettori verrà effettuata, per ciascun evento vibrazionale registrato, la misurazione dei seguenti parametri:

- Per la valutazione del disturbo alle persone:
 - Valore massimo di accelerazione di ciascuna componente (x, y, z), valore rms a 1 secondo ponderato secondo i filtri previsti dalla UNI 9614;
 - In corrispondenza del valore massimo, spettro lineare dell'accelerazione, valore rms a 1 secondo nell'intervallo 1-80 Hz, per ciascuna componente (x, y, z);
- Per la valutazione del possibile danno agli edifici monumentali di particolare interesse storico-artistico, nel caso di superamento della soglia di disturbo per l'uomo:
 - Valore di picco della velocità p.c.p.v. per ogni componente (x, y, z) come indicato dalla UNI 9916;
 - In corrispondenza del secondo in cui si verifica il picco, spettro lineare della velocità, valore rms a 1 secondo nell'intervallo 1-300 Hz, per ciascuna componente (x, y, z).

Con riferimento a tutto il periodo di misura, verranno inoltre memorizzate:

- Per la valutazione del disturbo alle persone, la time history dei valori di accelerazione rms a 1 secondo e lo spettro medio finale, per ogni componente (x, y, z);

4. IMPATTI ATMOSFERICI IN FASE DI CANTIERE

4.1 *Stima delle emissioni*

La maggior parte delle polveri prodotte in fase di cantiere è causata dalle seguenti operazioni:

- polverizzazione ed abrasione delle superfici su cui vengono applicate azioni meccaniche, dovute al traffico di cantiere;
- trascinamento delle particelle di polvere dovute all'azione del vento, quando si abbiano cumuli di materiale incoerente;
- azione meccanica su materiali incoerenti, scavi, scarico di materiali, movimenti di terra in generale, con l'utilizzo di scraper, bulldozer ed escavatori;
- trasporto, scarico, immagazzinamento di materiale friabile;
- trasporto involontario del fango attaccato alle ruote degli autocarri che, una volta essiccato, può essere rilasciato dalle ruote stesse;
- trasporto pneumatico del cemento dai contenitori sigillati alle strutture di immagazzinamento.

L'impatto sulla qualità dell'aria di una sorgente di polveri dipende dalla quantità e dalla mobilità potenziale delle particelle immesse nell'atmosfera.

Nel caso di movimento di autocarri l'EPA, Agenzia per la Protezione Ambientale Statunitense, indica che le emissioni sono proporzionali alla velocità dei veicoli; la quantità di polvere emessa dalle superfici non pavimentate varia da 1 a 10 kg per ogni veicolo e per ogni km percorso.

Il Midwest Research Institute (1974) suggerisce un fattore di emissione di 165 kg ogni 1.000 tonnellate di inerte movimentato, in base alla seguente suddivisione:

- carico/scarico del materiale 19,8 kg/kt;
- traffico veicolare nell'area attorno al materiale stoccato 66 kg/kt;
- utilizzo del materiale stoccato 24,75 kg/kt;
- erosione del materiale da parte del vento 54,45 kg/kt.

Conoscendo dunque il volume di materiale movimentato e la sua densità, si può calcolare la quantità di polveri emesse in atmosfera durante il periodo di scavo.

Assumendo infine che l'area interessata dalla movimentazione di terra interessi tutta l'area di cantiere, è possibile calcolare una stima delle emissioni specifiche di polveri (kg/m².giorno).

La granulometria della polvere sollevata nel Cantiere può essere nota solo con analisi di laboratorio da effettuarsi dopo che il Cantiere stesso sia già stato aperto.

In modo assai cautelativo si ammette che tutte le polveri emesse siano composte da particelle di dimensioni comprese tra 1 e 100 μm . L'ipotesi è cautelativa in quanto una percentuale non indifferente di polvere è costituita da particelle di dimensione superiore a 100 μm che ricadono nelle immediate vicinanze della sorgente emissiva, senza impattare l'area esterna al Cantiere stesso.

Per il calcolo dell'impatto delle polveri è importante conoscere la percentuale di particelle comprese tra i 15 e i 30 μm di diametro (si veda paragrafo successivo). Da ricerche reperite in bibliografia è stato verificato che nel range 1-100 μm la distribuzione dimensionale delle particelle di polvere sollevate da terra è simile alla distribuzione dimensionale delle particelle che compongono il terreno.

Ad esempio per terreni limoso argillosi si può assumere che le particelle tra i 15 e 30 μm rappresentino una frazione compresa tra il 10 ed il 30% della massa totale delle particelle di dimensione compresa tra 10 e 100 μm .

4.2 Velocità e Distanza di Sedimentazione delle Particelle

La distanza di potenziale spostamento delle particelle dipende dalla quota di emissione, dalla velocità di sedimentazione e dal grado di turbolenza dell'atmosfera.

Alcuni studi sulla azione del vento su una certa gamma di particelle di dimensione diversa dimostrano che la velocità del vento, a cui ciascuna particella diventa trasportabile, varia da 3 a 7 m/s per particelle secche di circa 10÷100 μm di diametro; per rimuovere le particelle umide o bagnate occorrono venti di velocità superiore.

Dalla letteratura si possono ricavare valori teorici del raggio di influenza delle polveri in funzione del diametro delle particelle e della velocità media del vento. Questi risultati indicano che alla velocità media del vento di 4 m/s le particelle di dimensione superiori a 100 μm , attendibilmente, si depositano a una distanza compresa fra 6 e 10 metri dalla fonte della emissione.

La maggior parte delle particelle il cui diametro è compreso tra 30 e 100 μm sedimentano entro un centinaio di metri dalla sorgente. Le particelle più piccole, in particolare quelle con diametro compreso tra 15 e 30 μm , hanno velocità di sedimentazione molto più basse e depositano a distanza maggiori.

Particelle al di sotto di 15 μm non sono soggette a marcata sedimentazione gravitazionale ed in aria assumono distribuzioni di concentrazione di tipo gaussiano.

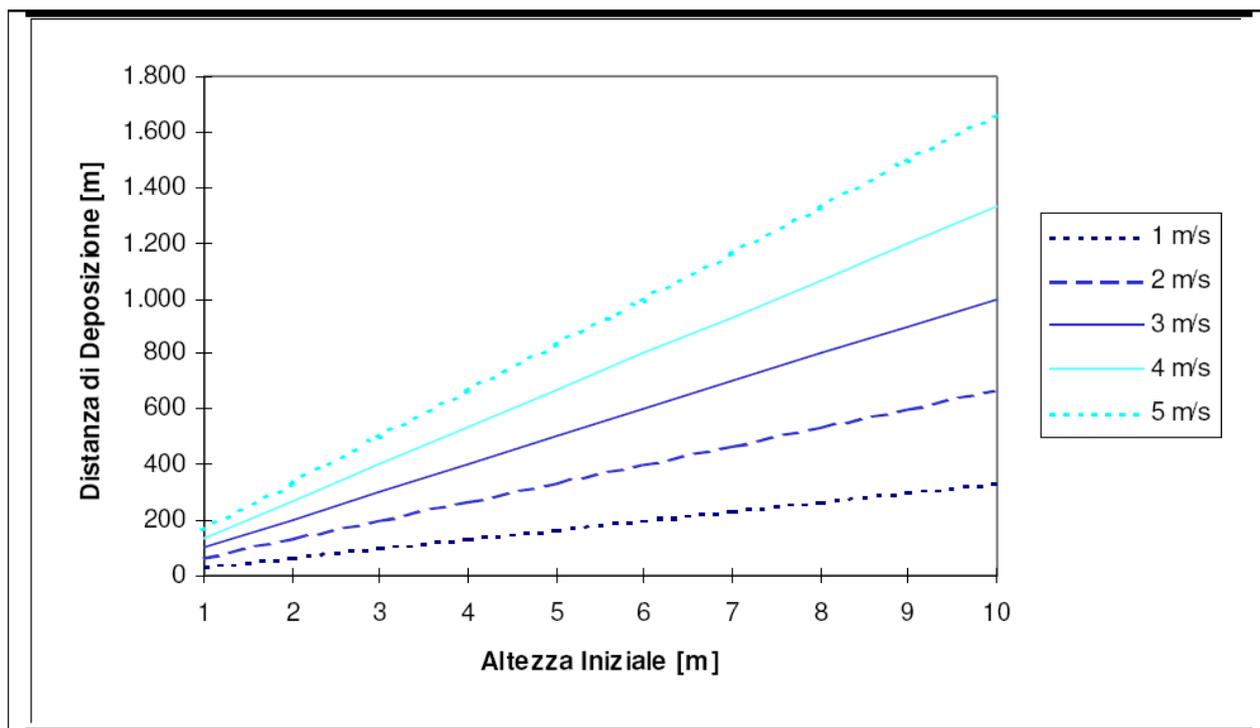
Le particelle di diametro compreso tra 15 e 30 μm sono quelle maggiormente importanti poiché hanno una velocità di sedimentazione non trascurabile ma al contempo riescono a

raggiungere distanze sino a 1.000 metri ed oltre dal cantiere e quindi ad impattare aree lontane; inoltre, ogni singola zona è influenzata dalle emissioni di polveri di questa granulometria provenienti dai cantieri stradali (e quindi mobili) durante un lungo periodo di tempo, corrispondente a quello in cui il cantiere stesso si sposta di circa 1.000 metri.

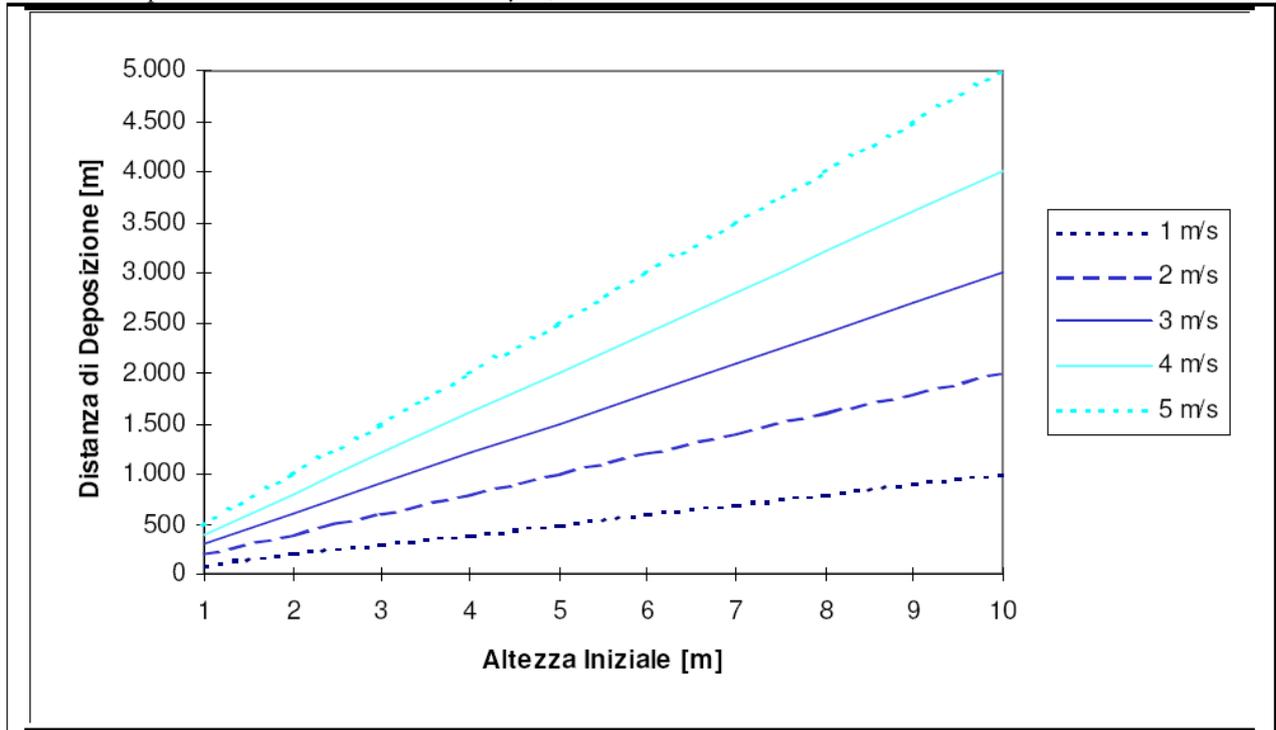
La velocità con cui queste particelle sedimentano per l'azione della forza di gravità oscilla tra 0,6 e 3 cm/s (corrispondente a quella di corpi sferici aventi una densità di 2.000 kg/m³ e diametro di 10 e 30 µm).

Considerando le suddette velocità di deposizione è possibile calcolare la distanza alla quale si depositeranno le particelle in funzione della velocità del vento e dell'altezza di emissione. Le seguenti Figure riportano le distanze di deposizione in funzione di questi parametri rispettivamente per particelle di diametro pari a 30 e 10 µm. Nella successiva Tabella è indicata la distanza massima di deposizione in funzione della velocità del vento, per particelle emesse a 5 metri da terra.

Distanza di Deposizione delle Particelle di 30 µm, in Funzione dell'Altezza di Emissione e delle Velocità del Vento



Distanza di Deposizione delle Particelle di 10 µm, in Funzione dell'Altezza di Emissione e delle Velocità del Vento



Velocità del Vento [m/s]	Diametro Particelle [mm]	Distanza Massima di Deposizione [m]
5	30	900
4	30	700
3	30	500
2	30	300
1	30	100
5	10	2.500
4	10	2.000
3	10	1.500
2	10	1.000
1	10	500

4.3 Valutazione del Rateo di Deposizione e Valutazione dell'Impatto

Una stima accurata del rateo di deposizione in funzione della distanza dal cantiere è in fase previsionale elaborabile. In generale l'impatto della deposizione delle polveri è valutato confrontando il tasso di deposizione gravimetrico con i valori riportati nel Rapporto Conclusivo del gruppo di lavoro della "Commissione Centrale contro l'Inquinamento

Atmosferico” del Ministero dell’Ambiente, che permettono di classificare un’area in base agli indici di polverosità riportati nella Tabella seguente.

Classi di Polverosità in Funzione del Tasso di Deposizione

Classe di Polverosità	Polvere Totale Sedimentabile (mg/m ² /giorno)	Indice Polverosità
I	< 100	Praticamente Assente
II	100 - 250	Bassa
III	251 - 500	Media
IV	501 - 600	Medio - Alta
V	> 600	Elevata

Allo stato attuale della progettazione è stata definita la quantità di materiale movimentato durante le fasi di cantiere; una stima qualitativa, ipotizzando un volume totale di terra movimentata per l’intero tracciato stradale di circa 3.000.000 di m³, tra sterro, riporto, scotico, bonifica, terreno vegetale , e considerando le emissioni mediamente distribuite per la durata di 3 anni, porta ad un valore di polvere totale sedimentabile di circa 31 mg/m²*giorno, corrispondente ad un indice di polverosità “Praticamente Assente”.

Durante la fase di apertura del cantiere sarà possibile valutare l’entità dell’impatto in maniera più precisa, secondo quanto riportato nel piano di monitoraggio riportato nel capitolo seguente, in modo che, tramite rigorosa applicazione e verifica delle opere di mitigazione, sia possibile limitare l’impatto sulle abitazioni e costruzioni poste in maggiore prossimità al tracciato.

4.4 FASCICOLO DI MONITORAGGIO

Al fine di valutare e quantificare il possibile peggioramento della qualità dell’aria, per ciò che concerne i parametri interferiti e quello delle polveri in particolare, legato alla costruzione dell’opera in progetto, è opportuno sottoporre la componente atmosfera ad un apposito piano di monitoraggio.

A tal fine occorre verificare che la qualità dell’aria, durante le attività di cantiere e nella fase post-operam, rispetti i valori limite dettati dalla normativa vigente e dalle linee guida presenti in materia, con particolare attenzione alla protezione dei possibili recettori,

affinché non si verificano peggioramenti anche localizzati della qualità dell'aria, intervenendo, laddove necessario, con opportune misure mitigative.

Il piano di monitoraggio comprende la valutazione della componente atmosfera in corso d'opera, con la misura delle componenti durante le attività di cantiere, e post-operam, per il controllo delle emissioni di inquinanti valutate con un apposito modello previsionale.

Gli inquinanti interessati dal monitoraggio saranno essenzialmente le polveri totali sospese, polveri fini e sedimentabili, e, se ritenuti non trascurabili, i principali inquinanti da traffico veicolare, ponendo attenzione ai parametri meteoroclimatici dell'area, fondamentali per la diffusione degli inquinanti stessi.

4.4.1 Metodologie di monitoraggio

I parametri relativi alla componente atmosfera, indicatori della qualità dell'aria, sottoposti al piano di monitoraggio sono:

- Il particolato cosiddetto “respirabile” con un diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (PM10);
- Il PM2.5;
- Il monossido di carbonio (CO) proveniente da traffico veicolare;
- Gli ossidi di azoto (NOx) provenienti anch'essi da traffico veicolare.

Il monitoraggio si articola nelle seguenti fasi:

- Indagine preliminare rivolta alla conoscenza del territorio ed ai caratteri meteorologici che lo caratterizzano, con sopralluoghi finalizzati alla scelta dei punti di monitoraggio ed alla pianificazione delle risoluzioni di tutte le problematiche connesse alla successiva fase di misura degli inquinanti;
- Misura degli inquinanti in corso d'opera con caratterizzazione dei livelli raggiunti dalle polveri sedimentabili, dalle polveri sospese (PTS), dalle polveri fini (PM10) e dagli inquinanti, ritenuti significativi, provenienti da traffico veicolare (Monossido di Carbonio e Ossidi di Azoto). In tale fase, in corrispondenza dei punti di misura degli inquinanti, si procede alla misurazione dei flussi di traffico nelle sezioni stradali corrispondenti a tali stazioni di misura;
- Fase di monitoraggio post-operam. In questa fase si rilevano gli inquinanti dovuti al traffico veicolare ad opera realizzata.

Nelle varie fasi del piano di monitoraggio sopra elencate, le misurazioni degli inquinanti sono da coordinarsi con i dati di velocità e direzione del vento, temperatura e umidità relativa dell'aria, pressione atmosferica, radiazione solare, e precipitazioni.

Si riporta in seguito, quanto prescritto dalla normativa in vigore per il monitoraggio degli inquinanti di cui sopra, specificando la tecnica e la metodologia applicata, nel rispetto dei livelli di precisione e sensibilità richiesti, in particolare dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n. 60 (*Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio*)

4.4.2 Monitoraggio del PM10 e del PM2.5

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 è determinato dalla norma europea EN 12341 "Air quality - Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods". Il principio di misurazione si basa sulla raccolta su un filtro dei PM10 e sulla determinazione della sua massa per via gravimetrica. Le teste indicate nella norma EN 12341 sono teste di riferimento e quindi non richiedono certificazione da parte dei Laboratori Primari di Riferimento prevista dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60.

Tale metodo consente la misura della concentrazione media della massa della frazione PM10 in atmosfera su un periodo di campionamento di 24 ore.

Il processo prevede la separazione granulometrica della frazione PM10, la sua accumulazione su appositi filtri e la separazione con il metodo gravimetrico. Il sistema di campionamento è costituito, con portata volumetrica costante in ingresso, è costituito da una testa di campionamento e da un separatore ad impatto inerziale.

La testa di prelievo deve essere progettata per permettere il campionamento, con efficienza unitaria, di particelle con diametro aerodinamico superiore a 10 µm nelle condizioni ambientali più generali e per proteggere il filtro dalla pioggia, da insetti e da altri corpi estranei che possono pregiudicare la rappresentatività della frazione PM10 accumulata sul filtro. Il separatore ad impatto inerziale (con 8 ugelli di accelerazione), descritto nella norma CEN 12341 "Air quality - Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter -Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods", ha un'efficienza nominale di penetrazione del 50% per particelle con diametro aerodinamico di 10 µm, quando è utilizzato ad una portata volumetrica di 2.3 m³/h. Di seguito si intenderà per campione di materiale particolato PM10 la frazione di particolato totale campionata con la testa di prelievo e il separatore a impatto inerziale sopra descritti.

La linea di prelievo che porta il campione sul filtro deve essere tale che la temperatura dell'aria in prossimità del filtro non ecceda di oltre 5°C la temperatura dell'aria ambiente e che non ci siano ostruzioni o impedimenti fluidodinamici tali da provocare perdite quantificabili sul campione di particolato PM10.

La scelta del mezzo filtrante deve essere un compromesso tra diverse esigenze: l'efficienza di filtrazione elevata per particelle submicroniche, perdita di carico ridotta sul mezzo filtrante durante il campionamento, la minimizzazione degli artefatti nella fase di campionamento (cattura di gas da parte del mezzo filtrante, evaporazione di sostanze volatili).

A tal proposito, i mezzi filtranti scelti per la metodologia di riferimento sono:

- filtro in fibra di quarzo (diametro 47 mm)
- filtro in fibra di vetro (diametro 47 mm)
- membrana in Politetrafluoroetilene (diametro 47 mm, porosità 2 µm).

La membrana in Politetrafluoroetilene deve essere utilizzata quando si effettuano prove sul campo per la valutazione del contenuto ionico dei campioni PM10 come previsto da una delle procedure consigliate per la valutazione dell'equivalenza di sistemi di separazione granulometrica con il sistema di riferimento.

Il campionatore deve essere in grado di operare a portata volumetrica costante nel zona di prelievo e separazione granulometrica, con un intervallo operativo da 0.7 a 2.5 m³/h per i mezzi filtranti sopra definiti.

Il campionatore deve essere dotato di un sistema automatico per il controllo della portata volumetrica.

Le caratteristiche pneumatiche del campionatore devono essere tali da mantenere la portata volumetrica costante fino ad una caduta di pressione sul mezzo filtrante pari a 25 Kpa, ad un valore di portata volumetrica di 2.3 m³/h.

La portata deve essere misurata in continuo ed il suo valore non deve differire più del 5% dal valore nominale, Il coefficiente di variazione CV (deviazione standard divisa per la media) della portata misurata sulle 24 ore non deve superare il 2%. Il campionatore deve essere dotato di sensori per la misura della caduta di pressione sul mezzo filtrante. Il campionatore deve essere in grado di registrare i valori della caduta di pressione all'inizio della fase di campionamento e immediatamente prima del termine della fase di campionamento (controllo di qualità sulla tenuta dinamica del portafiltri e sull'integrità del mezzo filtrante durante la fase di campionamento). Il campionatore deve essere in grado

di interrompere il campionamento se il valore della portata devia dal valore nominale per più del 10% e per un tempo superiore ai 60 secondi.

Il campionatore deve essere dotato di sensori per la misura della temperatura ambiente e della pressione atmosferica (sensore di temperatura: intervallo operativo $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$, risoluzione 0.1°C , accuratezza $\pm 2^{\circ}\text{C}$; sensore di pressione: intervallo operativo $70 \div 110$ KPa, risoluzione 0.5 KPa, accuratezza ± 1 KPa). I valori di temperatura ambiente e pressione atmosferica devono essere disponibili anche quando il sistema non è in fase di campionamento. Il campionatore deve essere in grado di fornire il valore della quantità di aria campionata espresso in Nm^3 .

Il campionatore deve essere in grado di misurare la temperatura dell'aria campionata in prossimità del mezzo filtrante nell'intervallo $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$, sia in fase di campionamento che di attesa. Questo dato deve essere disponibile all'operatore. Il campionatore deve essere in grado di attivare un allarme se la temperatura in prossimità del mezzo filtrante eccede la temperatura ambiente per più di 5°C per più di 30 minuti consecutivi.

I tempi di campionamento e la data e l'ora di inizio del campionamento devono poter essere programmabili dall'operatore. La durata del campionamento deve avere un'accuratezza di ± 1 minuto.

Il campionatore deve essere in grado di ripartire automaticamente dopo ogni eventuale interruzione di corrente e di registrare la data e l'ora di ogni interruzione di corrente che abbia una durata superiore al minuto (numero minimo di registrazioni 10).

Riproducibilità $\pm 1 \mu\text{g}$; Le procedure di pesata devono essere eseguite in una camera dove le condizioni di temperatura e umidità relativa corrispondono a quelle indicate nella procedura di condizionamento dei filtri.

La bilancia deve essere calibrata immediatamente prima di ogni sessione di pesata.

I filtri usati devono essere condizionati immediatamente prima di effettuare le pesate (precampionamento e post-campionamento) ad una temperatura di $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, per un tempo di 48 ore e ad un'umidità relativa di $50 \pm 5\%$.

I filtri nuovi devono essere conservati nella camera di condizionamento fino alla pesata precampionamento. I filtri devono essere pesati immediatamente dopo il periodo di condizionamento.

Le pesate pre e post-campionamento devono essere eseguite con la stessa bilancia e, possibilmente, dallo stesso operatore, utilizzando una tecnica efficace a neutralizzare le cariche elettrostatiche sul filtro.

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2.5 è descritto nella norma UNI EN 14907:2005 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massima PM2,5 del particolato in sospensione”.

4.4.3 Monitoraggio degli inquinanti dovuti al traffico

Come precedentemente descritto gli inquinanti provenienti da traffico veicolare monitorati, in quanto ritenuti più significativi, sono gli Ossidi di Azoto ed il Monossido di Carbonio.

Il monitoraggio degli ossidi di azoto viene effettuato in conformità con la norma ISO 7996: 1985 - Ambient Air - Determination of the mass concentration of nitrogen oxides — Chemiluminescence Method.

Il monitoraggio del monossido di carbonio sarà, invece, effettuato in conformità con la normativa vigente ed in particolare con l’appendice 10 “Sistemi di Misura Automatizzati” dell’Allegato II del DPCM 28/3/83, n.30.

Il monitoraggio degli inquinanti provenienti da traffico veicolare avverrà con apposita stazione mobile di monitoraggio dotata di apposite sonde di prelievo individuale degli inquinanti.

Tutte le sonde di prelievo saranno tali da ridurre al minimo un’eventuale alterazione chimica o fisica degli inquinanti.

I sistemi di misura automatici devono essere corredati dalle apparecchiature necessarie per la taratura.

La stazione deve disporre di un insieme di sensori (generalmente installati alla sommità di un palo telescopico ad una altezza di 2 o 10 m) per i seguenti parametri meteorologici: velocità del vento, direzione del vento, temperatura, precipitazioni, radiazione solare, pressione, umidità relativa.

4.4.4 Criteri di individuazione dei punti di monitoraggio

In ottemperanza alle disposizioni vigenti, si è scelto di monitorare i recettori siti nei pressi delle aree di cantiere e lungo l’intera tratta stradale in progetto, come si evince dalla Tavola allegata al presente studio. In particolare, si sono scelte come aree da monitorare, quelle zone in cui è prevista una sovrapposizione tra le aree di cantiere ed il fronte di avanzamento lavori, soprattutto nei casi in cui la stima di tale periodo di sovrapposizione risulta essere più lunga.

I punti di campionamento destinati alla protezione della salute umana dovrebbero essere ubicati in modo da fornire dati sulle aree all'interno di zone ed agglomerati dove si raggiungono i più elevati livelli a cui è probabile che la popolazione sia esposta, direttamente o indirettamente, per un periodo significativo in relazione al periodo di mediazione del(i) valore(i) limite; fornire dati sui livelli nelle altre aree all'interno delle zone e degli agglomerati che sono rappresentativi dell'esposizione della popolazione in generale.

I punti di campionamento dovrebbero, in generale, essere ubicati in modo da evitare misurazioni di microambienti molto ridotti nelle loro immediate vicinanze. Orientativamente un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo della qualità dell'aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano.

I punti di campionamento dovrebbero, laddove possibile, essere anche rappresentativi di ubicazioni analoghe non nelle loro immediate vicinanze.

Per ciò che concerne, invece, l'ubicazione della strumentazione per il monitoraggio, occorre seguire le seguenti prescrizioni, nella misura in cui ciò sia tecnicamente fattibile.

L'ingresso della sonda di campionamento deve essere libero e non vi debbono essere ostacoli che possano disturbare il flusso d'aria nelle vicinanze del campionatore (di norma a distanza di alcuni metri rispetto ad edifici, balconi, alberi ed altri ostacoli e, nel caso di punti di campionamento rappresentativi della qualità dell'aria ambiente sulla linea degli edifici, alla distanza di almeno 0,5 m dall'edificio più prossimo). Di regola, il punto di ingresso dell'aria deve situarsi tra 1,5 m e 4 m sopra il livello del suolo.

Possono essere talvolta necessarie posizioni più elevate (fino ad 8 m). Può anche essere opportuna un'ubicazione ancora più elevata se la stazione è rappresentativa di un'ampia area.

Il punto di ingresso della sonda non deve essere collocato nelle immediate vicinanze di fonti inquinanti per evitare l'aspirazione diretta di emissioni non miscelate con l'aria ambiente; inoltre, lo scarico del campionatore deve essere collocato in modo da evitare il ricircolo dell'aria scaricata verso l'ingresso del campionatore.

Per ciò che riguarda l'ubicazione dei campionatori relativi al traffico:

- per tutti gli inquinanti, tali campionatori devono essere situati a più di 25 m di distanza dal bordo dei grandi incroci e a più di 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina;

- per il biossido di azoto e il monossido di carbonio il punto di ingresso deve essere ubicato non oltre 5 m dal bordo stradale;
- per il materiale particolato, il piombo e il benzene, il punto d'ingresso deve essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente sulla linea degli edifici.

Nella localizzazione delle stazioni si può anche tenere conto dei fattori seguenti:

- a) fonti di interferenza;
- b) sicurezza;
- c) accesso;
- d) disponibilità di energia elettrica e di linee telefoniche;
- e) visibilità del punto di prelievo rispetto all'ambiente circostante;
- f) rischi per il pubblico e per gli operatori;
- g) opportunità di ubicare punti di campionamento per diversi inquinanti nello stesso sito;
- h) vincoli di varia natura.

4.4.5 Piano di monitoraggio

Per ogni singolo inquinante sottoposto a monitoraggio si stabilisce un tempo di campionamento sulla base degli standard di qualità dell'aria o su esperienze pregresse.

Per ciò che concerne le Polveri, la durata minima del campionamento è di 24 ore, mentre è sufficiente una sola ora per gli inquinanti provenienti da traffico veicolare quali CO ed NO₂.

Il piano di monitoraggio in corso d'opera può essere aggiornato durante l'esecuzione dei lavori, in particolare tenendo conto del fronte di avanzamento dei lavori e dell'evolversi delle condizioni climatiche.

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti ed in funzione dei risultati della simulazione di inquinamento atmosferico di cui allo S.I.A. relativo al Progetto Preliminare, è stata effettuata una scelta opportuna per ciò che concerne l'ubicazione dei punti di monitoraggio sia in corso d'opera che in fase di esercizio della nuova tratta stradale.

Nelle tavole allegate alla presente relazione, si riportano i recettori e i punti di monitoraggio durante la fase di cantierizzazione, ossia durante l'intero arco temporale necessario all'esecuzione dei lavori, e durante la fase di esercizio.

Per ciò che concerne il monitoraggio relativo al fronte di avanzamento dei lavori, le postazioni delle stazioni di monitoraggio variano in funzione dell'avanzamento stesso.

4.4.6 Organizzazione ed elaborazione dei dati di monitoraggio

Per ciò che concerne l'organizzazione dei dati provenienti dal monitoraggio degli inquinanti, occorre costituire un sistema di registrazione sia su supporto cartaceo che informatico. In particolare il database delle informazioni, dovrà registrare l'andamento giornaliero dei valori degli inquinanti monitorati, i loro valori medi, minimi e massimi, il giorno tipo relativo al periodo di informazione e l'andamento dei parametri meteorologici durante la fase di monitoraggio.

I dati verranno quindi costantemente messi in relazione ai valori limite stabiliti dalla normativa vigente e ai livelli di allarme o di attenzione fissati per la qualità dell'aria.

Attraverso l'elaborazione statistica dei dati rilevati del PM10, si ricavano i valori delle medie giornaliere di concentrazione da confrontarsi direttamente con i livelli di attenzione e di allarme e di qualità della normativa. Analogamente per gli inquinanti provenienti da traffico veicolare, i valori registrati dalle postazioni di monitoraggio, verranno confrontati con i valori limite previsti dalla normativa vigente e con i livelli di attenzione e di allarme, previa validazione dei dati stessi.

Durante il monitoraggio occorre predisporre un rapporto annuale sulla qualità dell'aria e sull'impatto dell'opera sulla stessa; la pubblicazione di bollettini con cadenza trimestrale riporta i dati relativi alle registrazioni ed ai punti di monitoraggio evidenziando le eventuali misure mitigative adottate e le cause del peggioramento della qualità dell'aria in relazione ai parametri monitorati.

In allegato si riportano le schede tipo per il monitoraggio atmosferico.

5. MONITORAGGIO ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FAUNA

5.1 *Principi generali - Individuazione delle aree*

Il Piano di Monitoraggio delle componenti ecosistemi, vegetazioni e fauna concentra le azioni nelle aree di maggior rilevanza e fragilità ecologica. In particolare, sono state utilizzate tre diverse fonti per la valutazione delle aree prioritarie per l'esecuzione delle azioni di monitoraggio:

1. Aree Rete Natura 2000 e aree IBA (cfr. figure seguenti tavola 1 e tavola 2): il progetto dell'opera non interferisce direttamente con alcuna area di Rete Natura 2000, sebbene si collochi nelle vicinanze del SIC IT2050002 "Basso corso e sponde del Ticino" e della ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino". Il Piano di Monitoraggio prevede di localizzare le azioni nei tratti in prossimità di tali zone, al fine di garantire un'efficace controllo degli effetti sul sistema delle aree di interesse comunitario e di valutare l'efficienza delle opere mitigative poste in loro corrispondenza, dato l'elevato valore conservazionistico.
2. Aree appartenenti alla Rete Ecologica Regionale (cfr. figura seguente "tavola 3"): di recente approvazione da parte di Regione Lombardia, questo elaborato costituisce un punto di riferimento fondamentale per l'analisi ecologica del territorio regionale. In particolare, sono identificate sul territorio due classi di elementi di valore ecologico prioritario: i Gangli e i Corridoi Primari. Si tratta, in sostanza, degli elementi che compongono lo scheletro principale della Rete. In questo senso, il concentramento dei rilievi di monitoraggio in queste aree favorirà la salvaguardia della funzionalità della Rete Ecologica Regionale.
3. Punti di attenzione evidenziati nello Studio di Impatto Ambientale (cfr. figura seguente "tavola 4") dell'opera: lo studio di settore relativo alle componenti ecosistemi, vegetazione e fauna ha evidenziato una serie di punti di attenzione a diversa intensità di impatto. Il Piano di Monitoraggio del presente Progetto Stralcio concentrerà parte delle sue azioni proprio in corrispondenza di tali aree, per monitorare efficacemente l'instaurarsi di criticità e i benefici apportati dalle opere di mitigazione. In particolare, saranno indagate le aree ricadenti nelle classi di impatto "intermedio" e "massimo".

Estratto dal SIA - Tab. 6.5 – Quadro sinottico dei livelli di attenzione e delle classi d'impatto dei punti di attenzione

Sezioni del tracciato	toponimo	Inquadramento Macroecosistema	qualità ecosistemica della fascia impatto diretto	elementi funzionali	elementi strutturali	Valore livello di attenzione	Livelli di attenzione	Tipologia dell'opera	Impatto	coeff. d'impatto	Valori d'impatto	Classi d'impatto
63-65	Roggia Soncino	agroecosistema con semplificazioni	buona	-	corridoi lineari, a strisce e gangli	6	intermedia	nuova doppia corsia	separazione filari, interruzione collegamenti ecosistemi forestali, erosione del suolo	2	12	debole
81	Cavo Caivi	agroecosistema con semplificazioni	buona	-	corridoi lineari e a strisce	3	minore	nuova doppia corsia	separazione filari, interruzione collegamenti ecosistemi forestali, erosione del suolo	2	6	minimo
56	Molinazzo Vecchio	agroecosistema mediamente complesso	alta	varco/fascia a naturalità intermedia	tessera di risorsa ambientale, strisce	13,5	maggiore	svincolo	collegamenti ecosistemi acquatici ed igrofilii, erosione del suolo massima, inquinamento	5	67,5	massimo
72	Roggia Garbarina	agroecosistema complesso	alta	corsi d'acqua minori di importanza ecologica	nodi: corridoi lineari e a strisce	7,5	intermedia	rotatoria	separazione ed interruzione collegamento fra ecosistemi acquatici comunicanti, erosione del suolo, inquinamento	4	30	intermedio
92	Canale S. Antonio	ecosistema fluviale	molto alta	corsi d'acqua minori di importanza ecologica	matrice naturalistica, corridoi a strisce	18	massima	mantenimento in sede	interruzione collegamenti ecosistemi acquatici e forestali	1	18	debole

Tabella estratta dal SIA: Tab. 6.5 – Quadro sinottico dei livelli di attenzione e delle classi d'impatto dei punti di attenzione

Si prevede inoltre di monitorare le opere di mitigazione di interesse ecosistemico ed eventuali altre aree di rilevanza ambientale poste lungo il tracciato e non incluse nelle tre categorie sopra citate.

La pubblicazione "Criteri e indirizzi tecnico-progettuali per il miglioramento del rapporto fra infrastrutture stradali ed ambiente naturale", approvata da Regione Lombardia con il Decreto del Direttore Generale della D.G. Qualità dell'Ambiente n° 4517 del 7/05/2007, fornisce utili indicazioni per l'identificazione puntuale delle aree di saggio. Negli Allegati 8 e 11, infatti, sono analizzati i danni potenziali determinati da un'infrastruttura stradale su fauna e unità ambientali, identificando i limiti spaziali entro i quali si esplicano tali disturbi. Sulla base delle indicazioni fornite, con riferimento alla tabella 11.1 dell'Allegato 11, le azioni di monitoraggio dello stato della vegetazione e degli ecosistemi andranno concentrate entro 250 metri dall'infrastruttura. Nel caso di monitoraggi faunistici, il paragrafo 2 e la tabella 8.4 dell'Allegato 8 forniscono indicazioni per la determinazione delle fasce di impatto: viene suggerita una profondità massima di 250 metri per gli invertebrati, mentre per i vertebrati si rimanda a studi specifici, evidenziando sulla base di dati di letteratura le profondità che possono anche superare i 1000 metri.

Una deroga a questo principio generale deve essere introdotta nel caso di aree di Rete Natura 2000: dato l'elevato interesse conservazionistico in capo a queste aree, si valuterà l'opportunità di estendere il limite spaziale delle azioni di monitoraggio, al fine di garantire un'efficace controllo delle specie e degli habitat di interesse comunitario.

5.2 Monitoraggi faunistici

Nell'ambito del programma di attuazione del progetto in questione dovranno essere previsti monitoraggi e controlli specifici durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'opera. Questo consentirà di seguire l'evoluzione del popolamento a Vertebrati in funzione delle pressioni ambientali prodotte nelle rispettive fasi.

Il monitoraggio della fauna vertebrata dovrà essere finalizzato alla valutazione della consistenza delle popolazioni, mediante l'utilizzo di metodiche standardizzate, con particolare riguardo alle specie di preminente interesse conservazionistico-naturalistico.

	Interesse conservazionistico	L.N. 157/92	Conv. Berna L. 503/81	Dir. 79/409/CEE 91/244/CEE L. 157/92	Conv. Bonn L. 42/83	Dir. 92/43/CEE DPR 337/97
ANFIBI (5)						
TRITONE PUNTEGGIATO <i>Triturus vulgaris</i>	Localmente a rischio		X			
ROSPO COMUNE <i>Bufo bufo</i>	Localmente a rischio		X			
ROSPO SMERALDINO <i>Bufo viridis</i>	Localmente a rischio		X			X
RANA AGILE <i>Rana dalmatina</i>	Localmente a rischio		X			X
RANA DI LATASTE <i>Rana latastei</i>	Vulnerabile		X			X
RETTILI (1)						
TESTUGGINE PALUSTRE <i>Emys orbicularis</i>	Localmente a rischio					
UCCELLI (18)						
TARABUSO <i>Botaurus stellaris</i>	In pericolo, SPEC	X				
TARABUSINO <i>Ixobrychus minutus</i>	Vulnerabile, SPEC	X	X	X		
NITTICORA <i>Nycticorax nycticorax</i>	Vulnerabile, SPEC	X	X	X		
SGARZA CIUFFETTO <i>Ardeola ralloides</i>	Vulnerabile, SPEC	X	X	X		
GARZETTA <i>Egretta garzetta</i>	SPEC	X	X	X		
AIRONE ROSSO <i>Ardea purpure</i>	Vulnerabile, SPEC	X	X	X		
MARZAIOLA <i>Anas crecca</i>	Vulnerabile		X	X	X	
MORIGLIONE <i>Aythya ferina</i>	Vulnerabile		X	X	X	
FALCO DI PALUDE <i>Circus aeruginosus</i>	Vulnerabile/in pericolo	X	X	X	X	
LODOLAIO <i>Falco subbuteo</i>	Localmente a rischio	X	X		X	
PELLEGRINO <i>Falco peregrinus</i>	Vulnerabile	X				
STARNA <i>Perdix perdix</i>	Localmente a rischio, SPEC		X	X		
PORCIGLIONE <i>Rallus aquaticus</i>	Vulnerabile	X	X	X		
PIRO PIRO PICCOLO <i>Actitis hypoleucos</i>	Vulnerabile	X	X		X	
STERNA COMUNE <i>Sterna hirundo</i>	Vulnerabile	X				
FRATICELLO <i>Sterna albifrons</i>	Vulnerabile, SPEC	X				

ASSIOLO <i>Otus scops</i>	Vulnerabile, SPEC	X	X			
PICCHIO ROSSO MINORE <i>Picoides minor</i>	Vulnerabile	X	X			
TOPORAGNO D'ACQUA <i>Neomys fodiens</i>	Vulnerabile	X	X			
ORECCHIONE <i>Plecotus auritus</i>	Vulnerabile	X	X			X
	MAMMIFERI(9)					
RINOLOFO MAGGIORE <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	In pericolo	X	X			X
RINOLOFO MINORE <i>Rhinolophus hypposideros</i>	Vulnerabile	X	X			X
SCOIATTOLO <i>Sciurus vulgaris</i>	Vulnerabile	X	X			
GHIRO <i>Myoxus glis</i>	Vulnerabile	X	X			X
MOSCARDINO <i>Muscardinus avellanarius</i>	Vulnerabile	X	X			X
TOPOLINO DELLE RISAIE <i>Micromys minutus</i>	Vulnerabile					
PUZZOLA <i>Mustela putorius</i>	Vulnerabile	X	X			X

Il programma dei rilevamenti prevede:

1. individuazione per ciascuna area di campionamento (vedi paragrafo precedente) delle zone in cui procedere al monitoraggio delle componenti faunistiche prima dell'inizio dei lavori;
2. caratterizzazione ambientale delle zone scelte, secondo i principali parametri (chimico-fisici, ecologici, geomorfologici, pedologici) che influenzano la distribuzione ecologico-spaziale e la consistenza delle specie;
3. applicazione dei metodi di censimento adatti alle caratteristiche delle specie o gruppi sistematici interessati, prima, durante e dopo la costruzione dell'opera.

In più casi, per una singola specie o gruppo di specie sarà indispensabile applicare congiuntamente più metodi di censimento, al fine di valutare correttamente, attraverso l'analisi comparativa dei dati ottenuti, la consistenza delle popolazioni. E' comunque opportuno specificare che non sempre è possibile definire la consistenza o la densità delle popolazioni, in quanto diverse specie (ad es. Rapaci) sono rare, hanno comportamenti elusivi, utilizzano aree vaste con confini difficilmente definibili e presentano un basso grado di contattabilità. In tali casi, i rilevamenti saranno finalizzati all'acquisizione di dati semi-quantitativi, espressi in genere come frequenza d'incontro o delle presenze.

Nella Tab. 14 sono elencati i principali metodi di censimento della fauna vertebrata, applicabili nella situazione ambientale in questione.

Tab. C 14 - Elenco dei metodi di censimento e di marcamento degli animali quando ne è prevista la cattura, abitualmente utilizzati e ritenuti rispondenti alle caratteristiche ambientali dell'area in questione

	Tecniche di censimento
ANFIBI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cattura-marcamento-ricattura di esemplari adulti; riconoscimento individuale da fotografie del pattern ventrale (es. tritoni) o con microchip e colori indelebili; 2. Recinto di cattura (drift fencing) attorno al sito riproduttivo con trappole a caduta; 3. Cattura degli stadi larvali mediante box , tubi e reti pieghevoli; 4. Conteggio al canto dei maschi in prossimità di zone di accoppiamento.
RETTILI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cattura-marcamento-ricattura lungo transetti definiti (percorsi di notte con sorgente luminosa per alcune specie);marcamento degli animali con colori indelebili o microchip; 2. Conteggio su percorsi preventivamente definiti, dove siano stati posizionati dei pannelli che fungono da rifugio o ricovero degli animali.
UCCELLI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mappaggio delle specie (in particolare Passeriformi e Galliformi) mediante stazioni di ascolto delle vocalizzazioni durante il periodo riproduttivo; 2. Per Strigiformi, censimento dei maschi territoriali con e senza playback; individuazione dei posatoi abituali e dei siti riproduttivi; 3. Censimento su transetti lineari di lunghezza definita, distribuiti uniformemente nelle diverse tipologie ambientali.
MAMMIFERI	<p><u>Per i Chiroterri:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Campionamenti da punti prestabiliti con bat detector; 2. Ricerca dei siti riproduttivi e di svernamento (roosts); 3. Frequenza di cattura delle diverse specie mediante reti mist-net o con retini a mano posizionati presso i siti di rifugio o lungo le probabili traiettorie di volo. <p><u>Per Micromammiferi roditori e insettivori:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trappolaggio su griglia o lineare con trappole per la cattura di animali vivi; applicazione di indici di abbondanza basati su marcamento-cattura-ricattura; 2. Ricerca dei nidi e impiego di cassette nido in diverse tipologie ambientali (Gliridi). <p><u>Per Ungulati:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conteggio a vista su percorsi campione o da postazioni sopraelevate in zone aperte. <p><u>Per Carnivori:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conteggio dei segni di presenza (tane, impronte, feci, resti alimentari, camminamenti) lungo transetti campione di lunghezza definita 2. Cattura degli animali (trappole di cattura o lacci con fermo) e applicazione della tecnica radiotelemetrica

5.3 Monitoraggi su ecosistemi e vegetazione

Il monitoraggio su ecosistemi e vegetazione si uniforma ad una molteplicità di obiettivi:

1. Verificare l'assenza di impatti negativi sugli habitat di interesse comunitario censiti all'interno delle aree di Rete Natura 2000
2. Verificare l'effettivo impatto in corrispondenza dei punti critici evidenziati nel SIA, con riferimento alle opere di mitigazione
3. Monitorare in maniera puntuale le opere a verde a scopo mitigativo e dotate di valore ecosistemico (fasce boscate, sottopassi faunistici, rinfoltimento arbustivo), evidenziando le dinamiche ecologiche intraspecifiche e interspecifiche in atto.
4. Valutare l'efficacia delle opere di compensazione previste.

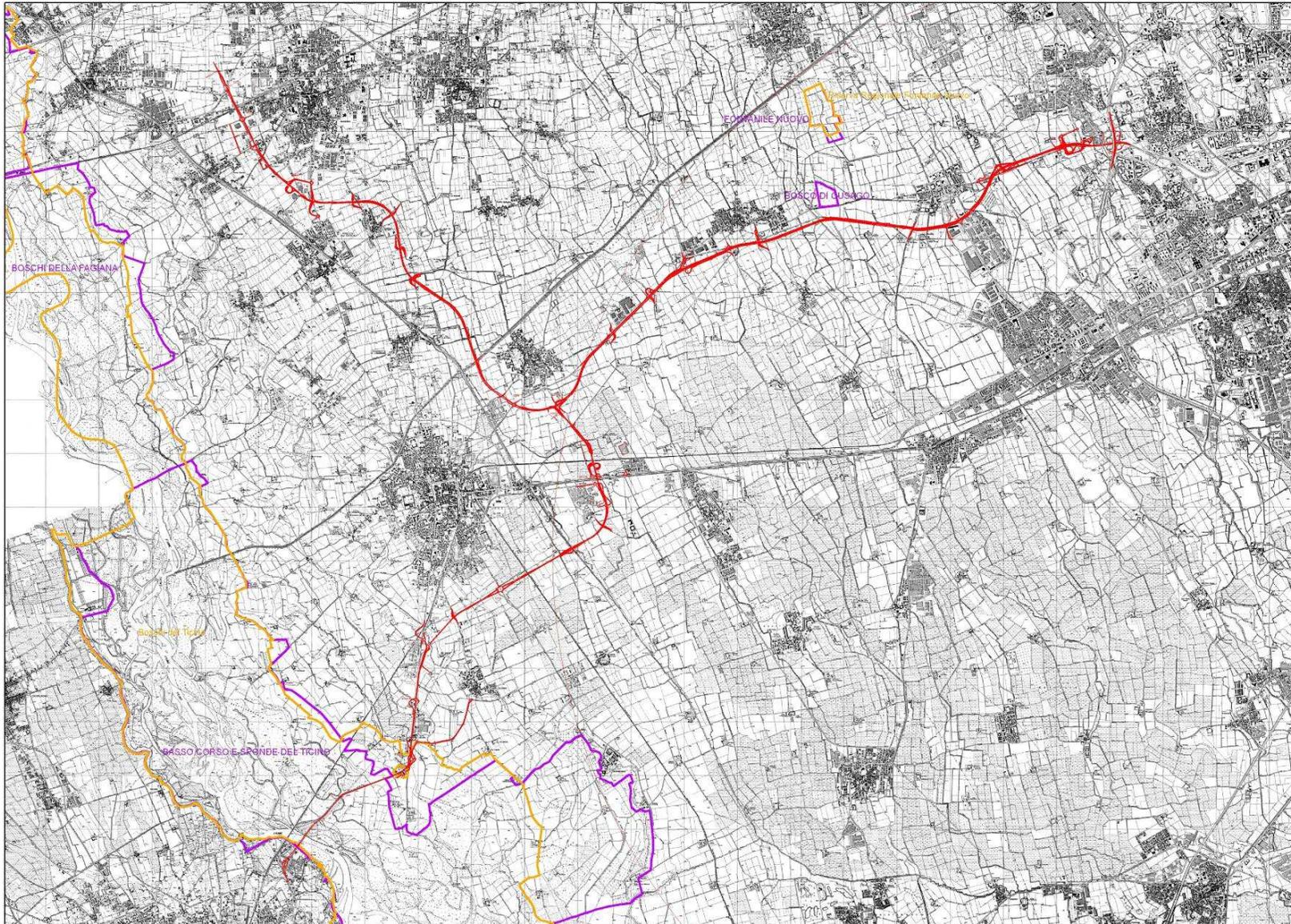
Per rispondere a tali obiettivi, saranno realizzate le seguenti azioni:

	Descrizione
Monitoraggio forestale ed ecosistemico	Lungo transect opportunamente collocati in funzione delle caratteristiche stazionali saranno indagati e valutati nella loro evoluzione ante e post operam i fattori ecologici come idrologia, pedologia (analisi chimico-fisiche, esame dei profili, humus), microclima (assolazione), assetto floristico, dendrometria, stato fitosanitario della vegetazione, in risposta anche all'inquinamento atmosferico prodotto
Monitoraggio habitat di interesse comunitario	Il monitoraggio sarà condotto su una fascia di profondità pari a 250 metri dall'infrastruttura. Le metodiche ricalcheranno quanto esplicitato per la tipologia precedente. I dati raccolti dovranno integrarsi, previo accordo con le amministrazioni provinciali e regionali, con gli standard adottati per il monitoraggio delle aree di Rete Natura 2000.
Monitoraggio delle opere di mitigazione	Il monitoraggio sarà condotto sulle opere a verde con rilievo ecosistemico (boschi, fasce boscate, ecc...). Le metodiche ricalcheranno quanto esplicitato per la prima tipologia (transets) con particolare attenzione per l'evoluzione del suolo e della vegetazione (attecchimento, sviluppo, competizione interspecifica), per le dinamiche d'invasione di specie infestanti e le relazioni intercorrenti tra i risultati raccolti e il piano di manutenzione pluriennale previsto per tali aree
Monitoraggio delle opere di compensazione	Le azioni ricalcano le precedenti tipologie e variano a secondo del tipo di opera.

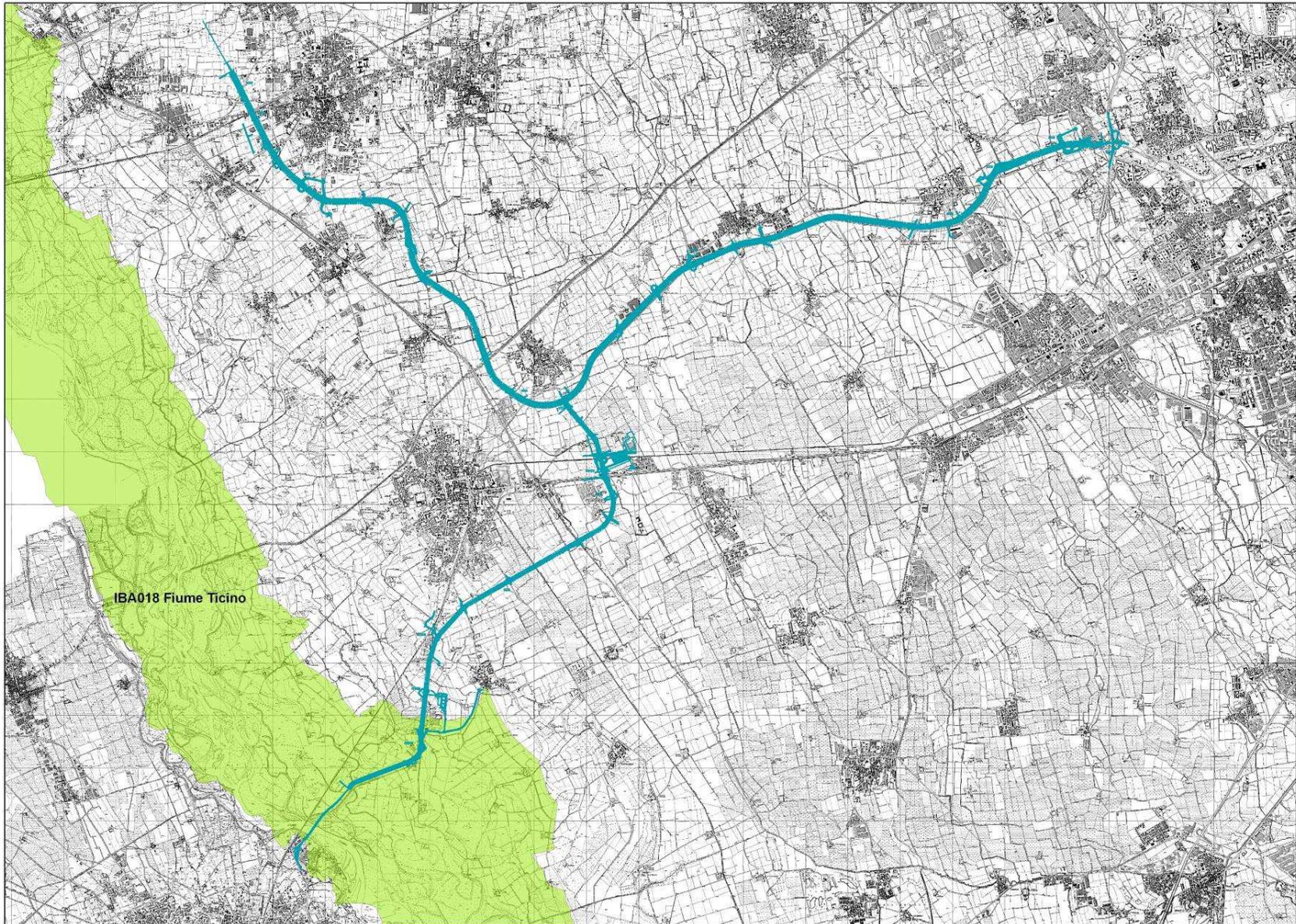
5.4 Piano dei monitoraggi

Sulla base dei criteri esposti nei paragrafi precedenti è stato formulato il Piano operativo di monitoraggio (cfr. figura seguente "tavola 5"). Per il presente Progetto Stralcio tra le aree identificate come prioritarie per la localizzazione delle attività di monitoraggio, risultano la M1 e la M2. Nella tabella si esplicitano le tipologie di azioni da realizzare.

Codice Area	Area	Monitoraggi faunistici				Monitoraggi vegetazionali ed ecosistemici			
		Uccelli	Anfibi	Rettili	Mammiferi	Monitoraggio habitat interesse comunitario	Monitoraggio mitigazioni	Monitoraggio compensazioni	Monitoraggio forestale ed ecosistemico
M1	Dal Canale S. Antonio al confine dell'IBA018 "Fiume Ticino"	X	X	X	X	X	X		X
M2	Molinazzo vecchio	X	X	X	X				X



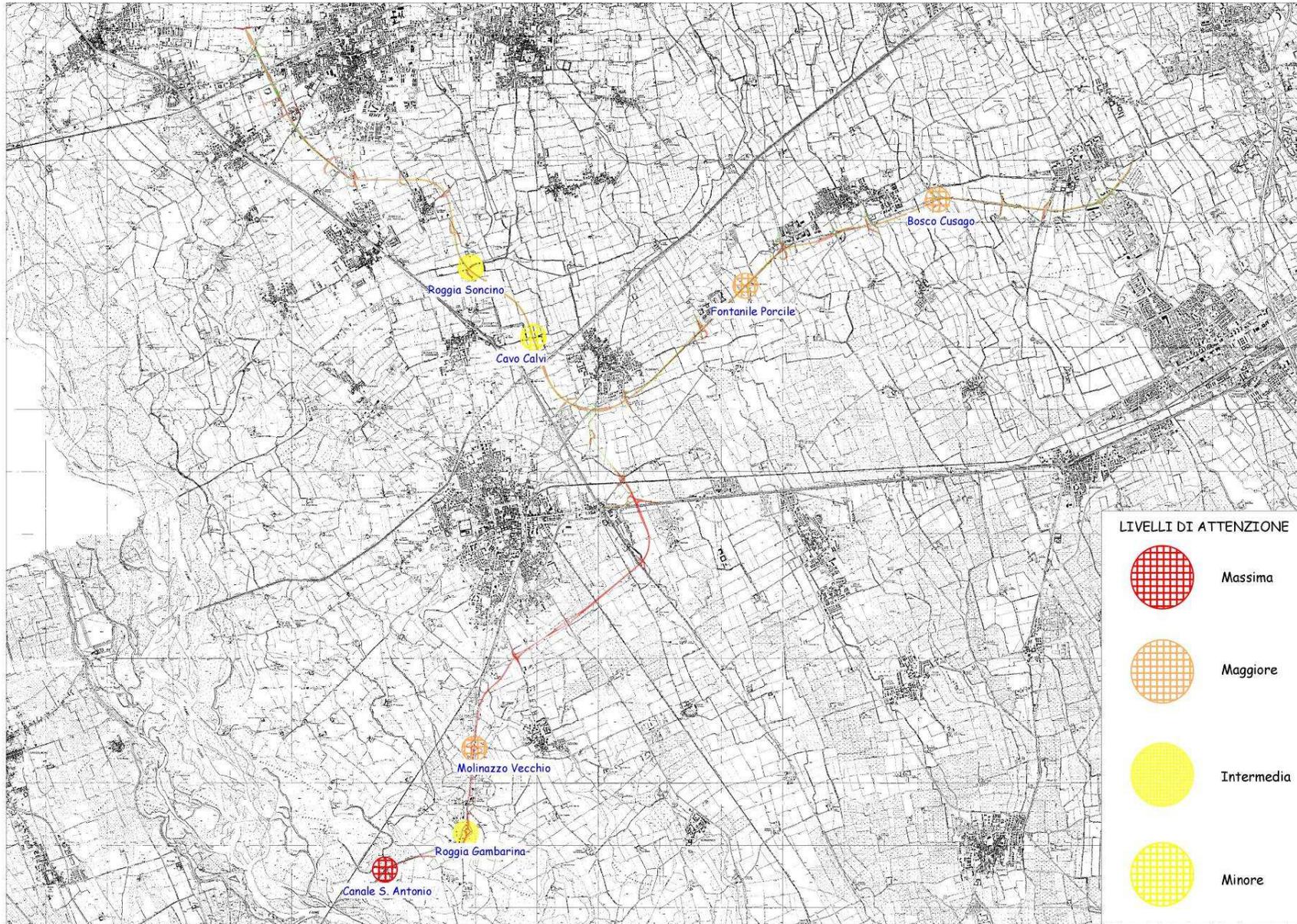
Tav. 1: Opera e Rete Natura 2000 (in viola i SIC, in arancione le ZPS)



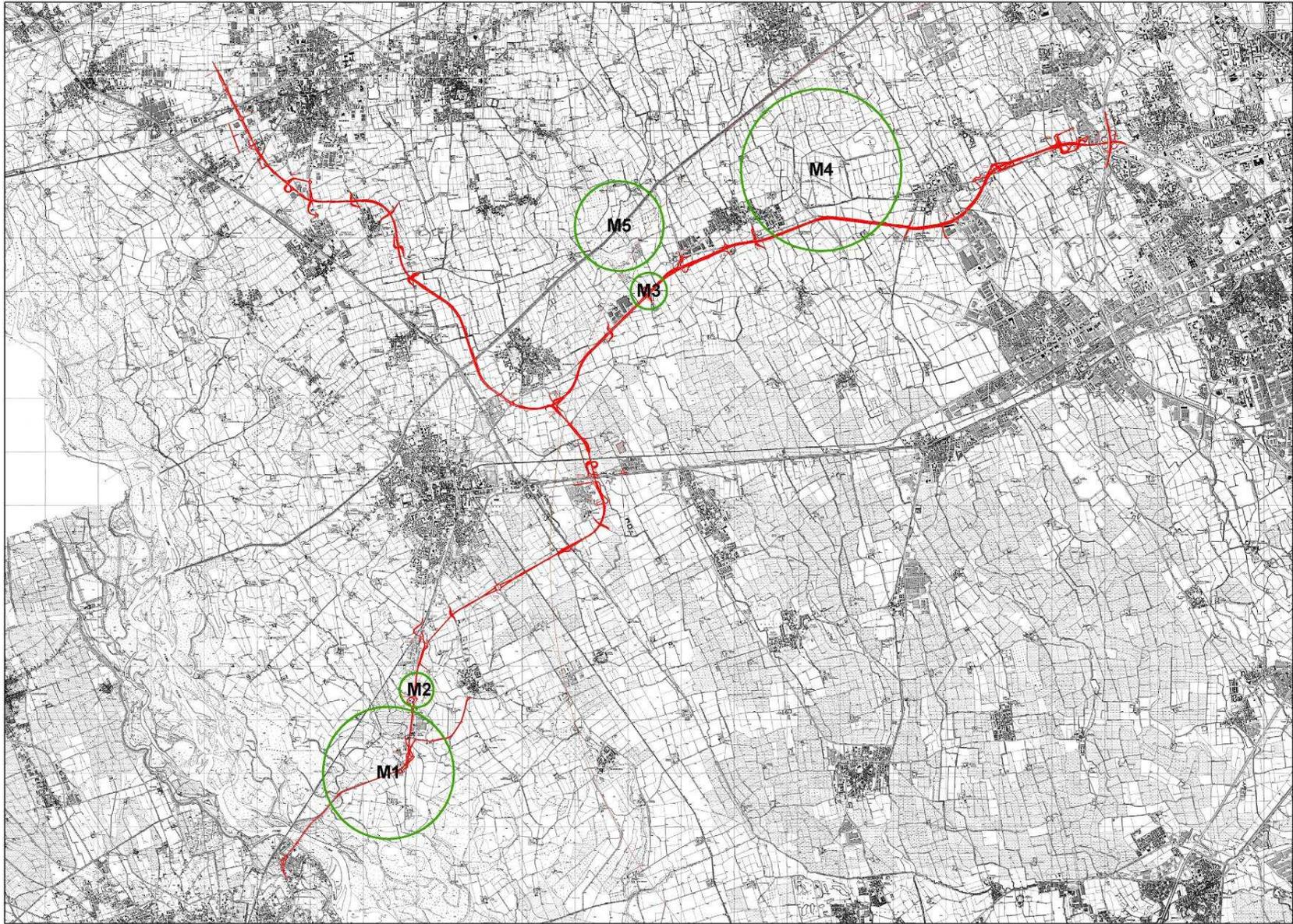
Tav. 2: Opera e IBA (in verde)



Tav. 3: Opera e Rete Ecologica Regionale (in verde i corridoi ecologici primari, in azzurro i gangli)



Tav. 4: Opera e punti critici evidenziati nel SIA



Tav. 5: Opera e aree per il monitoraggio

6. MONITORAGGIO ARCHEOLOGICO

Dall'esame della cartografia (PTC del Parco della Valle del Ticino carta del rischio archeologico; - PTC Provincia di Milano - Aree a rischio archeologico, estratto dalla Carta del Sistema Paesistico Ambientale) riportante le aree di tutela archeologica, le aree a rischio archeologico e le aree di vincolo diretto con la sovrapposizione del tracciato in progetto si evince che le opere del progetto stralcio interessano una area a rischio archeologico e nessuna a vincolo diretto nel tratto in nuova sede in prossimità dell'abitato di Castellazzo dei Barzi.

Di seguito si riporta il censimento dei siti di interesse archeologico ricadenti nel comparto territoriale di area vasta:

Comune di Magenta:

101 Località Ponte Vecchio – Necropoli celtica e romana;

103 Località Bergamasca – Sito preistorico;

Comune di Robecco sul Naviglio

104 Località Castellazzo dei Barzi – Necropoli romane;

Comune di Abbiategrasso

108 Località Castelletto – Tombe celtiche;

109 Località C.na Gennara – Tombe romane;

Comune di Ozzero

110 Località Chiesa S. Siro – Tombe romane;

111 Località C. Cagnola – Necropoli celtica;

112 Località C.na Vismara – Tombe romane.

Per quanto riguarda la fase di realizzazione sono da prevedersi le seguenti attività:

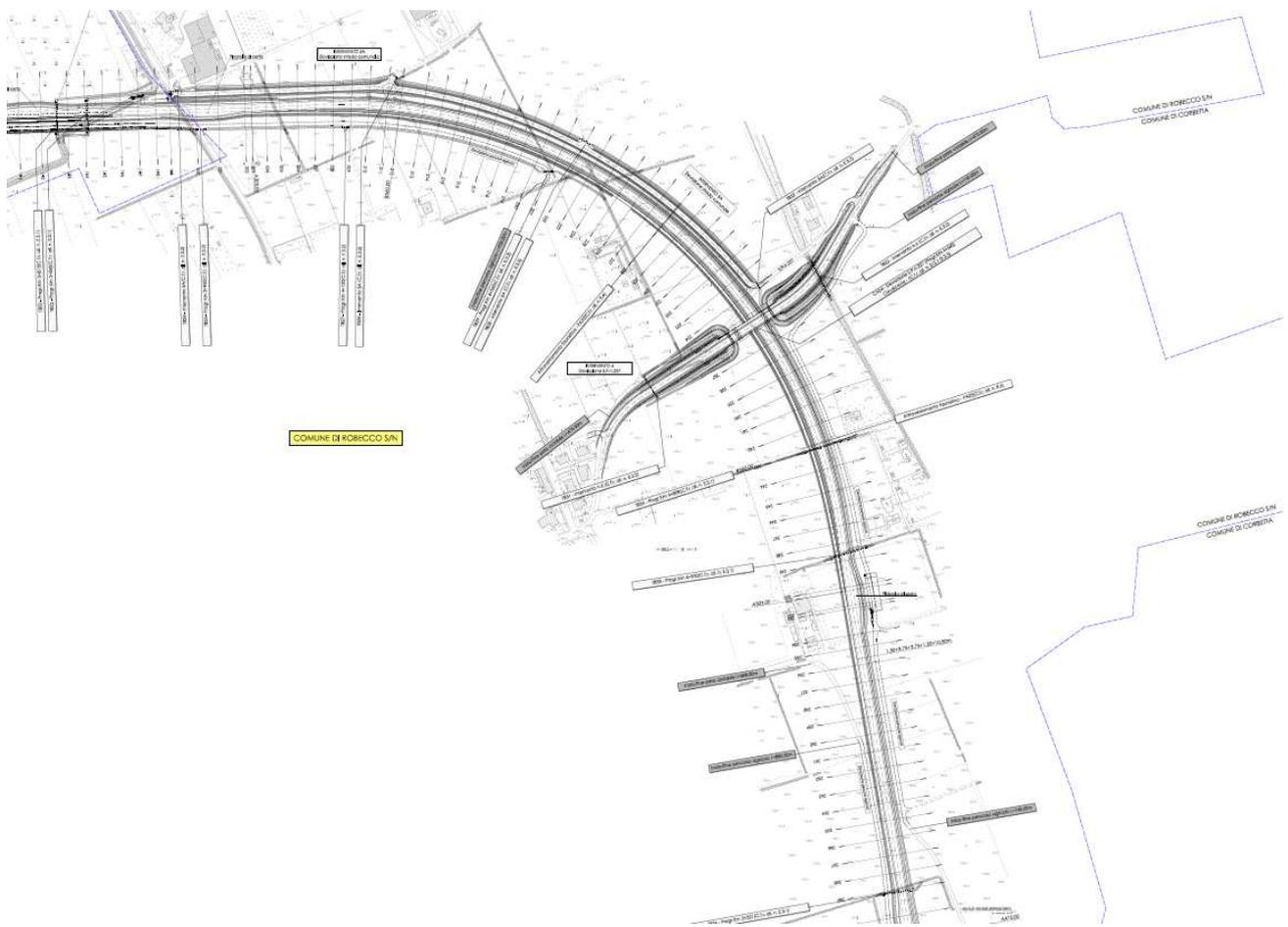
- aggiornamento del censimento dei ritrovamenti;
- fotointerpretazione;
- prospezioni geofisiche;
- indagini superficiali;
- sorveglianza in corso d'opera.

Il tratto in nuova sede in attraversamento dell'area a rischio archeologico in Comune di Robecco Sul Naviglio (località Castellazzo dei Barzi) ha uno sviluppo di circa 800 m, con andamento a raso rispetto al piano campagna; inoltre lungo tale tratto è prevista la realizzazione di un manufatto di scavalco del tracciato principale e la relativa deviazione della viabilità locale per ulteriori 400 m circa; la superficie corrispondente al suddetto ingombro planimetrico delle aree interessate dall'occupazione e dai lavori assomma a circa 4 ha.

Il suddetto tratto è rappresentato negli stralci allegati, ove si riporta la sovrapposizione con il vincolo di rischio archeologico, la planimetria di progetto e il profilo longitudinale del relativo andamento altimetrico:



Identificazione dell'area di rischio archeologico: Tratta A



Stralcio planimetrico e profilo longitudinale di progetto tratto in attraversamento dell'area di rischio archeologico: Tratta A

Le lavorazioni previste lungo tali tratti, durante le quali è possibile effettuare una sorveglianza ed eventualmente eseguire prospezioni e saggi ai fini archeologici, possono essere così di seguito elencate:

- asportazione del terreno vegetale e sbancamento di bonifica
- demolizione della pavimentazione esistente nei tratti di sovrapposizione
- realizzazione dei manufatti di continuità idraulica rogge e fossi
- scavo di sbancamento per la creazione delle trincee
- scavi di fondazione in corrispondenza delle opere d'arte

Lungo l'intera estesa del tracciato in progetto dovranno essere effettuati rapporti e verbali con relativa fotodocumentazione in tutti i casi in cui durante le lavorazioni suddette dovessero risultare interferite opere nel sottosuolo non identificate da enti preposti; in tali casi dovranno essere richiesti specifici sopralluoghi ricognitivi.

7. PRESCRIZIONI IN FASE DI ESECUZIONE

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere ottemperate le seguenti prescrizioni:

- al termine dei lavori dovranno essere ripristinate per le aree occupate temporaneamente dai cantieri allo stato originario, mediante stesa del terreno di coltivo preesistente e opportunamente accantonato, impianto delle eventuali essenze a verde preesistenti e ripristino della circolazione idrica superficiale relativa a fossi irrigui e/o colatori agricoli;
- nelle esecuzioni dei lavori si deve anticipare, per quanto possibile, la realizzazione delle opere di mitigazione e compensazione ambientale rispetto al completamento dell'infrastruttura;
- per lavori con elevata produzione di polveri con macchine per la lavorazione meccanica dei materiali (mole, smerigliatrici), dovranno essere adottate misure di abbattimento;
- dovranno essere previste schermature e accorgimenti per contenere le emissioni diffuse di polveri per l'impianto di betonaggio. Le fasi della produzione di calcestruzzo e il carico delle autobetoniere dovranno essere svolte utilizzando dispositivi chiusi e gli effluenti da essi provenienti dovranno essere captati e convogliati ad un sistema di abbattimento delle polveri con filtro a tessuto. I silos per lo stoccaggio dei materiali dovranno essere dotati di un sistema di abbattimento delle polveri con filtri a tessuto. Punti di emissione a breve distanza (< 50 m) da aperture di vani abitabili dovranno, se possibile avere altezza maggiore di quella del filo superiore dell'apertura più alta;

- al fine di contenere le polveri e gli inquinanti, si dovrà fare uso di pannelli o schermi mobili nei tratti vicini ai ricettori o centri abitati e di barriere antipolvere nel delimitare le aree dei cantieri;
- limitare la fase di cantiere in prossimità di oasi e riserve naturali al fine di ridurre il disturbo alla riproduzione della fauna selvatica;
- gli orari di cantiere dovranno essere pianificati escludendo tassativamente le ore notturne (22:00 - 06:00), i giorni festivi, nonché le attività particolarmente rumorose o fonte di vibrazioni nel periodo 06:00-8:00 e 20:00-22:00;
- si dovrà predisporre opere provvisorie necessarie a consentire il sufficiente adacquamento dei terreni durante la stagione irrigua (indicativamente 5 aprile-20 settembre e 10 novembre-28 febbraio) e il regolare sgrondo delle acque meteoriche durante tutto l'anno;
- si dovrà provvedere alla stesura delle testimoniali sullo stato di consistenza dei manufatti stradali (ponti, sottopassi ecc.), delle sponde e dei manufatti dei canali interferiti ed interessati dal transito dei mezzi pesanti per le lavorazioni, per il trasporto di inerti dalle cave ai cantieri e per lo smaltimento dei materiali di risulta provenienti dagli scavi. Tali documenti andranno redatti in contraddittorio, prima dell'inizio dei lavori, al fine di consentire il puntuale ripristino delle opere danneggiate;
- dovranno essere ripristinate con elementi in cls tutte le opere consortili interferite che verranno demolite o danneggiate, secondo le indicazioni e prescrizioni che verranno impartite dal Consorzio di Bonifica Est Ticino - Villoresi;
- si dovrà prevedere una postazione di lavaggio delle ruote e dell'esterno dei mezzi, per evitare dispersioni di materiale polveroso lungo i percorsi stradali; cemento, calce, intonaci ed altri materiali da cantiere allo stato solido polverulento dovranno

essere stoccati in sili e movimentati con trasporti pneumatici presidiati da opportuni filtri in grado di garantire valori d'emissione di 1 Omg/Nmc. I filtri dovranno essere dotati di sistemi di controllo dell'efficienza; in appositi luoghi e movimentati mediante attrezzature idonee;

- si dovrà prevedere, nelle opere di pavimentazione e impermeabilizzazione, l'impiego di emulsioni bituminose, la riduzione della temperatura di lavoro mediante scelta di leganti adatti e l'impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura;
- dovranno essere utilizzati mezzi di trasporto con capacità differenziata, al fine di ottimizzare i carichi sfruttandone al massimo la capacità. Per il materiale sfuso dovrà essere privilegiato l'impiego di mezzi di grande capacità, che consentano la riduzione del numero di veicoli in circolazione (N98 AC MI/VR). La velocità sulle piste di cantiere dovrà essere limitata a 30 km/h;
- eventuali tramogge o nastri trasportatori di materiale sfuso o secco di ridotte dimensioni granulometriche dovranno essere dotati di carter;
- si dovrà prevedere l'adozione di sistemi di carico del carburante in circuito chiuso dall'autocisterna al serbatoio di stoccaggio, ed utilizzare, durante la fase di riempimento dei serbatoi degli automezzi, sistemi di erogazione dotati di tenuta sui serbatoi con contemporanea aspirazione e abbattimento dei vapori con impianto a carboni attivi;
- dovranno essere utilizzati gruppi elettrogeni e di produzione di calore con caratteristiche tali da ottenere le massime prestazioni energetiche, al fine di minimizzare le emissioni in atmosfera. Impiegare, ove possibile, apparecchi di lavoro a basse emissioni (con motore elettrico); macchine con motore diesel andranno possibilmente alimentate con carburanti a basso tenore di zolfo (<50 ppm);

- si dovrà proteggere con barriere il materiale sciolto, depositato in cumuli, movimentandolo di frequente con scarse altezze di getto, basse velocità di uscita e contenitori di raccolta chiusi, nonché prevederne l'umidificazione in caso di vento superiore ai 5 m/s. I lavori dovranno essere sospesi in condizioni climatiche sfavorevoli e i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dovranno essere protetti dal vento con misure come la copertura con stuoie/teli;
- per lo stoccaggio e la movimentazione degli inerti dovranno essere seguite le seguenti indicazioni: umidificazione, applicazione di additivi di stabilizzazione del suolo; formazione di piazzali con materiale inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico; copertura dei nastri trasportatori e abbattimento a umido in corrispondenza dei punti di carico/scarico; sistemi spray in corrispondenza dei punti di carico/scarico e trasferimento.
- I previsti riempimenti dovranno essere effettuati privilegiando il riutilizzo del materiale derivante da scavi ed eventuale demolizioni.
- il realizzatore dell'infrastruttura posseda o, in mancanza, acquisisca per le attività di cantiere anche dopo la consegna dei lavori e nel più breve tempo possibile, la Certificazione Ambientale 14001 o la registrazione ai sensi del Regolamento CEE 761/2001 (EMAS).

ALLEGATI:

- SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO
- SCHEDE DI MONITORAGGIO ATMOSFERICO
- PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO – VIBRAZIONALE - ATMOSFERICO

SCHEDE DI MONITORAGGIO ACUSTICO

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO

PROGETTO:

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

Caratterizzazione del recettore e dell'ambiente insediativo:

Caratterizzazione della sorgente di rumore principale:

Caratterizzazione di sorgenti di rumore secondarie (rumore di fondo):

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO**PROGETTO:**

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

Caratterizzazione del clima acustico al momento delle misure:

Descrizione dell'attività di cantiere:

Tipologia di strumentazione adottata:

MISURE EFFETTUATE

PERIODO	TR	DURATA	DATA	$L_{A,eqTR}$ [dBA]	K [dBA] _l	K_T [dBA]	K_B [dBA]	L_{AeqTRC} [dBA]	Llim [dBA]
DIURNO	6-22	10'							65
NOTT.	22-6	10'							55

FOTO POSTAZIONE

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE DI BREVE PERIODO

PROGETTO:

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

PARAMETRI DI MISURA	DIURNO (TR 6 -22)					NOTTURNO (TR 22 -6)				
	D1	D2	D3	D4	D5	N1	N2	N3	N4	N5
DATA INIZIO										
ORA INIZIO										
DURATA										
$L_{A,eqTR}$										
L_{10}										
L_{90}										
L_{lmax}										
L_{Fmax}										
L_{Smax}										
K_I										
K_T										
K_B										
L_{AeqTRC}										
$L_{Aeq,TMC}$										
$L_{Aeq,TRC}$										

NOTE:

COMMENTO DEL CLIMA ACUSTICO:

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI		
---	--	--

PROGETTO:		
------------------	--	--

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

Caratterizzazione del recettore e dell'ambiente insediativo:

Caratterizzazione della sorgente di rumore principale:

Caratterizzazione di sorgenti di rumore secondarie (rumore di fondo):

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI

PROGETTO:

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

Caratterizzazione delle sorgenti di rumore al momento dell'esecuzione delle misure:

Strumentazione adottata e modalità di installazione:

SINTESI DELLE MISURE

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
LAeq 6-22 (GIORNO) [dBA]								
LAeq 22- 6 (NOTTE) [dBA]								

Note:

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI

PROGETTO:

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

DETTAGLIO DEI RISULTATI PERIODO DIURNO [6 -22 h]

GRANDEZZE	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Leq,TM [dBA]								
L ₁ [dBA]								
L ₅ [dBA]								
L ₁₀ [dBA]								
L ₅₀ [dBA]								
L ₉₀ [dBA]								
L ₉₅ [dBA]								
L _{Fmax} [dBA]								
L _{Fmin} [dBA]								
K ₁ [dBA]								
K _T [dBA]								
K _B [dBA]								
L _{Aeq,TRC} [dBA]								

TRAFFICO STRADALE SORGENTE DI RIFERIMENTO

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Veicoli leggeri [veic/h]								
Veicoli pesanti [veic/h]								
Motocicli [veic/h]								

MISURE METEOROLOGICHE

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
CIELO								
PRECIPITAZIONI [mm]								
TEMPERATURA [°C]								
UMIDITA' REL.[%]								
DIREZIONE VENTO								
VELOCITA' VENTO[m/s]								
NOTE								

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI

PROGETTO:

TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE

DETTAGLIO DEI RISULTATI PERIODO NOTTURNO [22-6 h]

GRANDEZZE	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Leq, TM [dBA]								
L ₁ [dBA]								
L ₅ [dBA]								
L ₁₀ [dBA]								
L ₅₀ [dBA]								
L ₉₀ [dBA]								
L ₉₅ [dBA]								
L _{Fmax} [dBA]								
L _{Fmin} [dBA]								
K ₁ [dBA]								
K _T [dBA]								
K _B [dBA]								
L _{Aeq, TRC} [dBA]								

TRAFFICO STRADALE SORGENTE DI RIFERIMENTO

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
Veicoli leggeri [veic/h]								
Veicoli pesanti [veic/h]								
Motocicli [veic/h]								

MISURE METEOROLOGICHE

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom	Sett.
CIELO								
PRECIPITAZIONI [mm]								
TEMPERATURA [°C]								
UMIDITA' REL. [%]								
DIREZIONE VENTO								
VELOCITA' VENTO [m/s]								
NOTE								

MONITORAGGIO ACUSTICO - MISURE SETTIMANALI		
PROGETTO:		
TIPOLOGIA RECETTORE	INDIRIZZO	CODICE
FOTO EDIFICIO E POSTAZIONE	FOTO POSTAZIONE	
STRALCIO PLANIMETRICO – POSTAZIONE E MISURE DI TRAFFICO E METEOROLOGICHE		
PAG. 6 DI 6		

SCHEDE DI MONITORAGGIO ATMOSFERICO

SCHEDE TIPO PER IL MONITORAGGIO ATMOSFERICO

STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO

Misure in Discontinuo - Inquinanti

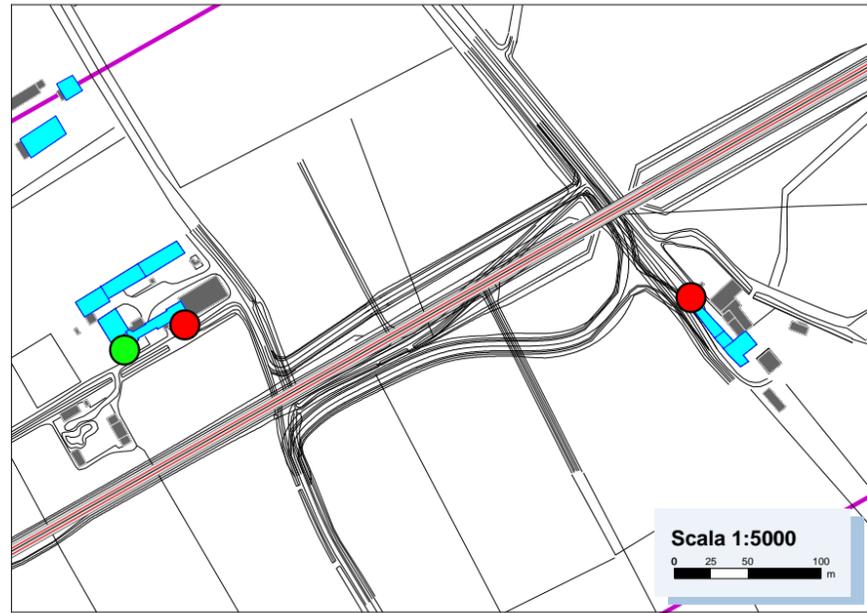
INQUINANTI	PTS	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	O ₃	CO
Unità di misura	µg/m ³	mg/m ³				
Tempo di campionamento	24	24	1 ora	24 ore	1 ora	1 ore
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Numero dati validi						
Media						
Mediana						
Minimo						
Massimo						
90°						
95°						
98°						

STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO

Misure in Discontinuo – Dati Meteo

	V	Dir.	U.R.	P	Pioggia	Temp.	Rad. globale	Rad. netta
Unità di misura	m/s	° sessag.	%	hPa	mm	° T	W/m ²	W/m ²
Tempo di campionamento	1 ora	1 ora	1 ora	1 ora	1 ora	1 ora	1 ora	1 ora
FASE:	PERIODO DI MISURA DAL						AL	
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
Numero dati validi								
Media								
Mediana		-						
Minimo		-						
Massimo		-						
Note								

PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO – VIBRAZIONALE - ATMOSFERICO



Legenda

- Asse sorgenti
- Linea emissione sorgenti
- Superficie stradale
- ⌋ Apertura galleria
- Ricettori residenziali
- Altri edifici
- Punto ricettore
- Punto di monitoraggio acustico
- Punto di monitoraggio atmosferico
- Fascia di pertinenza acustica A
- Fascia di pertinenza acustica B e unica



Legenda

- Asse sorgenti
- Linea emissione sorgenti
- Superficie stradale
- Apertura galleria
- Ricettori residenziali
- Altri edifici
- Punto ricettore
- Punto di monitoraggio acustico
- Punto di monitoraggio atmosferico
- Fascia di pertinenza acustica A
- Fascia di pertinenza acustica B e unica

Scala 1:5000



Scala 1:10000

