

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto Funzionale Brescia-Verona
PROGETTO DEFINITIVO**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
RIQUALIFICAZIONE STRADA GHEDI-BORGOSATOLLO
(TRATTO DI NUOVA VIABILITÀ)
Relazione**



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta
Ingegnere Civile Iscritto all'albo
degli Ingegneri della Provincia di Milano
al n. A23408 - Sez. A Settori:
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020557 - Fax 02.52020309
CF. e P.IVA 00825790157

ALTA SORVEGLIANZA		Verificato	Data	Approvato	Data

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

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	G	S	A	0	0	0	0	0	0	7	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS		31.03.14		31.03.14		31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121	Data: 31.03.14	Doc. N.: 06264_02.doc
----------------------------	----------------	-----------------------



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



1. RIFERIMENTI PRELIMINARI.....	4
1.1 Motivazioni dell'opera in progetto	4
1.2 Inquadramento territoriale.....	5
2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	7
2.1 Deliberazione C.I.P.E.	7
2.2 Vincoli territoriali-ambientali.....	7
2.3 Piano Territoriale Regionale	8
2.4 Piano Paesistico Regionale.....	8
2.5 Previsioni dei Piani di Trasporto e della Viabilità	10
2.6 Strumenti di pianificazione provinciale.....	10
2.7 Previsioni di PGT	13
2.8 Compatibilità con gli strumenti di pianificazione e programmazione.....	17
3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	19
3.1 Descrizione del tracciato.....	19
3.2 Traffico di riferimento per le valutazioni ambientali.....	19
3.3 Cantierizzazione	20
3.4 Tempi di realizzazione	21
3.5 Opere di mitigazione e di compensazione ambientale.....	21
3.5.1 Opere di mitigazione dell'impatto acustico.....	21
3.5.2 Opere in verde	21
4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	23
4.1 Riferimenti preliminari	23
4.2 Atmosfera	25
4.2.1 Premessa.....	25
4.2.2 Inquadramento meteorologico	26
4.2.3 Qualità dell'aria	38
4.2.3.1 Riferimenti normativi.....	38
4.2.3.2 Quadro attuale della qualità dell'aria.....	41
4.2.4 Potenziale variazione delle emissioni inquinanti in atmosfera.....	61
4.2.5 Fase di costruzione	65
4.2.6 Interventi di mitigazione.....	76
4.3 Ambiente idrico	77
4.3.1 Analisi dello stato attuale.....	77
4.3.2 Individuazione delle interferenze.....	83
4.3.3 Interventi di mitigazione e di prevenzione.....	85
4.4 Suolo e sottosuolo	88
4.4.1 Analisi dello stato attuale	88
4.4.2 Individuazione delle interferenze.....	91
4.4.3 Interventi di mitigazione e prevenzione	92
4.5 Vegetazione, flora e fauna – Ecosistemi.....	93
4.5.1 Premessa.....	93
4.5.2 Usi del suolo	93



4.5.3	Vegetazione e flora	94
4.5.4	Fauna.....	99
4.5.5	Ecosistemi.....	105
4.5.6	Individuazione dei livelli di impatto legati alla realizzazione dell'opera in progetto	107
4.5.7	Interventi di mitigazione.....	114
4.5.8	Bilancio ecologico	115
4.6	Paesaggio.....	120
4.6.1	Lineamenti generali del paesaggio.....	120
4.6.2	Caratteristiche del paesaggio locale.....	120
4.6.3	Elementi di rilievo ed elementi detrattori.....	123
4.6.4	Modificazioni indotte dall'opera in progetto.....	123
4.7	Archeologia.....	125
4.7.1	Generalità	125
4.7.2	Emergenze archeologiche e storico-monumentali.....	125
4.7.3	Valutazione dei livelli di impatto archeologico.....	126
4.7.4	Bibliografia	127
4.8	Rumore.....	130
4.8.1	Premessa.....	130
4.8.2	Normativa di riferimento	130
4.8.3	Inquadramento territoriale	135
4.8.4	Descrizione dell'infrastruttura	138
4.8.5	Stima degli impatti in fase di esercizio.....	138
4.8.6	Stima degli impatti in fase di costruzione.....	146
4.8.7	Conclusioni	150
4.9	Salute pubblica	151
4.9.1	Stato di fatto.....	151
4.9.2	Stima degli impatti.....	153
4.10	Indirizzi per il monitoraggio ambientale.....	155
	Allegato 4.8/1 – Modellistica matematica del rumore	162
	Allegato 4.8/2 Dossier Ricettori - Schede	165



1. RIFERIMENTI PRELIMINARI

1.1 Motivazioni dell'opera in progetto

La riqualificazione della strada Ghedi-Borgosatollo tramite la realizzazione di un tratto di nuova viabilità, rientra tra gli interventi di viabilità extralinea che la Delibera C.I.P.E. n. 120 del 5 dicembre 2003 (pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 132 dell'8 giugno 2004) ha individuato, in regione Lombardia, come funzionali alla cantierizzazione della linea AV/AC Milano-Verona, di cui la Brescia-Verona è una parte.

In particolare, il nuovo tratto stradale è finalizzato a creare un collegamento diretto tra la strada provinciale 23 e la strada provinciale 77, che non comporti l'attraversamento del centro abitato di Borgosatollo. Si veda in merito l'allegato 1, Corografia.

Il progetto si pone gli obiettivi di:

- separare il traffico destinato ai centri urbani dal traffico di attraversamento, garantendo per questa via condizioni di sicurezza di circolazione;
- garantire ulteriori condizioni di sicurezza viaria, attraverso criteri di progetto in linea con le norme di riferimento, eliminando gli innesti a raso non opportunamente canalizzati dalla viabilità principale e introducendo due rotatorie per la sistemazione delle intersezioni della nuova infrastruttura con la viabilità esistente;
- minimizzare gli effetti di frammentazione nel pregiato contesto agricolo attraversato;
- contenere l'impatto ambientale sia attraverso adeguati criteri di progettazione che minimizzino gli impatti, sia ricorrendo ad opportune opere di mitigazione e/o compensazione.

L'infrastruttura in progetto è assimilabile ad una strada extraurbana secondaria (C1).

Le caratteristiche dell'opera in progetto sono definite nel Progetto Definitivo, di cui fa parte il presente Studio di Impatto Ambientale.

Quest'ultimo è finalizzato:

- a fornire le informazioni necessarie per descrivere le caratteristiche ambientali delle aree interessate, individuando al loro interno le situazioni di maggiore sensibilità;
- a consentire la valutazione degli effetti indotti dalle opere in progetto;
- a consentire la determinazione e la valutazione delle opere di mitigazione e compensazione degli impatti e prevenzione dei rischi.

Per quanto concerne l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera si evidenziano i seguenti profili e criteri di intervento:

- funzionalità dell'opera, attuata attraverso un opportuno equilibrio tra scorrevolezza del traffico e inserimento di rotatorie con funzione di rallentamento dello stesso in corrispondenza dei punti di relazione con la viabilità locale; questo consente di mantenere l'attrattività alla percorrenza della nuova infrastruttura e nel contempo ne modera la velocità possibile, con conseguente beneficio in termini di sicurezza rispetto al rischio di incidente grave e di impatto acustico da traffico veloce;
- contenimento dell'impatto acustico; i criteri seguiti sono conformi al D.P.R. 142/2004 attuativo della legge quadro sul rumore per le infrastrutture stradali; le opere di mitigazione operano ad un livello di base, con l'adozione della pavimentazione drenante e fonoassorbente (utile anche ai fini della sicurezza di marcia);
- sistemazione a verde delle aree interessate dall'intervento; l'obiettivo è di carattere ecosistemico e paesaggistico e si esplica sia nella concezione dell'asse viario come corridoio ecologico, attuato con la sistemazione a verde naturalistico del piede dei rilevati e delle zone residuali abbandonate dalle attività agricole, sia nell'arredo a verde delle rotatorie;



- inserimento paesaggistico dell'opera, attuato attraverso l'adozione di un profilo radente che evita l'introduzione di elementi di consistente impatto percettivo.

1.2 Inquadramento territoriale

Il tracciato del collegamento stradale in progetto si sviluppa, per una lunghezza complessiva pari a 1.780 m circa, nei comuni di Borgosatollo e Castenedolo, in provincia di Brescia, lambendo in alcuni tratti i confini dei comuni di Montirone e Ghedi. Si veda in merito l'allegato 4, Opere in progetto - Planimetria - Profilo.

Il tracciato si sviluppa con andamento prevalentemente Sud-Ovest – Nord-Est. Esso inizia in corrispondenza della S.P. 23, dove è prevista la realizzazione di un raccordo diretto con incrocio a T e termina con una rotatoria di collegamento alla S.P. 77, immediatamente a Nord del nucleo abitato di Capodimonte.

La variante ha un andamento curvilineo, con un flesso intermedio nella prima parte, mentre è pressoché rettilinea nella seconda parte.

Con la realizzazione del Raccordo Ospitaletto - Montichiari, che prevede la costruzione di uno svincolo in corrispondenza della S.P. 23, l'incrocio di innesto della variante verrà ristrutturato con l'inserimento di una rotatoria.

Lungo il tracciato l'opera di maggiore rilievo è rappresentata dal ponte di superamento del torrente Garza, di lunghezza 30 metri.

Di seguito si riporta il fotopiano dell'opera in progetto.





2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

2.1 Deliberazione C.I.P.E.

Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica, con Deliberazione n. 120 del 5 dicembre 2003 (pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 132 dell'8 giugno 2004), ha approvato, con le prescrizioni e le raccomandazioni proposte dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, il progetto preliminare per la "linea AV/AC Milano-Verona", di cui la Brescia-Verona è una parte, riconoscendo la compatibilità ambientale dell'opera.

La Deliberazione asserisce che, in via generale, per quanto concerne la cantierizzazione della linea ed i relativi interventi di adeguamento della viabilità, il progetto definitivo della linea debba prevedere il mantenimento in esercizio della viabilità esistente. La viabilità di cantiere fissata nel progetto preliminare è stata sviluppata tenendo conto delle criticità di attraversamento delle aree urbanizzate e delle necessità effettive e reali del piano di cantierizzazione. La Deliberazione prescrive che il soggetto aggiudicatore sviluppi, nel progetto definitivo della linea, la viabilità indicata nel progetto preliminare, realizzando nella regione Lombardia, come intervento funzionale alla cantierizzazione e con le caratteristiche geometriche e l'estensione descritte nella D.G.R. n. 13714 del 18 luglio 2003 della Regione Lombardia, la seguente viabilità extralinea:

- ex SS 591 - variante di Bariano e Morengo;
- ex SS 11- variante all'abitato di Sola e Isso;
- ex SS 498 - variante nord di Romano di Lombardia;
- ex SS 11 - variante sud di Calcio;
- variante est di Urago d'Oglio;
- riqualificazione della strada Ghedi-Borgosatollo (solo tratto di nuova viabilità di 1,5 km).

L'allegato B della Deliberazione n. 120/2003 del C.I.P.E. fa rientrare la realizzazione delle prime 5 delle suddette opere di viabilità tra le attività necessarie ad assicurare la realizzazione dei lavori per la linea ad alta velocità nei tempi definiti nel progetto preliminare (ottemperando alle prescrizioni espresse dalle Regioni Lombardia e Veneto, dal Ministero dell'ambiente e dai soggetti gestori di alcune infrastrutture – ANAS e Autostrada Serenissima – in sede di istruttoria del progetto preliminare, e positivamente valutate dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti), e pertanto da svolgersi "in via anticipata" rispetto alla data di avvio dei lavori indicata nel programma temporale dell'opera.

2.2 Vincoli territoriali-ambientali

Sulla base degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e del censimento dei beni e complessi tutelati dal D.Lgs 42/2004 e s.m.i. eseguito per il progetto definitivo, sono stati considerati i seguenti vincoli nell'area interessata dall'opera in progetto:

- vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs 42/04;
- vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 45/69 e del R.D. 30-12-1923;
- vincolo archeologico;
- zone speciali quali ZPS e SIC;
- parchi e riserve naturali.



Il tracciato attraversa due aree sottoposte a tutela per specifica disciplina di PGT nei comuni di Borgosatollo e di Castenedolo. Possono essere comprese in questa categoria: aree agricole strategiche; aree prevalentemente agricole a protezione dell'urbano.

Nel comune di Castenedolo, il tracciato attraversa il Torrente Garza e la sua fascia di rispetto (ai sensi dell'Art. 142 comma c del D.Lgs. 42/04) di 150 m dalle sponde ed inoltre lambisce una fascia boscata delimitata dal Piano di Indirizzo Forestale (ai sensi dell'Art. 142 comma g del D.Lgs. 42/04).

Per quanto riguarda la parte del tracciato che ricade all'interno di tali vincoli è necessaria l'autorizzazione ai sensi dell'Art. 146 del D.Lgs 42/04.

2.3 Piano Territoriale Regionale

Il Piano Territoriale Regionale della Lombardia è stato approvato con DCR n. 951 del 19 gennaio 2010 ed ha acquistato efficacia per effetto della pubblicazione dell'avviso di avvenuta approvazione sul BURL n. 7, serie Inserzioni e Concorsi del 17 febbraio 2010.

Il Consiglio Regionale della Lombardia, con DCR n. 56 del 28 settembre 2010 ha successivamente approvato alcune modifiche ed integrazioni al Piano Territoriale Regionale (PTR). Inoltre, come previsto dall'articolo 22 della l.r. 12/2005, il PTR è stato poi aggiornato annualmente mediante il programma regionale di sviluppo, ovvero mediante il documento strategico annuale:

- l'aggiornamento 2011 è stato approvato dal Consiglio Regionale con DCR n. 276 del'8 novembre 2011, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 48 del'1 dicembre 2011;
- l'aggiornamento 2012/2013 è stato approvato dal Consiglio Regionale con DCR n. 78 del 9 luglio 2013, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 30 del 23 luglio 2013. L'aggiornamento 2013 del PTR include anche le modifiche del 2012.

Il PTR costituisce il quadro di riferimento per la programmazione e la pianificazione a livello regionale e l'aggiornamento 2013, risultato di un confronto tra tutte le Direzioni Generali, comporta anche delle ricadute sulla pianificazione locale.

In particolare al paragrafo 1.5.6 Infrastrutture Prioritarie per la Lombardia, si parla di potenziamento della rete primaria integrata con la rete secondaria e con la viabilità di accesso ai diversi territori della Lombardia, in seguito al paragrafo 2.1.2 si auspicano interventi sul sistema delle infrastrutture di collegamento affinché permettano l'accesso ai poli regionali e favoriscano le relazioni con l'esterno da tutto il territorio lombardo, attraverso un'effettiva integrazione tra reti lunghe e reti brevi. Si prevede l'opportunità di utilizzo della fitta maglia infrastrutturale per incentivare la creazione di un sistema policentrico, favorendo l'accessibilità ai poli principali, tra poli secondari e tra aree periferiche.

2.4 Piano Paesistico Regionale

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), in applicazione dell'art. 19 della l.r. 12/2005, ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale (Dlgs.n.42/2004) . Il PTR in tal senso recepisce consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) vigente in Lombardia dal 2001, integrandone e adeguandone contenuti descrittivi e normativi e confermandone impianto generale e finalità di tutela.

Il Piano Paesaggistico Regionale diviene così sezione specifica del PTR, disciplina paesaggistica dello stesso, mantenendo comunque una compiuta unitarietà ed identità.

Le misure di indirizzo e prescrittività paesaggistica si sviluppano in stretta e reciproca relazione con le priorità del PTR al fine di salvaguardare e valorizzare gli ambiti e i sistemi di maggiore rilevanza.



L'approccio integrato e dinamico al paesaggio si coniuga con l'attenta lettura dei processi di trasformazione dello stesso e l'individuazione di strumenti operativi e progettuali per la riqualificazione paesaggistica e il contenimento dei fenomeni di degrado, anche tramite la costruzione della rete verde.

Il PTR contiene così una serie di elaborati che vanno ad integrare ed aggiornare il Piano Territoriale Paesistico Regionale approvato nel 2001, assumendo gli aggiornamenti apportati allo stesso dalla Giunta Regionale nel corso del 2008 e tenendo conto degli atti con i quali in questi anni la Giunta ha definito compiti e contenuti paesaggistici di piani e progetti.

Gli elaborati approvati sono di diversa natura:

- La Relazione Generale, che esplicita contenuti, obiettivi e processo di adeguamento del Piano
- Il Quadro di Riferimento Paesaggistico che introduce nuovi significativi elaborati e aggiorna i Repertori esistenti
- La Cartografia di Piano, che aggiorna quella pre-vigente e introduce nuove tavole
- I contenuti Dispositivi e d'indirizzo, che comprendono da una parte la nuova Normativa e dall'altra l'integrazione e l'aggiornamento dei documenti d'indirizzo.

Per ciò che attiene riqualificazione della strada Ghedi-Borgosatollo si riportano le seguenti osservazioni.

L'intervento in progetto ricade all'interno dell'unità di paesaggio denominata della "Fascia della Bassa Pianura" ed in particolare nei "Paesaggi della Pianura Cerealicola". L'intervento non interessa aree soggette a vincolo territoriale e ambientale. Non si identificano per tanto specifiche indicazioni di piano riguardanti le opere di prevista realizzazione.

Dall'analisi della sezione "riqualificazione e contenimento del degrado" nelle tavole F,G,H si possono individuare alcune linee guida ed azioni da tenere presenti:

Tavola F: riqualificazione paesaggistica, ambiti ed aree di interesse regionale

L'intervento ricade in un' area soggetta a degrado delle "Aree agricole dismesse"; si tratta di aree per le quali la sospensione delle pratiche colturali provoca significative trasformazioni dell'assetto con elevato rischio di possibili effetti di degrado/compromissione a catena.

Tra le azioni previste si raccomanda un'attenta valutazione degli effetti di frammentazione e marginalizzazione degli spazi agricoli determinata da previsioni urbanistiche e infrastrutturali tra le quali può essere ricompreso l'intervento in questione.



2.5 Previsioni dei Piani di Trasporto e della Viabilità

Il Piano Regionale dei Trasporti non entra nello specifico merito della viabilità del tipo considerato. In ogni caso si osserva che le indicazioni della Deliberazione CIPE n. 120/2003, richiamando al punto 4.1 il coordinamento regionale delle attività di ottenimento delle autorizzazioni necessarie alla cantierabilità ed esecuzione della viabilità in progetto, comportano implicitamente la conformità di tale viabilità agli intendimenti programmatici regionali.

Per quanto concerne le previsioni di piano provinciale dei trasporti della viabilità, si rimanda a quanto di seguito esposto in merito alle previsioni di piano provinciale territoriale. Le indicazioni riguardanti le previsioni di intervento sulla viabilità sono infatti parte di uno specifico allegato del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

2.6 Strumenti di pianificazione provinciale

La Provincia definisce attraverso il Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP), ai sensi della l.r. 11 marzo 2005 n. 12, gli obiettivi generali relativi all'assetto e alla tutela del proprio territorio connessi ad interessi di rango provinciale o sovracomunale o costituenti attuazione della pianificazione regionale. Prima di analizzare questo strumento normativo, però, si fa presente che il piano in vigore per la Provincia di Brescia risale al 2004 e che nel gennaio 2014 è stato adottato l'adeguamento dello stesso alla Legge 12/2005 e al PTR/PPR del 2010. Per completezza è stata effettuata l'analisi su entrambi gli strumenti.

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Brescia

La Provincia di Brescia si è dotata del proprio P.T.C.P. , approvato il 21/4/2004 cob D.C.P. n. 22 e successivamente pubblicato nel B.U.R.L. il 22/12/2004.

All'interno di tale piano, costituisce invariante nella pianificazione della provincia la realizzazione del corridoio infrastrutturale ferroviario n° 5 (Lisbona - Kiev). La Provincia propone una variazione di tracciato (rispetto al progetto presentato per l'approvazione) che consiste nell'avvicinamento della stazione prevista nel tratto interessato all'aeroporto di Montichiari, per creare la possibilità di svolgere operazione di interscambio aereo - treno veloce nella medesima stazione.

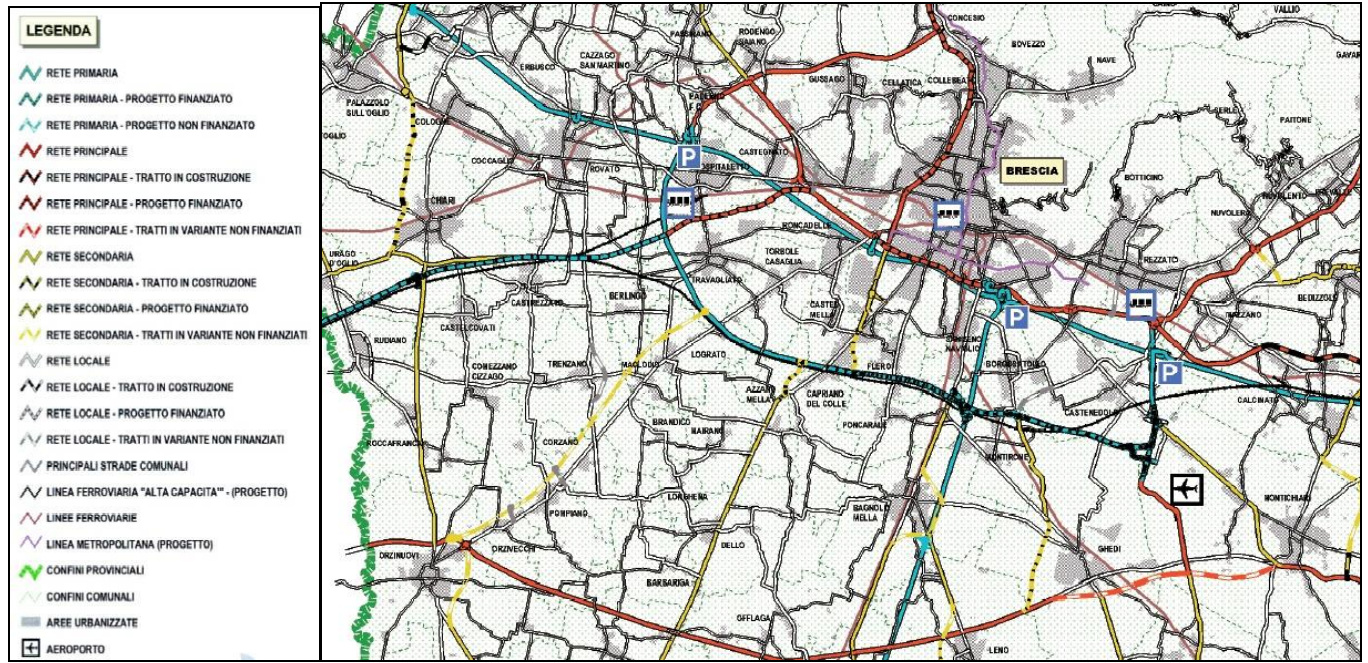
Nell'ambito degli interventi di adeguamento e potenziamento della rete viaria il PTCP individua un insieme di interventi che trova nella continuità fra la Bre.Be.Mi, la SP 19 ed il raccordo autostradale della Valtrompia una programmazione di interventi coerenti.

L'Allegato 3 "Piano viario" alle NTA del PTCP individua i punti di criticità del sistema viario allo stato di fatto, tra cui si individua la carenza di collegamenti trasversali diretti in un sistema storicamente radiocentrico e imperniato sul capoluogo.

Gli interventi infrastrutturali previsti nel breve periodo sono:

- il collegamento autostradale diretto Brescia-Milano;
- il raccordo autostradale della Val Trompia;
- la riqualificazione della ex SS 11 ("Tangenziale Sud" di Brescia) nel tronco compreso tra le stazioni autostradali "Brescia Centro" e "Brescia Ovest";
- il completamento del raccordo anulare a sud del capoluogo costituito dalla SP 19, tra Capriano del Colle e Castenedolo.

Figura 2.6-1: Stralcio della tavola Allegato 3 "Piano della viabilità" del PTCP di Brescia





Revisione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Brescia

La Provincia di Brescia con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 2 del 13 gennaio 2014 ha adottato la Revisione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).

Rispetto al PTCP vigente il nuovo PTCP della Provincia di Brescia mostra una maggiore attenzione alla sostenibilità delle trasformazioni territoriali e orienta al corretto inserimento paesaggistico degli interventi, affinché questi risultino coerenti con i caratteri strutturali dei paesaggi interessati dalle trasformazioni. In particolare, lo strumento introdotto per raggiungere questo obiettivo è quello della Rete Verde Paesaggistica.

L'intervento rientra negli Ambiti Rurali di Frangia Urbana individuati dalla Rete Verde Paesaggistica. Tali ambiti, prevalentemente agricoli residuali e interclusi, ancorché degradati si costituiscono come aree preziose per la qualità urbana complessiva. Vanno perseguite in essi le attività di ridisegno e ricomposizione del paesaggio marginale nei diversi luoghi, a partire dalla ridefinizione dei ruoli e funzioni rispetto alla città. Il PTCP fornisce i seguenti indirizzi:

- I. la nuova edificazione è ammessa solo ai margini con la finalità di ridisegno del margine stesso;
- II. potenziare i legami e le interazioni con il verde urbano;
- III. potenziare la multifunzionalità dell'agricoltura urbana;
- IV. potenziare una consapevole e sostenibile fruizione di tali ambiti da parte della popolazione urbana;
- V. ricomposizione del tessuto rurale con miglioramento dell'equipaggiamento vegetazionale nel rispetto della struttura del reticolo idrografico e delle giaciture originarie.

Il nuovo PTCP, all'Art. 20 Obiettivi generali e specifici del sistema infrastrutturale, definisce per il sistema delle infrastrutture i seguenti obiettivi generali e specifici (al punto "a"):

Migliorare le condizioni di accessibilità del territorio:

- I. prevedere un sistema gerarchizzato e integrato di reti di trasporto pubblico e privato, in un'ottica di funzionalità, sostenibilità ambientale e sicurezza;
- II. soddisfare il fabbisogno arretrato di infrastrutture con particolare riferimento al trasporto pubblico;
- III. promuovere l'intermodalità (ferro, gomma, aria, acqua, mobilità dolce) per il trasporto passeggeri e merci attraverso il potenziamento e la realizzazione di centri di interscambio;
- IV. supportare lo sviluppo dell'Aeroporto di Montichiari nel rispetto del Piano Territoriale regionale d'Area (PTRA).

L'intervento di riqualificazione della strada Ghedi-Borgosatollo rientra sicuramente nell'obiettivo di miglioramento dell'accessibilità territoriale.

Inoltre l'intervento rientra nel perimetro degli areali A, A1, (le aree di rischio aeroportuale e le curve isofoniche del piano territoriale regionale d'area (PTRA) approvato con DCR n. 298 del 6 dicembre 2011) individuate dal PTCP alle tav. 1.2 Struttura e Mobilità - Ambiti di Piano.

Per quanto riguarda gli ambiti agricoli, l'area dell'intervento ricade all'interno degli Ambiti Agricoli di Interesse Strategico (AAS) e negli ambiti di valore paesistico ambientale individuati nella tavola 5.2 "Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico" descritti all'articolo 75 della normativa di piano. L'articolo 74 riporta, invece, gli obiettivi da perseguire all'interno degli ambiti agricoli che sono di seguito riportati:

- a) contenere il consumo di suolo agricolo come risorsa non rinnovabile da preservare;
- b) tutelare i suoli più fertili e i suoli adatti alla gestione agronomica dei reflui zootecnici;



- c) tutelare i suoli e le colture di pregio nei diversi contesti territoriali;
- d) evitare la commistione funzioni e lo sfrangia mento dei margini urbani;
- e) evitare la disseminazione di funzioni e insediamenti extra-agricole in area agricola;
- f) controllare la qualità edilizia delle trasformazioni in area agricola recuperando prioritariamente il patrimonio edilizio storico;
- g) favorire la connessione fra sistema insediativo e sistema rurale con opere di costruzione e potenziamento della rete verde e rete ecologica.

2.7 Previsioni di PGT

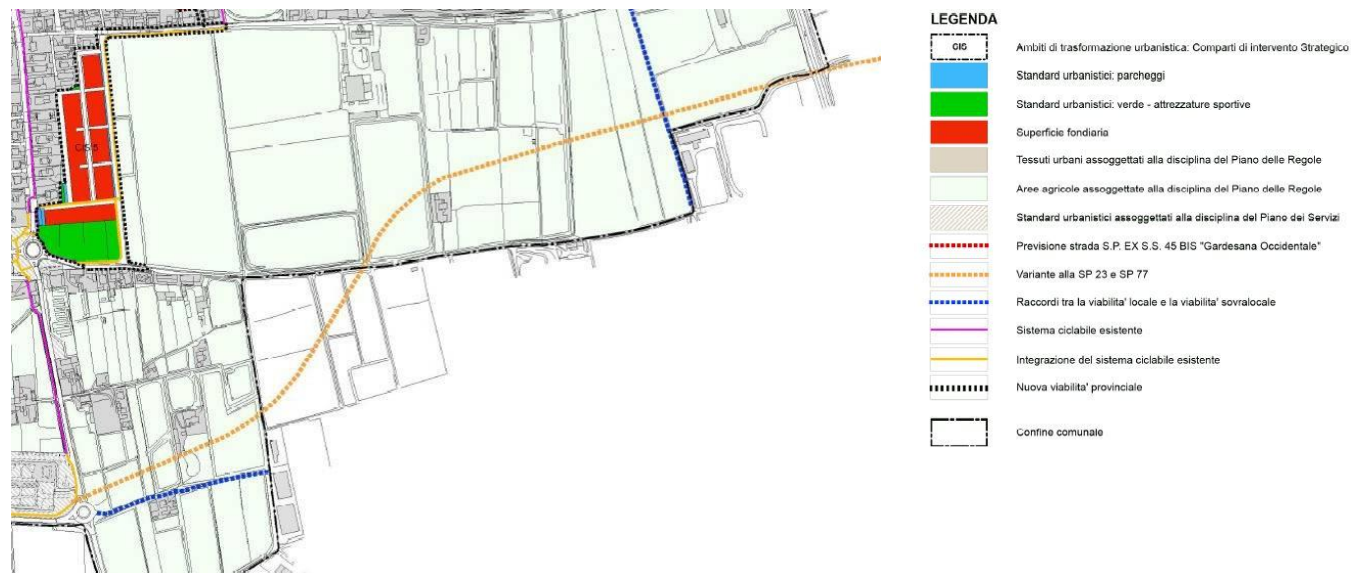
L'opera in progetto ricade all'interno del territorio dei comuni di Borgosatollo e Castenedolo:

- Borgosatollo: il PGT vigente è stato approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 35 del 17/11/2011.
Una prima variante al PGT vigente è stata approvata con deliberazione n. 21 del 22/10/2013, con medesima deliberazione è stato dato avvio al procedimento per una ulteriore variante.
- Castenedolo: il PGT vigente è stato approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 47 del 10/10/2011.
Con deliberazione n. 89 del 04/06/2012 la Giunta Comunale ha avviato il procedimento per la redazione della variante al PGT vigente.

Di seguito si esaminano gli usi del suolo previsti dagli strumenti urbanistici comunali vigenti nei Comuni interessati dall'infrastruttura in progetto (vedi Quadro di riferimento progettuale - Allegato 3 – Sintesi degli strumenti di pianificazione comunale).

Comune di Borgosatollo

Il PGT recepisce e riporta il tracciato della nuova strada all'interno della Tavola 2 - Quadro degli interventi del Documento di Piano (immagine seguente).



Di seguito si riporta uno stralcio della Tavola 2 - Disciplina degli ambiti e degli elementi territoriali del Piano delle Regole.

Da questa carta si evince che il tracciato della strada (tratteggio arancio) attraversa aree indicate come Zona E - Aree agricole strategiche normate dall'art. 31 delle NTA.

Sono porzioni del territorio agricolo di alto valore produttivo, e per questo individuate dal P.T.C.P. quali componenti del sistema provinciale della aree agricole strategiche.

- Obiettivi

Si applicano in generale gli obiettivi previsti per le aree agricole di cui all'art. 30.B. In particolare deve essere salvaguardata l'integrità e la continuità territoriale del sistema agrario.

- Modalità di intervento

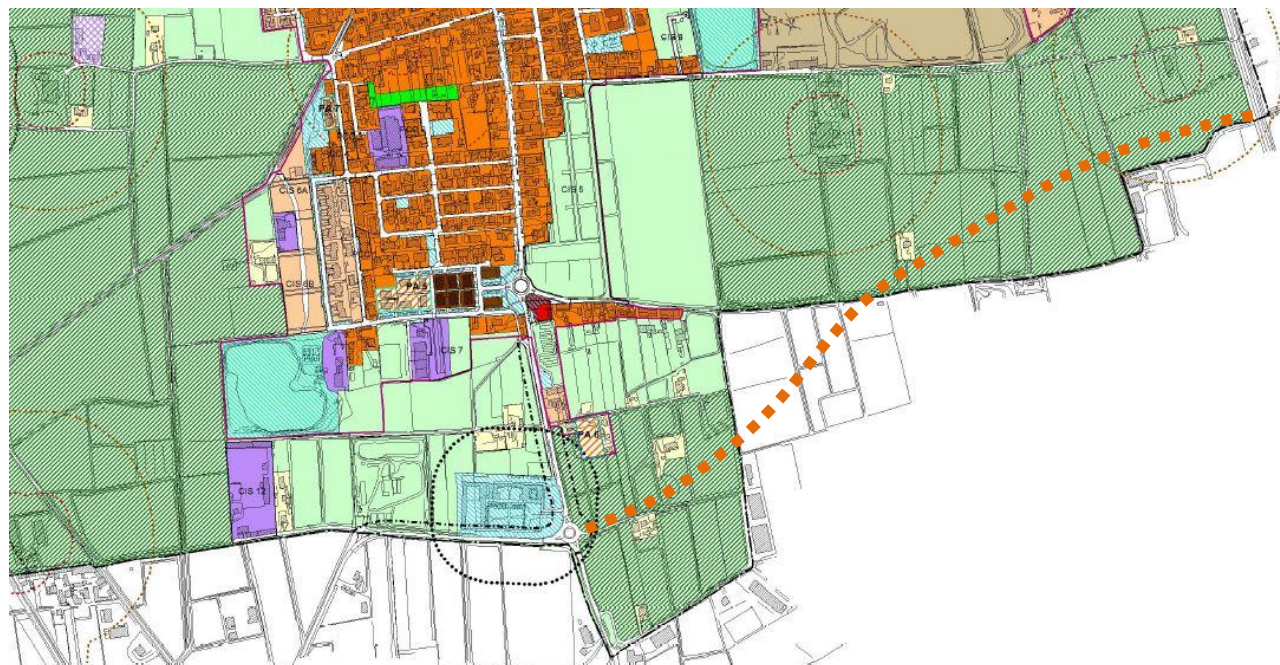
1. Si applicano in generale le modalità di intervento previste per le aree agricole di cui all'art. 30.D, fatto salvo le seguenti prescrizioni:

a) è vietata la costruzione di infrastrutture, salvo quando previste dal D.d.P. o da atti di programmazione sovralocale;

b) è vietata la costruzione di nuovi corpi di fabbrica se non strettamente finalizzati alla conduzione dei fondi agricoli.

2. La modifica della disciplina urbanistica è subordinata alla verifica di compatibilità con le previsioni del P.T.C.P.

Inoltre il tratto di inizio intervento, a sud-ovest, ricade in parte nella fascia di rispetto cimiteriale.



LEGENDA

	Zona A - Nuclei di antica formazione
	Zona B1 - Tessuti urbani consolidati
	Zona B2.A - Tessuti urbani di completamento a media densita'
	Zona B2.B - Tessuti urbani di completamento a bassa densita'
	Zona B3 - Edifici isolati
	Zona VP - Verde privato
	Zona D1 - Aree per attivita' produttive
	Zona D2 - Aree produttive per il trattamento dei rifiuti
	Zona D3 - Zona di cava
	Zona E1 - Aree agricole
	Zona E2 - Aree agricole strategiche
	Ambiti di riqualificazione urbana soggetti a P.C.C.
	Ambiti di riqualificazione urbana soggetti a P.R.
	Aree standard e servizi privati di interesse pubblico assoggettati alla disciplina del Piano dei Servizi

	Piani attuativi vigenti
	Ambiti di attuazione del Documento di Piano (C.I.S.)
	Perimetro dei nuclei di antica formazione
	Perimetro del centro abitato (D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 - art. 3)
	Fascia di rispetto stradale
	Fascia di rispetto ferroviario
	Fascia di rispetto cimiteriale
	Fascia di rispetto dell'elettrodotto
	Fascia di rispetto dell'acquedotto
	Fascia di rispetto del depuratore
	Distanza degli allevamenti dalle case isolate
	Distanza degli allevamenti dalle zone edificabili
	Confine comunale

Dall'analisi della Tavola 1 del PdR - Vincoli e limitazioni d'uso, non si riscontra la presenza di vincoli di tipo culturale o paesistico. Si segnala però l'interferenza con la fascia di rispetto del Torrente Garza, vincolata ai sensi dell'art. 142.c del DLgs 42/2004 e s.m.i.

Dall'analisi della Componente Geologica Tav. 6 - Carta della fattibilità geologica emerge che il tracciato ricade quasi interamente in aree a Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni, salvo che nel tratto al limite del confine comunale est dove intercetta un'area a Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni, area allagabile per piena del Torrente Garza con pericolosità elevata. Inoltre in prossimità del torrente sono segnalate aree di Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni (4b Area allagabile per piena del Torrente Garza con pericolosità molto elevata; 4c1 Fasce di rispetto ad alto grado di tutela dei corsi d'acqua, reticolo idrico principale di competenza regionale).

Dalla stessa carta e dalla Tavola 1 del PdR precedentemente citata è possibile rilevare che il tracciato stradale intercetta alcuni elementi del Reticolo Idrografico Minore.

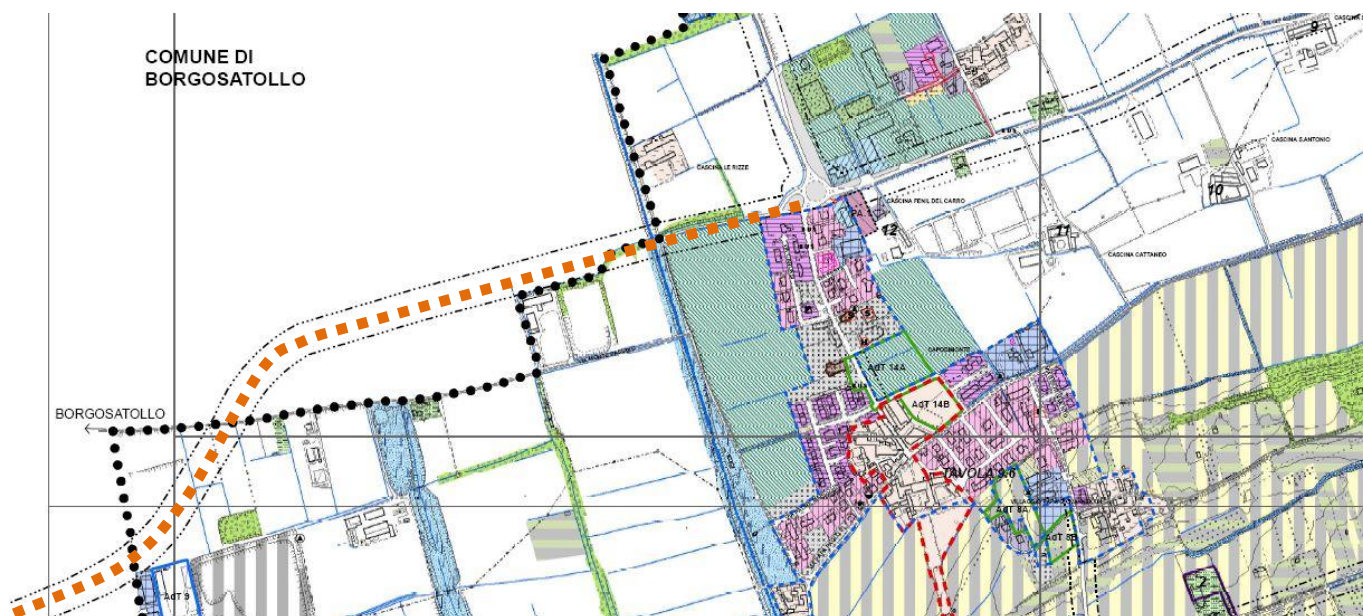
Comune di Castenedolo

Gli elaborati di Piano recepiscono e riportano il tracciato della nuova strada, di seguito si riporta uno stralcio della Tavola 8.2 - Regime dei suoli del Piano delle Regole.

In questa carta il tracciato (tratteggio arancio) è segnalato dalla fascia di rispetto stradale (30 m), riportata anche in Tavola 6.2 - Vincoli Amministrativi del Piano delle Regole.

La strada, da ovest ad est:

- attraversa terreni ad uso agricolo, indicati negli elaborati di piano come E1 – Aree agricole consolidate (art. 49 NTA);
- lambisce una fascia a bosco indicata come E6 - Aree boschive consolidate di conservazione naturalistica e paesaggistica (vincolata ai sensi dell' Art. 142.g - D.Lgs 22 gennaio 2004, n° 42 e s.m.i. e riportata nel Piano di Indirizzo Forestale), normate dall' art. 54 delle NTA;
- attraversa il torrente Garza (Fascia 150 dalle sponde dei fiumi, Art. 142.c - D.Lgs 22 gennaio 2004, n° 42 e s.m.i.; pianificazione di bacino (PAI) - Aree allagabili per piena del Torrente Garza);
- lambisce terreni ad uso agricolo indicati come E4 - Colture agricole esistenti di tutela del tessuto urbanizzato (art. 52 delle NTA);
- lambisce un'area residenziale (B4 - Edilizia residenziale in ambiti di attuazione recente e per alloggi economico popolari).



**LEGENDA**

- Confini comunali
- Aggiornamento cartografico provvisorio ottobre 2009 - Viabilità
- Aggiornamento cartografico provvisorio ottobre 2009 - Ingombro edifici
- Torrente Garza e canali principali
- Edifici in ambito agricolo
- Delimitazione centri storici
- Delimitazione centro abitato
- Edifici di interesse storico e architettonico

Norme di attuazione tessuto residenziale

- A1 - Tessuto urbano di interesse storico e architettonico - Centri storici
- A2 - Tessuto urbano di interesse paesaggistico - Aree di tutela dei centri storici
- A3 - Tessuto urbano di interesse storico architettonico - Complessi edilizi di origine rurale
- B1 - Edilizia residenziale consolidata densità alta
- B2 - Edilizia residenziale consolidata densità media
- B3 - Edilizia residenziale consolidata a densità bassa
- B4 - Edilizia residenziale in ambiti di attuazione recente e per alloggi economico popolari
- B5 - Edilizia residenziale di completamento del tessuto urbanizzato
- B6 - Edilizia residenziale rada
- B7 - Tessuto urbano a prevalenza di verde privato

Norme di attuazione tessuto produttivo

- D1 - Attività industriali e artigianali esistenti, consolidate
- D2 - Attività terziarie esistenti, consolidate
- D2.1 - Attività commerciali esistenti, consolidate: distributori di carburanti
- D3 - Edilizia produttiva e terziaria di completamento del tessuto urbanizzato
- D4 - Attività ricettive esistenti
- D5 - Ambiti territoriali estrattivi

- Cortine e quinte murarie storiche
- Rete elettrica Alta Tensione (AT)
- Percorsi otopedonali esistenti
- Percorsi otopedonali in progetto
- Viabilità esecutiva del PdR
- Tracciato SP 19 in corso di esecuzione
- Tracciato SPBS 236 "Goltese" in progetto
- Tracciato AC/AV in progetto
- Rotatorie in progetto
- Nuovi progetti stradali
- Tracciati in progetto

Norme di attuazione tessuto agricolo

- E1 Aree agricole consolidate
- E2 - Aree agricole produttive per colture specializzate: orticoltura e florovivaismo
- E3 - Aree agricole produttive di Interesse paesaggistico, caratterizzati da colture legnose agrarie: vigneti e frutteti
- E4 Colture agricole esistenti di tutela del tessuto urbanizzato
- E5 Colture agricole esistenti di interesse paesaggistico
- E6 - Aree boschive consolidate di conservazione naturalistica e paesaggistica
- E7 - Aree di tutela delle sponde dei corpi idrici superficiali
- E8 - Aree ed edifici in ambito agricolo ad uso prevalentemente residenziale
- E9 - Aree ed edifici in ambito agricolo ad uso prevalentemente produttivo e terziario
- E9.1 - Attività di deposito e recupero materiali inerti in ambito agricolo
- E10 - Area di recupero ambientale - Discarica per rifiuti speciali non pericolosi
- E10.1 - Area di recupero ambientale - Sito da bonificare del lago Borgo
- PP - Parcheggi privati
- Aree ed infrastrutture per la viabilità
- Delimitazione Piani Attuativi
- PE-Ambiti interessati da piani e programmi in corso di esecuzione PA-PE-PII-PR-PL-SUAP
- ADT Riconversione
- ADT Produttivo
- ADT Residenziale
- ADT Servizi
- Piano d'Area Aeroporto Montebelloni

Norme di attuazione Servizi (SP)

- Servizi e attrezzature tecnologiche esistenti
- Servizi e attrezzature tecnologiche in progetto
- Fasce e zone di rispetto**
- Fasce di rispetto e zone di rispetto
- Fascia di rispetto AC/AV

Simbologie

- Ambulatorio
- Attrezzature sociali
- Attrezzature cliniche
- Attrezzature scolastiche
- Biblioteca
- Caserma Carabinieri
- Fermata autobus di linea
- Municipio
- Parcheggio privato
- Polizia municipale
- Uffici postali
- Attività artigianale
- Attività direzionale
- Bar - Ristorante
- Distributore di carburanti
- Grandi strutture di vendita sovcomunali
- Negozio alimentari
- Negozio non alimentari
- Antenne telefonia
- Cabine elettriche
- Pozzi privati
- Attività edilizia in corso

Dall'analisi della Tavola 7 del PdR - Vincoli paesaggistici e storici, emerge l'interferenza con la fascia di rispetto del Torrente Garza, vincolata ai sensi dell'art. 142.c del DLgs 42/2004 e s.m.i.

Dall'analisi della Componente Geologica Tav. 6 - Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano, emerge che il tracciato ricade quasi interamente in aree a Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni, salvo che nel tratto al limite del torrente Garza dove intercetta un'area a Classe 3a - Fattibilità con consistenti limitazioni, area allagabile per piena del Torrente Garza con pericolosità elevata. Inoltre in corrispondenza del torrente è indicata una fascia di Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni (4 c1 Fasce di rispetto ad alto grado di tutela dei corsi d'acqua, reticolo idrico principale di competenza regionale). Dalla stessa carta e dalla Tavola 6 del PdR (Vincoli amministrativi) è possibile rilevare che il tracciato stradale intercetta alcuni elementi del Reticolo Idrografico Minore. Nella stessa tavola sono segnalati i vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino (PAI), aree allagabili del Torrente Garza. Nella tavola dei vincoli amministrativi è inoltre riportata la fascia di rispetto (30 m) della strada oggetto del presente studio.

2.8 Compatibilità con gli strumenti di pianificazione e programmazione

Dall'analisi effettuata risulta che l'infrastruttura stradale in progetto non ricade direttamente in alcun ambito sottoposto a vincoli di tutela incompatibili con l'opera prevista.

Nell'ambito del Progetto Definitivo a cui si rimanda per i dettagli progettuali si è tenuto conto del contesto in cui si inserisce l'infrastruttura stradale. Le caratteristiche geo-pedologiche del territorio in questione hanno determinato caratteri ambientali e agronomici che hanno permesso un consistente sviluppo delle strutture produttive agrarie.

Il PTCP vigente (approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n° 22 del 21 aprile 2004) identifica caratteri strutturanti peculiari dell'organizzazione agraria in termini di tipicità, unitarietà e significato. Esso rileva inoltre che gli elementi di rischio riguardano la perdita della caratterizzazione agricola e dell'ecosistema biotico-artificiale storicamente esistente e la perdita di leggibilità della struttura

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSAA000007

Rev.
0

Foglio
18

originale del paesaggio. La causa principale di tali rischi è da identificarsi nello sviluppo del sistema insediativo e infrastrutturale.

In tal senso il progetto di realizzazione dell'infrastruttura stradale è stato sviluppato analizzando tutti gli aspetti relativi al paesaggio agricolo e agli elementi residui di naturalità ancora presenti, in modo tale da garantire la ricucitura del tessuto rurale e il contenimento delle interferenze (dell'infrastruttura) con l'attività produttiva agricola.

Tali aspetti descrittivi dell'ambito sono confermati anche nella Revisione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP adottato con deliberazione di Consiglio Provinciale n. 2 del 13 gennaio 2014). Tuttavia, rispetto al 2004, si rileva una maggiore incidenza di pressioni antropiche legate allo sviluppo insediativo e infrastrutturale e alle previsioni dei diversi piani.

Pertanto il PTCP adottato, in conformità con i disposti del PPR, introduce lo strumento della Rete Verde Paesaggistica come strumento di orientamento ed indirizzo alla sostenibilità delle trasformazioni territoriali e al corretto inserimento paesaggistico degli interventi, coerentemente con i caratteri strutturali dei paesaggi interessati dalle trasformazioni. La lettura della Rete Verde Paesaggistica e degli ambiti che la costituiscono permettono di avere una conoscenza più approfondita del patrimonio paesistico provinciale e dei caratteri paesaggistici dell'area di intervento indirizzando le azioni e i progetti di ripristino del mosaico paesistico.

Per quanto riguarda lo strumento di pianificazione comunale invece si riscontra una generale coerenza tra progetto e strumenti di pianificazione vigenti.

L'infrastruttura stradale in progetto risulta pertanto compatibile con le previsioni degli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale. In assenza di vincoli territoriali - ambientali, la normativa di riferimento è rappresentata dalle previsioni di PGT.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Descrizione del tracciato

La strada presenta caratteristiche geometriche e di sezione equivalenti alle strade extraurbane secondarie Tipo C1 secondo quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade D.M. 05.11.2001, alla luce del nuovo codice stradale.

Secondo tale Norme l'intervallo di velocità progetto è fissato pari a 60-100 Km/h, mentre la piattaforma stradale è caratterizzata da due corsie da m. 3.75 più la banchina in dx e sx da m 1,50.

Il tracciato studiato presenta un andamento plano-altimetrico piuttosto regolare per la gran parte del suo sviluppo.

Nel progetto si è attentamente considerata la ricucitura delle viabilità locali mediante raccordi convogliamenti delle viabilità minori interferite. Da questo punto di vista da segnalare il sottopasso previsto nella prima parte del tracciato. Altre situazioni sono state risolte con innesti sulla nuova viabilità.

Per quanto riguarda la pavimentazione, la composizione del pacchetto stradale, determinata sulla base delle valutazioni acustiche effettuate, è conforme a quanto riportato nella tabella seguente.

Strato	SPESSORE
Manto di usura drenante e fonoassorbente a doppio strato (2+4)	cm 6
Strato di binder in conglomerato bituminoso semiaperto	cm 6
Strato di base in misto bitumato in conglomerato bituminoso aperto	cm 10
Strato in misto cementato	cm 21
Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato	cm 25

Per quanto concerne le barriere di sicurezza, con riferimento alla vigente normativa, lungo il tracciato sono previste barriere del H2 bordo rilevato nei tratti in cui l'altezza superiore a 1,5 metri del corpo stradale lo richiede, nonché barriere del tipo H3 in corrispondenza dello scavalco della viabilità locale e del ponte sul torrente Garza.

3.2 Traffico di riferimento per le valutazioni ambientali

Per stimare i livelli di traffico previsti lungo la variante stradale in progetto si è fatto riferimento ai dati di traffico rilevati dalla Provincia di Brescia.

Il dato assunto nell'ambito di questo studio come il livello di traffico di riferimento per le valutazioni a carattere ambientale è pari a 20.000 veicoli con il 10 % di traffico pesante. Si tratta di un livello di traffico alquanto significativo che tiene conto del ruolo di gronda est - ovest che la variante assumerà, raccordando la S.P. 23 Borgosatollo - Ghedi con la S.P. 77 Borgosatollo - Castenedolo e attraverso questa con la ex S.S. 236 Brescia - Montichiari.

Si è inoltre supposto che tale livello corrisponda, per la variante in progetto, ad un dato di traffico di lungo periodo: operativamente questo significa assumere che tale livello di traffico comprenda anche



l'incremento nei flussi veicolari (+1,2 / 2 % all'anno) che si verificherà in un orizzonte temporale decennale.

3.3 Cantierizzazione

In merito a questo aspetto si veda l'Allegato 6, *Carta di sintesi della cantierizzazione*.

Per la realizzazione dell'infrastruttura stradale in oggetto si utilizzerà uno dei cantieri predisposti per la linea AV/AC mentre lungo la nuova viabilità verranno previste delle aree tecniche.

Lungo la linea AC, a breve distanza dalla strada provinciale S.P. 23 Ghedi - Borgosatollo, è previsto il cantiere operativo L.3.O.1 collegato alla provinciale da una pista di servizio.

La citata provinciale consente di accedere agevolmente al cantiere di fronte avanzamento lavori della nuova viabilità, la cui impronta in fase di costruzione comprenderà la pista di cantiere.

Lungo la nuova viabilità sono previste 4 aree tecniche, due alle estremità e due in posizione intermedia; una di queste, corrispondente alla costruzione del ponte sul torrente Garza, presenta un andamento più articolato.

Le aree tecniche differiscono dai cantieri operativi per le loro minori dimensioni. Costituiscono infatti le aree di appoggio per la realizzazione di un'opera d'arte puntuale e non comprendono impianti fissi di grandi dimensioni. All'interno delle aree tecniche si prevedono generalmente le seguenti strutture:

- baraccamenti per spogliatoi e servizi igienici (in alcuni casi questi ultimi possono essere sostituiti da WC di tipo chimico);
- container per attrezzature minute;
- parcheggi per i mezzi d'opera;
- aree di stoccaggio dei materiali destinati alla realizzazione della specifica opera d'arte o per l'eventuale stoccaggio del materiale inerte proveniente dagli scavi.

All'interno di questa categoria rientrano pure le aree di stoccaggio all'interno delle quali vengono convogliati materiali di stoccaggio di tipologia diversificata:

inerti;

- terreno vegetale;
- materiale proveniente da scavi;
- ferri di armatura,
- casseri e attrezzature varie;
- cavi per impianti elettrici
- ecc.

Le caratteristiche delle aree possono essere dunque significativamente diverse a seconda dei materiali che ospitano. Le aree di stoccaggio dovranno avere degli spazi tali da garantire il transito dei mezzi impiegati per la movimentazione dei materiali da costruzione. In esse non troveranno posto strutture fisse, a parte parcheggi per i mezzi di lavoro e, se opportuno, box prefabbricati con wc chimico.

Le installazioni previste così come la conformazione planimetrica delle stesse sarà tale da essere appositamente adattata alle esigenze del singolo tratto e della singola opera d'arte.

Per più dettagliate determinazioni progettuali relative alle aree tecniche, ivi comprese le problematiche attinenti lo stoccaggio di oli e carburanti, si rimanda al Progetto Definitivo della cantierizzazione della linea, nonché allo studio di impatto ambientale della cantierizzazione.

Per la realizzazione del rilevato stradale in progetto, secondo i criteri e le previsioni del Progetto definitivo della cantierizzazione della linea, verrà utilizzato materiale proveniente dalle cave di prestito a tal fine individuate.

Il bilancio delle terre prevede l'integrale riutilizzo del materiale di scotico ed il massimo riutilizzo del materiale per gli scavi di bonifica; risulta pertanto minimizzata la produzione di rifiuti, riconducibili esclusivamente a demolizioni non riutilizzabili (eventualmente conferite in siti autorizzati ad accogliere



materiali di questa natura), mentre il materiale di scavo non direttamente reimpiegabile verrà usato per rimodellamenti e riempimenti.

I rifiuti direttamente generati dal cantiere di fronte avanzamento lavori e dalle aree tecniche, quantificati in fase esecutiva, verranno raccolti e smaltiti secondo le procedure di gestione del cantiere.

3.4 Tempi di realizzazione

L'opera in progetto, la cui attuazione è prevista per accogliere il traffico generato dalle attività di costruzione della linea AV/AC, verrà realizzata all'inizio della fase di cantierizzazione della linea ferroviaria.

Con il completamento del rilevato stradale e della relativa pavimentazione, risulterà possibile transitare sulla nuova viabilità con il traffico di cantiere della linea ferroviaria. Ove necessario, in fase esecutiva potranno essere verificate in questo senso forme di percorribilità transitoria anche della pista di fronte avanzamento lavori della strada.

Il completamento per l'esercizio ordinario della strada avverrà, come previsto nella delibera CIPE n. 120/2003, un anno prima dell'attivazione della linea ferroviaria, con consegna agli Enti competenti.

3.5 Opere di mitigazione e di compensazione ambientale

Le opere di mitigazione e compensazione ambientale di prevista realizzazione consistono:

- nell'adozione di opere di mitigazione del rumore da traffico consistenti nell'utilizzo di pavimentazione drenante e fonoassorbente;
- nella realizzazione di opere in verde al piede dei rilevati ed in corrispondenza delle rotatorie.

3.5.1 Opere di mitigazione dell'impatto acustico

L'intervento di base per il contenimento del rumore da traffico lungo la nuova variante stradale è costituito dalla pavimentazione drenante e fonoassorbente. In tal senso la pavimentazione in progetto è del tipo a doppio strato, ad elevata efficacia.

E' prevista la posa di conglomerato bituminoso del tipo Double draining layer (DDL), costituito da due strati composti da differenti miscele di pietrischetti frantumati unite con sabbia, additivo e impastate a caldo con bitume modificato. I due strati hanno spessore 2 + 4 cm.

La pavimentazione drenante e fonoassorbente, ed in particolare quella del tipo indicata, è in condizione di ridurre il rumore da traffico di circa tre decibel.

3.5.2 Opere in verde

Nella fase di sviluppo del progetto definitivo si è prestata particolare attenzione alla progettazione di opere a verde che potessero da un lato mitigare gli impatti legati alla realizzazione dell'opera, e dall'altro restituire, in fase di esercizio, elementi di naturalità in un territorio in cui essi sono confinati a situazioni residuali. La progettazione degli interventi a verde si è basata sulle caratteristiche stazionali e vegetazionali delle aree in cui si colloca la nuova infrastruttura, al fine di poter scegliere tipologie e specie che si adattassero all'area di intervento. In particolare, sono state scelte specie autoctone in grado di inserirsi in maniera ottimale nelle zone di impianto.

Tra gli interventi di mitigazione e ripristino ambientale di maggior rilievo si segnalano:

- inerbimento delle scarpate dei rilevati,

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
22

- messa a dimora di specie arbustive autoctone ai piedi delle scarpate dei rilevati,
- sistemazione a verde delle rotatorie mediante la messa a dimora di specie arboree e arbustive autoctone,
- sistemazione delle aree intercluse o residuali mediante la realizzazione di una macchia arboreo arbustiva.

Circa l'efficacia delle opere a verde proposte, si rimanda al capitolo riguardante la vegetazione e gli ecosistemi, in cui si illustrano i risultati di un stima di bilancio ecologico, con cui si provvede a definire e quantificare l'effettiva funzionalità ecologica degli interventi previsti.

4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Riferimenti preliminari

Lo schema generale delle analisi e delle valutazioni relative ad ogni componente o fattore ambientale è il seguente:

- analisi dello stato attuale della componente o fattore ambientale;
- determinazione, per ciascuna componente o fattore, del grado di sensibilità delle diverse parti del territorio considerato;
- determinazione dei potenziali impatti (modificazione dello stato di qualità della componente) indotti, in fase di costruzione e di esercizio, dalle opere di prevista realizzazione;
- determinazione delle situazioni in cui le condizioni di impatto previste richiedono l'attuazione di interventi di mitigazione tali da ricondurre lo stato di qualità della componente entro la soglia di compatibilità ambientale;
- individuazione degli eventuali interventi di compensazione ambientale.

Le componenti ed i fattori ambientali considerati, tenendo conto delle indicazioni della normativa tecnica di settore, sono i seguenti:

- atmosfera,
- ambiente idrico,
- suolo e sottosuolo,
- vegetazione, flora e fauna – ecosistemi,
- paesaggio,
- archeologia,
- rumore,
- salute pubblica.

Schema generale di analisi e valutazione delle componenti e dei fattori ambientali

Lo schema di analisi seguito nelle analisi e valutazioni relative ad ogni componente o fattore comprende, in primo luogo, la descrizione metodologica delle fasi in cui è sviluppato lo studio di settore, l'esplicitazione delle fonti delle informazioni utilizzate e la determinazione dell'ambito territoriale di riferimento.

Ambito territoriale di riferimento

All'interno di ciascuno studio di settore si provvede alla determinazione dell'ambito territoriale di riferimento.

Tale ambito corrisponde all'area la cui estensione è tale da permettere di fornire una adeguata descrizione delle caratteristiche della specifica componente o fattore ambientale.

In esso si verificano inoltre gli impatti indotti, che comunque in linea generale, date le caratteristiche delle opere considerate, interessano una fascia più ristretta.

Analisi dello stato attuale

Segue quindi l'inquadramento di area vasta, volto a fornire i riferimenti territoriali per le analisi della specifica componente o fattore, e la descrizione delle caratteristiche di stato attuale della componente o fattore nelle diverse parti dell'ambito di riferimento.

Le analisi sono corredate da adeguata cartografia illustrativa dello stato di fatto della componente o fattore.

Per ciascun profilo ambientale considerato vengono identificati i ricettori potenzialmente interferiti o le aree di potenziale impatto, classificandoli secondo il loro livello di sensibilità.



La sensibilità esprime le caratteristiche di un ricettore o di un'area: in altri termini il grado di sensibilità è in funzione della capacità ricettiva del ricettore o di un'area nei confronti di un determinato fattore di impatto: quanto più un ricettore o un'area è sensibile, tanto più le interferenze indotte dall'infrastruttura in progetto possono causare una riduzione dello stato di qualità attuale.

La sensibilità delle diverse parti del territorio attraversato viene valutata con riferimento ad ogni componente considerata. La determinazione del grado di sensibilità, definita sulla base delle caratteristiche di ogni settore del territorio o di ogni ricettore, costituisce elemento sulla base del quale identificare e valutare le situazioni di impatto.

Nell'ambito degli studi di settore, relativi alle diverse componenti o fattori, vengono identificate le situazioni di più elevata sensibilità.

Valutazione degli impatti

Gli impatti possono essere negativi o positivi.

La classificazione sintetica degli impatti, si articola mediante una scala di valori che comprende diversi livelli di impatto; a titolo di riferimento: impatto alto, impatto medio, impatto basso, impatto nullo o trascurabile.

Nella definizione dei criteri per la definizione degli impatti vengono utilizzati i seguenti parametri: qualità della risorsa, riproducibilità/non riproducibilità della risorsa, reversibilità/irreversibilità dell'impatto, in caso di reversibilità, durata dell'impatto (breve, medio, lungo termine), estensione territoriale dell'impatto.

Nella definizione del livello di impatto si tiene conto di eventuali effetti cumulativi derivanti da diversi fattori di impatto. L'espressione di tali giudizi in merito all'intensità e alla qualità dell'impatto si riferisce ad un sistema di valutazione che comprende, di volta in volta l'identificazione delle trasformazioni indotte sui ricettori e sulle componenti ambientali.

Interventi di mitigazione ed interventi di compensazione

Gli studi settoriali, relativi ad ogni componente o fattore, si concludono con l'individuazione ed il dimensionamento degli interventi di mitigazione, ovvero quelle opere che riconducono il livello di impatto previsto entro la soglia di compatibilità.

Analogamente, nell'ambito di ciascuno studio di settore, sulla base di una valutazione complessiva delle modificazioni indotte dalle opere in progetto, considerando anche gli effetti degli interventi di mitigazione, si definisce l'eventuale necessità di provvedere a interventi di compensazione.

Questi vengono intesi soprattutto come interventi di rinaturalizzazione, o riqualificazione ambientale di aree di ridotto valore ecosistemico, volti a compensare, in ottica di sviluppo sostenibile, gli impatti ed i potenziali rischi indotti dall'esercizio delle opere e delle infrastrutture in progetto, nonché il consumo di suolo conseguente alla loro realizzazione.



4.2 Atmosfera

4.2.1 Premessa

Oggetto del presente paragrafo è lo studio della potenziale variazione dello stato di qualità dell'aria determinato dalla realizzazione ed esercizio della riqualificazione della strada Ghedi-Borgosatollo, in provincia di Brescia, che consentirà un collegamento tra la S.P.24 e la S.P. 77, che non comporti l'attraversamento del centro abitato di Borgosatollo.

Lo studio si articola nelle seguenti fasi:

- analisi delle caratteristiche meteorologiche e della qualità dell'aria ante-operam;
- analisi dei contributi emissivi previsti in fase di esercizio;
- analisi delle attività costruttive e determinazione delle relative emissioni;
- definizione degli scenari di calcolo e stima dei livelli di concentrazione indotti dalle lavorazioni;
- individuazione delle eventuali misure ed opere di mitigazione.

Lo stato di qualità dell'aria in un punto è funzione sia dei quantitativi di inquinanti emessi dalle diverse sorgenti presenti nell'intorno (nonché delle modalità con cui avvengono tali rilasci), sia della distanza dalle suddette sorgenti, sia, infine, delle condizioni meteorologiche e geometriche. Per quanto detto, le emissioni generate dai veicoli in transito costituiscono una fra le diverse sorgenti che concorrono a determinare lo stato di qualità dell'aria registrato nelle aree interessate. Ad esse si aggiungono le emissioni dovute al comparto industriale, agli impianti di riscaldamento degli edifici, ecc.

Nel caso del traffico stradale, le emissioni inquinanti in atmosfera sono funzione del volume e della composizione dei flussi di traffico secondo le diverse classi veicolari (autoveicoli, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, motoveicoli, ecc.), e anche dei fattori di emissione che caratterizzano tali classi veicolari.

Lo studio illustra, mediante un bilancio delle emissioni originate dal traffico veicolare nell'assetto senza e con circonvallazione, il beneficio ottenibile con la realizzazione dell'asse viario che consente una marcia più fluida e riduce la percorrenza in ambito urbano. Il nuovo tracciato permetterebbe infatti un collegamento diretto tra la S.P. 24 e la S.P. 77, alternativo all'attuale percorso che passa in prossimità di zone densamente abitate.

Tenendo conto che l'opera, quindi, permetterà il transito in zone in cui non c'è presenza di ricettori vicini e/o particolarmente sensibili, si può ipotizzare un complessivo miglioramento delle condizioni di qualità dell'aria nell'abitato, e non si è pertanto ritenuto necessario provvedere ad una specifica analisi per via modellistica delle concentrazioni lungo la nuova viabilità.

Per quanto riguarda la fase di costruzione sono state invece effettuate opportune simulazioni che hanno evidenziato, pur considerando ipotesi ampiamente cautelative, la possibilità di raggiungere livelli di polveri prossime o superiori ai limiti previsti dalla normativa per i ricettori più vicini al fronte di avanzamento lavori. Gli interventi di mitigazione in questo caso sono esposti al fondo del capitolo.



4.2.2 Inquadramento meteorologico

Per caratterizzare meteorologicamente le aree attraversate dal tracciato della variante in progetto, sono stati utilizzati i dati meteorologici della rete di monitoraggio gestita dall'A.R.P.A. Lombardia, scegliendo le stazioni di monitoraggio in base alla prossimità delle stesse con il tracciato in progetto.

Si elencano di seguito le stazioni utilizzate corredate delle coordinate Gauss-Boaga e della numerazione identificativa della stazione utilizzata in scala regionale dal Dipartimento Ambiente della Regione Lombardia.

N.Stazione	Località/Indirizzo	Longitudine	Latitudine	Note
210	(BS) LONATO, VIA DEL MARCHESINO	1615790	5035590	Zona periferica o area suburbana
218	(BS) REZZATO, VIA DE GASPARI	1602588	5039956	
223	(BS) BRESCIA, BETTOLE	1599363	5038720	
522	(MN) PONTI SUL MINCIO, STRADA DELLA COLOMBARA	1635160	5030490	

Figura 4.2-1: Tavola d'insieme stazioni meteoclimatiche e di monitoraggio



Figura 4.2-2: Stazione n°210 – Lonato (BS), Via del Marchesino

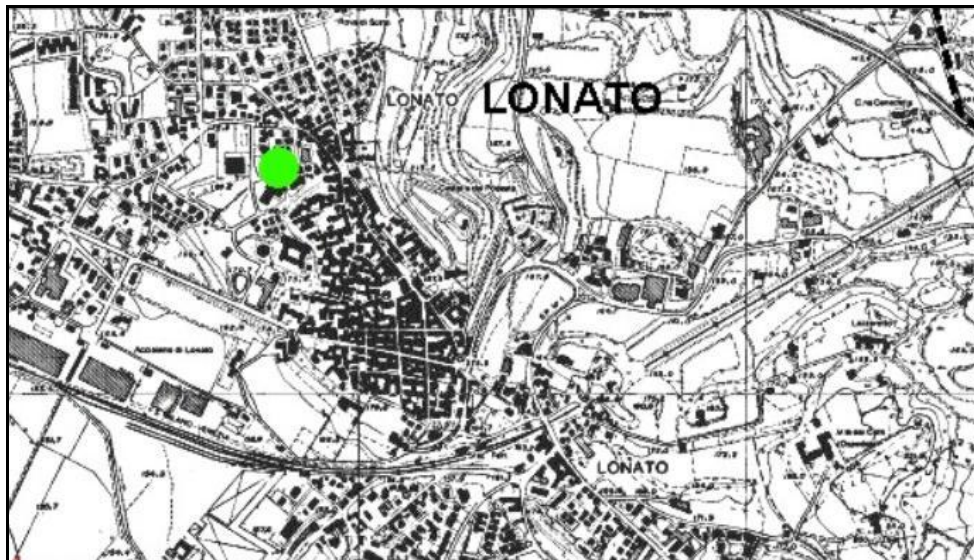


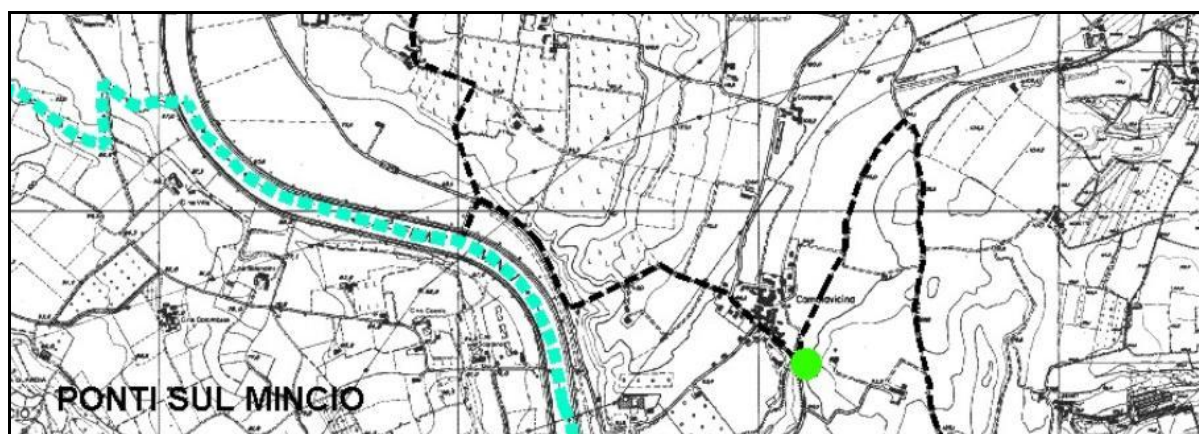
Figura 4.2-3: Stazione n°218 – Rezzato (BS), Via De Gaspari



Figura 4.2-4: Stazione n°223 – Brescia, Bettole



Figura 4.2-5: Stazione n°522 – Ponti sul Mincio (MN), Strada della Colombara



A integrazione dei dati orari citati si sono presi in esame anche i dati statistici a cura del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, relativi al periodo 1/1952 –12/1991. Per questa tipologia di dati si è fatto riferimento alla stazione meteorologica di A.M 88 di Brescia Ghedi.

I parametri meteorologici svolgono un ruolo determinante nell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico; in particolare alcuni di questi sembrano avere una particolare influenza sulle concentrazioni di inquinanti in atmosfera. Vengono pertanto esposte di seguito le caratteristiche dei principali parametri climatici dell'area di interesse, tratti anche da elaborazioni a cura dell'A.R.P.A. Lombardia, *Rapporto sullo stato dell'ambiente della Lombardia – anno 2001 e anno 2003*, e del Comune di Milano, *Rapporto sulla qualità dell'aria a Brescia e Provincia – anno 2001 e anno 2002*.

Temperatura

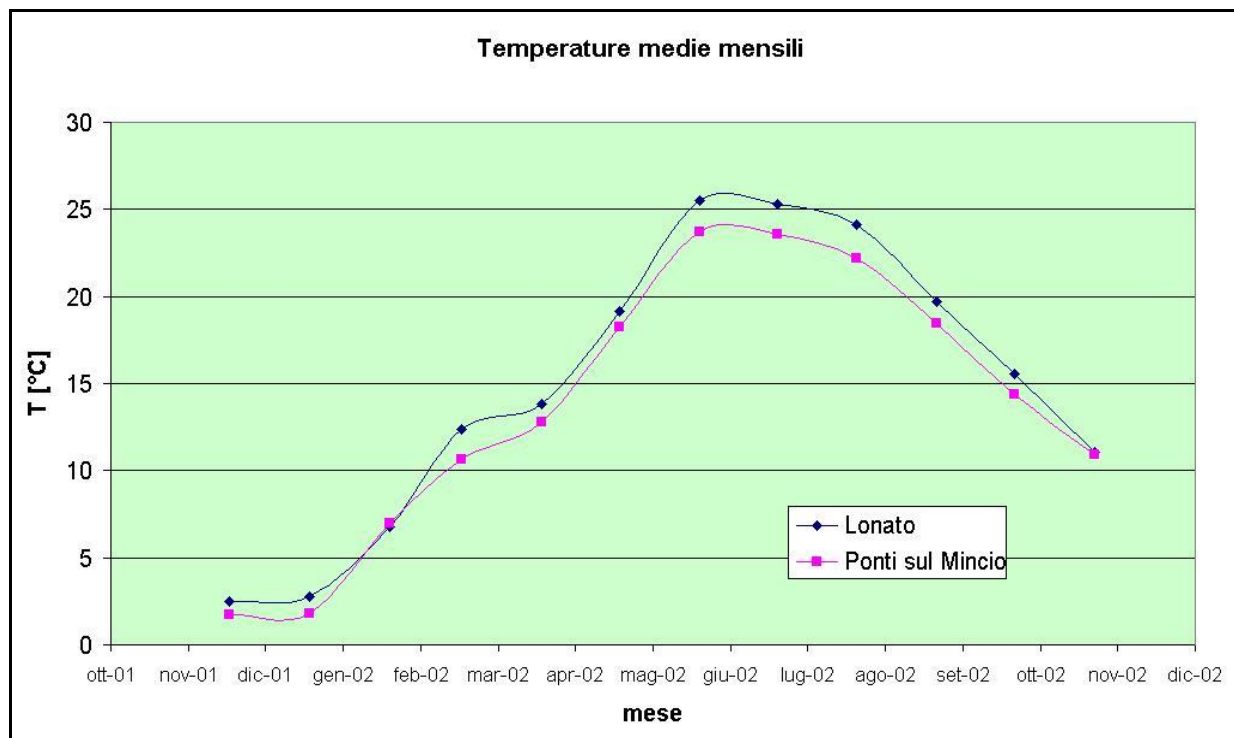
Avendo a disposizione i dati orari sulla temperatura media delle stazioni di Ponti sul Mincio e Lonato si è provveduto a calcolare le medie mensili usufruendo dei dati puntuali registrati ad ogni ora dalle stazioni in questione nel periodo compreso fra il 1 dicembre 2001 e il 30 novembre 2002.

Dall'analisi del grafico annuale delle medie mensili si ricavano le seguenti considerazioni:

- la stagione invernale presenta dei valori medi compresi fra 2 e 3°C nei mesi di dicembre e gennaio, valori che tendono a salire a circa 7°C nel mese di febbraio.
- in primavera la temperatura aumenta gradualmente passando dai valori medi intorno a 12°C di marzo ai circa 18°C di maggio.
- durante l'estate si raggiungono le temperature mensili più elevate; contrariamente al comune sentire giugno risulta il mese più caldo dell'anno, con temperature intorno ai 24°C.
- in autunno l'andamento delle temperature si inverte rapidamente passando da valori medi pari a circa 18°C di settembre, agli 11°C di novembre.

Si riporta di seguito il grafico relativo alle temperature medie mensili elaborate a partire dalle registrazioni dei dati orari.

Figura 4.2-6: Andamento delle temperature medie mensili relative alla stazione di Lonato e Ponti sul Mincio. Periodo: 1 dicembre 2001 – 30 novembre 2002.

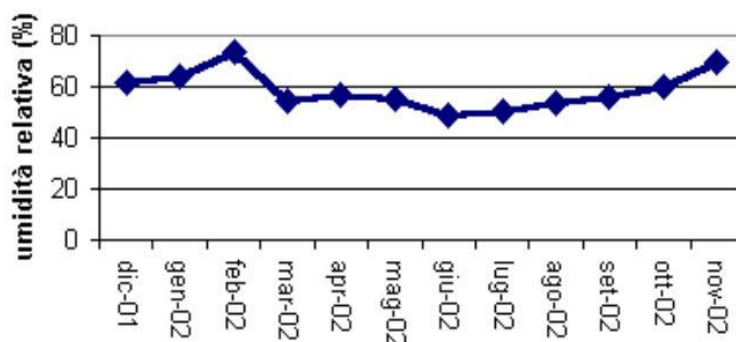


Umidità

Data la scarsità di dati a disposizione il regime igrometrico risulta difficile da caratterizzare.

Avendo a disposizione i dati orari sull'umidità relativi alla stazione di Lonato, si è costruito un grafico dell'andamento medio annuale a partire dalle medie mensili.

Figura 4.2-7: Lonato: andamento mensile dell'umidità



L'andamento dei valori di umidità relativa non rispecchia completamente quello presente nell'area lombarda con massimi raggiunti nei mesi autunnali - invernali e valori minimi raggiunti nella stagione primaverile (Rapporto sullo stato dell'ambiente - Lombardia 2001). I massimi annuali non superano mai l'80% di umidità relativa, raggiungendo i valori massimi a febbraio. A partire dal mese di marzo si osserva un trend negativo nei tassi di umidità che culmina nel mese di giugno dove vengono raggiunti i valori minimi annuali.

Direzione e velocità del vento

L'analisi della velocità e direzione del vento è stata condotta a partire da due tipi di dati:

- quelli orari relativi alle centraline meteorologiche Rezzato, Lonato e Ponti sul Mincio (situate a nord-est ed est dell'opera in progetto), in riferimento al periodo dicembre 2001 – novembre 2002;
- quelli statistici a cura del Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare relativi alla stazione di Brescia Ghedi (a nord-nordovest della variante) nel periodo 1951-1991.

Con riferimento alla prima serie di dati sono stati compiuti due tipi di elaborazioni:

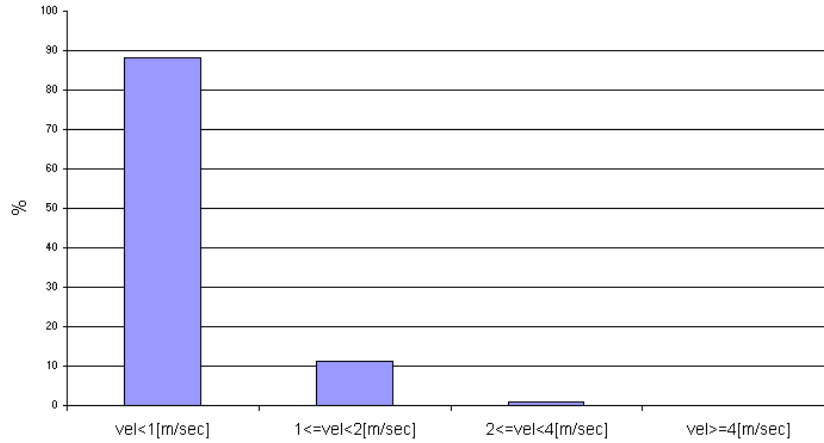
- la distribuzione del vento in base alla classe di velocità;
- la distribuzione del vento in base alla direzione di provenienza (rosa dei venti).

Dall'analisi dei grafici relativi alla distribuzione del vento in base alla classe di velocità si nota una netta prevalenza di situazioni di calma sinottica (velocità del vento minori di 1 m/sec), con valori percentuali generalmente compresi fra il 50 e l'80%.

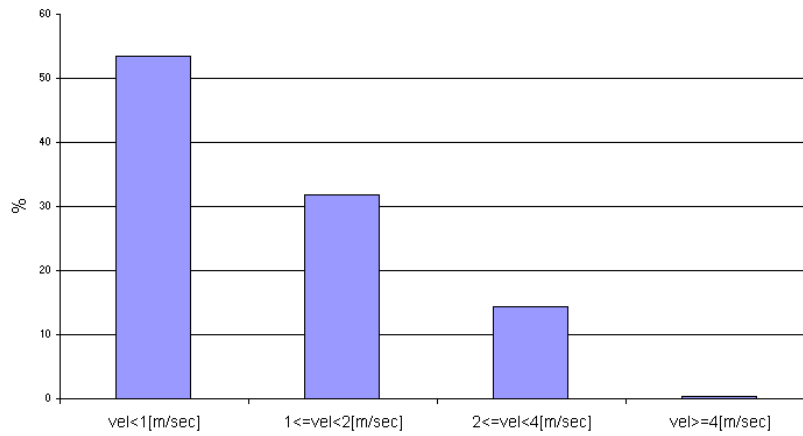
Vengono di seguito riportati i grafici relativi alla distribuzione del vento in base alle classi di velocità relativi, come detto, al periodo novembre 2001 – dicembre 2002.

Figura 4.2-8: Classi di velocità del vento rilevate a Rezzato, Lonato e Ponti sul Mincio.

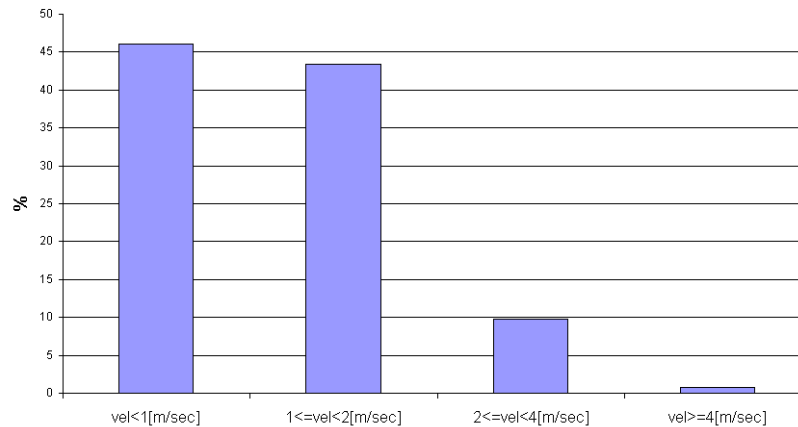
REZZATO: DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE PER CLASSE DI VELOCITA'
PERIODO 1 DICEMBRE 2001- 30 NOVEMBRE 2002



LONATO: DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE PER CLASSE DI VELOCITA'
PERIODO 1 DICEMBRE 2001- 30 NOVEMBRE 2002

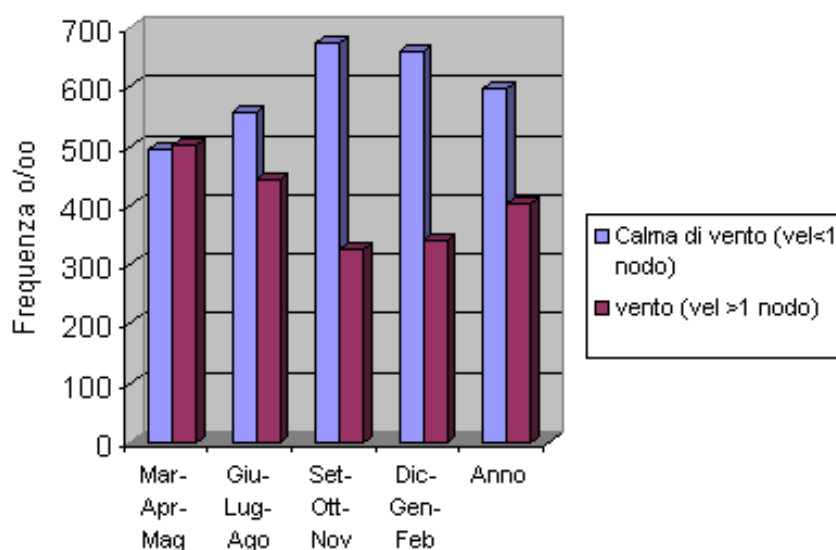


PONTI SUL MINCIO: DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE PER CLASSE DI VELOCITA'
PERIODO 1 DICEMBRE 2001- 30 NOVEMBRE 2002



I dati statistici a cura del Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare in riferimento alla stazione di Brescia Ghedi nel periodo 1951-1991, ad esempio, evidenziano un andamento in cui i valori percentuali delle calme di vento (velocità del vento inferiore a 1 nodo) raggiungono valori minimi (50% circa) nel trimestre primaverile, per poi aumentare gradualmente con il procedere della stagione.

Figura 4.2-9: Calme di vento rilevate a Brescia Ghedi nel periodo 1951 – 1991.



Per quanto riguarda la direzione di provenienza dei venti, prima di esaminare nel dettaglio le circolazioni locali vengono espone brevemente le situazioni meteorologiche tipiche insistenti sul bacino padano. Ciclogenesi sottovento alle Alpi (Buzzi e Tibaldi 1990): l'interazione dell'arco alpino nei confronti di onde cicloniche transanti sull'Europa centro-occidentale genera correnti provenienti dai quadranti settentrionali che possono dare origine a due venti caratteristici: il Phoen, vento caldo e secco discendente dall'arco alpino, e la Bora, forte vento che investe la parte orientale del bacino padano.

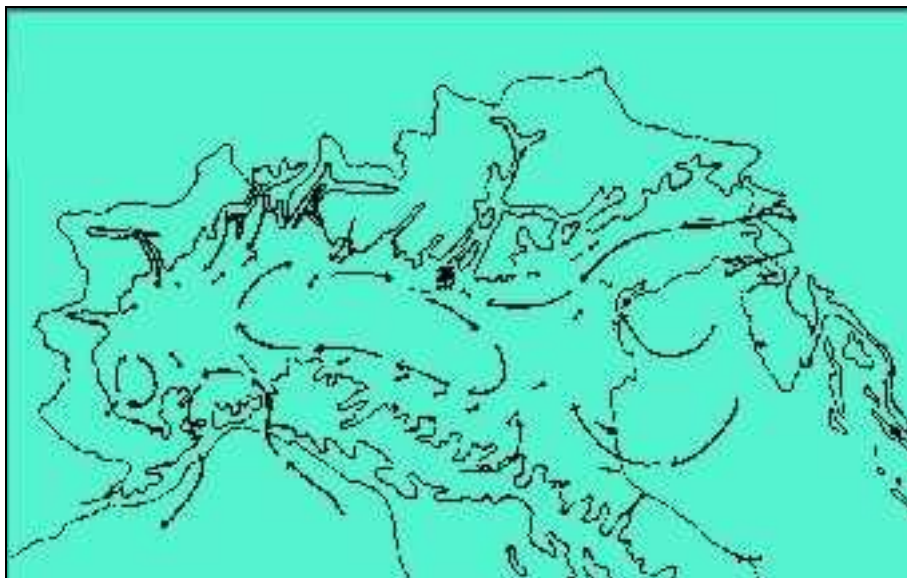
- I venti di origine meridionale sono in genere associati a depressioni di origine mediterranea.
- La circolazione occidentale normalmente presente nella troposfera può inoltre essere alterata da una situazione meteorologica sinottica definita "blocco meteorologico" (Rex 1950, Tibaldi et al. 1994) che comporta l'afflusso di correnti settentrionali sul bacino padano.

Quando le condizioni sinottiche su larga scala si fanno meno intense in corrispondenza di situazioni di alta pressione sul continente europeo (anticiclone delle Azzorre), si produce un campo barico molto livellato che determina delle deboli circolazioni o calme di vento, condizione spesso presente nei mesi invernali e non solamente nel periodo estivo. Nei mesi caldi il riscaldamento differenziale fra pianura e montagna e fra pianura e laghi genera gradienti barici che favoriscono l'instaurarsi di particolari circolazioni locali, i regimi di brezza.

A tal proposito si riporta una figura illustrativa della circolazione dei venti nel bacino padano in situazioni di calma sinottica.



Figura 4.2-10: Circolazione tipica del bacino padano nel periodo estivo (fonte Giuliacci, *Il clima dell'Italia degli ultimi vent'anni*, 1988).

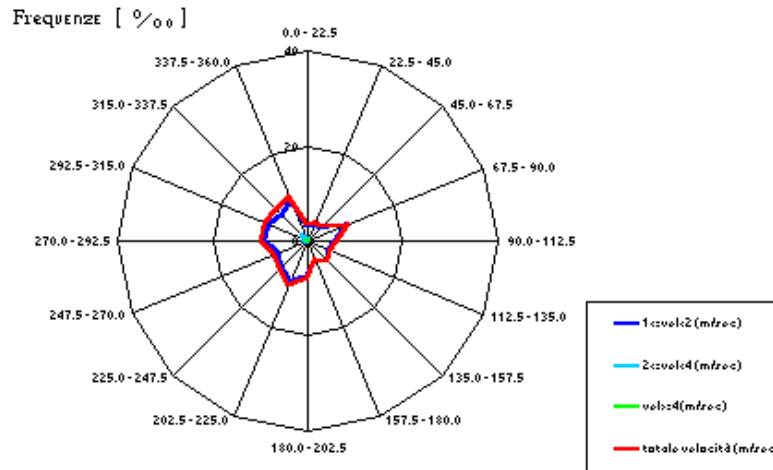


Questa schematizzazione della circolazione dei venti sul bacino padano è il risultato del confronto dei dati orari del vento in un insieme di stazioni meteorologiche distribuite nel bacino padano. La circolazione nel periodo estivo, in condizioni di calma sinottica mostra una corrente circolatoria proveniente da Est lungo tutta la parte centrale della pianura padana, questa circolazione ruota in senso orario verso Nord nella parte occidentale del bacino e resta attiva nelle ore centrali del giorno; nelle ore notturne l'intensità del vento diminuisce fino ad arrivare a situazioni di calma di vento.

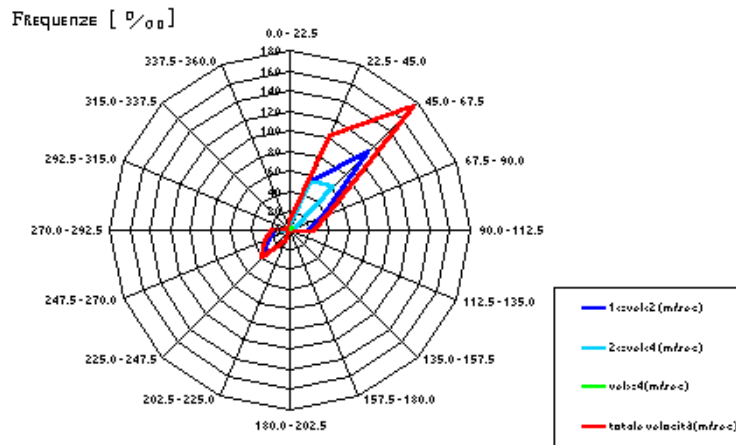
Esaminando in particolare le rose dei venti ottenute nelle stazioni meteorologiche di Rezzato e Lonato, si nota come mentre per la prima non sembra emergere una direzione dominante di provenienza dei venti, per la seconda si presenta un marcato picco di frequenza a nord-est. Per quanto riguarda Ponti sul Mincio, invece, la prevalente direzione di provenienza è est-sudest.

Figura 4.2-11: Rose dei venti rilevate a Rezzato, Lonato e Ponti sul Mincio.

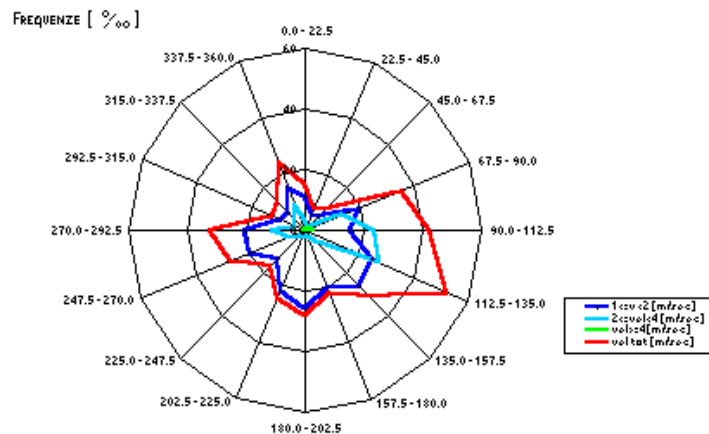
REZZATO: Rosa dei venti - distribuzione delle frequenze della direzione di provenienza dei venti Periodo 1 dicembre 2001 - 30 novembre 2002



LONATO: Rosa dei venti - distribuzione delle frequenze della direzione di provenienza dei venti Periodo 1 dicembre 2001 - 30 novembre 2002



PONTI SUL MINCIO: Rosa dei venti - distribuzione delle frequenze della direzione di provenienza dei venti - periodo 1 dicembre 2001 - 30 novembre 2002



Per quanto riguarda i dati statistici a cura del Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare in riferimento alla stazione di Brescia Ghedi - periodo 1951-1991, si nota come i venti provenienti dai quadranti orientali aumentino di frequenza con l'instaurarsi della stagione calda. La primavera e l'autunno, periodi in cui il fenomeno della ciclogenesi sottovento alle Alpi si verifica con maggior frequenza, unitamente all'estate, stagione caratterizzata dai regimi di brezza il cui andamento è stato poc'anzi descritto, potrebbero giocare in tal senso un ruolo importante.

Figura 4.2-12: Rose dei venti – stazione A.M 88 Brescia Ghedi – anni 1951-1991 - Distribuzione stagionale - frequenze %.

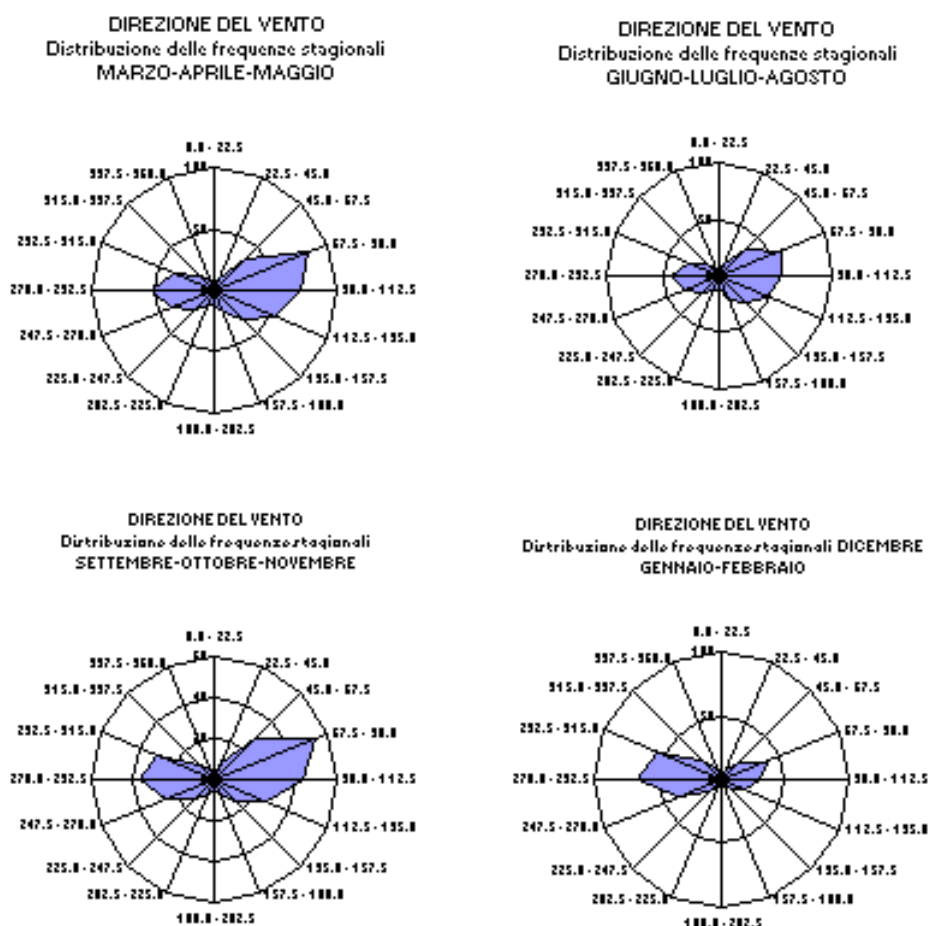
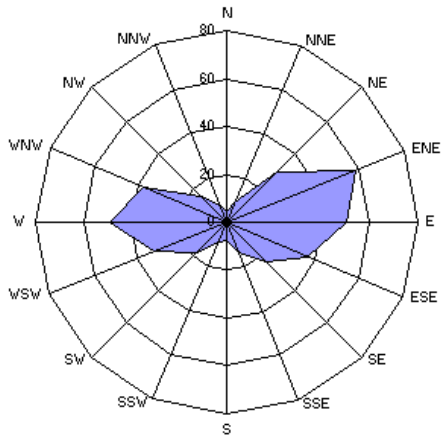
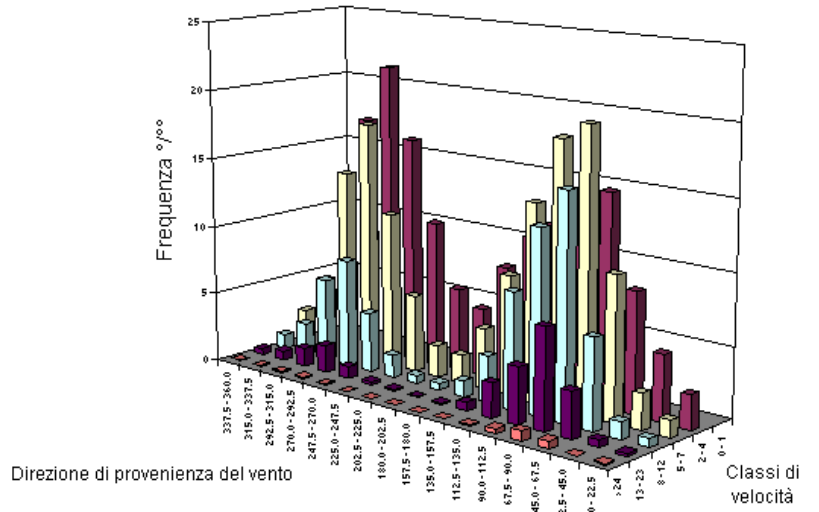


Figura 4.2-13: Rose dei venti annuale e direzione del vento in base alle classi di velocità stazione A.M 88 Brescia Ghedi – anni 1951-1991

Direzione del vento - Distribuzione delle frequenze annuali



Direzione del vento e classi di velocità



4.2.3 Qualità dell'aria

4.2.3.1 Riferimenti normativi

Il riferimento di legge vigente per la qualità dell'aria è rappresentato dal D. Lgs. 13 agosto 2010, n. 155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010), con cui è stato abrogato il precedente DM n. 60 del 2 aprile 2002 che aveva recepito la direttiva 1999/30/CE, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido e gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo, e la direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Il D. Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il decreto stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10;
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2.5;
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono;
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Le seguenti tabelle riassumono i principali limiti stabiliti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 relativamente al biossido di azoto (NO₂), al monossido di carbonio (CO), al biossido di zolfo (SO₂), alle particelle, in termini di PM₁₀ e PM_{2.5}, benzene ed al piombo, oltre ai valori obiettivo fissati per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.



Tabella 4.2-1: Limiti di qualità dell'aria

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere raggiunto
Biossido di zolfo	1 ora	350 µg/m ³ , da non superare più di 24 volte per anno civile		(1)
	1 giorno	125 µg/m ³ , da non superare più di 3 volte per anno civile		(1)
Biossido di azoto (*)	1 ora	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
	Anno civile	40 µg/m ³	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Benzene (*)	Anno civile	5.0 µg/m ³	5 µg/m ³ (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m ³		(1)
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m ³ (3)		(1) (3)
PM10 (**)	1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	(1)
	Anno civile	40 µg/m ³	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	(1)
PM2.5	Fase 1			
	Anno civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015
	Fase 2 (4)			
	Anno civile	(4)		1° gennaio 2020

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

(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

(3) Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a 1,0 µg/m³. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.

(4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.

(*) Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.

(**) Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro l'11 giugno 2011, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.

Tabella 4.2-2: Livelli critici per la protezione della vegetazione

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello critico
NO _x – Livello critico per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ di NO _x
SO ₂ – Livello critico per la protezione della vegetazione	Anno civile Inverno (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³

Tabella 4.2-3: Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene

Inquinante	Valore obiettivo
Arsenico	6 ng/m ³
Cadmio	5 ng/m ³
Nichel	20 ng/m ³
Benzo(a)pirene	1 ng/m ³

Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

Lo standard di qualità dell'aria per l'ozono è definito, in termini di valore-obiettivo e di obiettivo a lungo termine per la protezione della salute e della vegetazione, nel Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155. I valori-obiettivo e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute sono definiti in termini di massima concentrazione media giornaliera su 8 ore, espressa in µg/m³, con il volume normalizzato alla temperatura di 293 K ed alla pressione di 101,3 kPa. I valori-obiettivo e gli obiettivi a lungo termine per la vegetazione sono invece definiti in termini di AOT40 (Accumulated Over Threshold 40 ppb), parametro che esprime la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (40 ppb) e 80 µg/m³, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 fra maggio e luglio.

Tabella 4.2-4: Valori-obiettivo per l'ozono

Obiettivo	Parametro	Valore-obiettivo
Protezione della salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore (2)	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni per anno solare come media su 3 anni (3)
Protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora fra maggio e luglio	18 mg/m ³ · h come media su 5 anni (3)

Il raggiungimento dei valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana e nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010-2014, per la protezione della vegetazione.

(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

(3) Se non è possibile calcolare la media di 3 o 5 anni poiché non si ha un insieme completo di dati relativi a più anni consecutivi, i dati annuali minimi necessari per la verifica della rispondenza con i valori-obiettivo sono i seguenti:

- per il valore-obiettivo per la protezione della salute umana: dati validi relativi ad 1 anno;
- per il valore-obiettivo per la protezione della vegetazione: dati validi relativi a 3 anni.

Tabella 4.2-5: Obiettivi a lungo termine per l'ozono

Obiettivo	Parametro	Valore-obiettivo
Protezione della salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora fra maggio e luglio	6 $\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

Il decreto stabilisce, inoltre, le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto e le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono, come riportato nella seguente tabella.

Tabella 4.2-6: Soglie di informazione e di allarme

Inquinante	Periodo di mediazione	Soglie di informazione	Soglia di allarme
NO ₂	Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive in siti rappresentativi della qualità dell'aria su almeno 100 km ² oppure in una zona o un agglomerato interi, se tale zona o agglomerato sono meno estesi	-	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂		-	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (il superamento della soglia deve essere misurato o previsto per tre ore consecutive)

4.2.3.2 Quadro attuale della qualità dell'aria

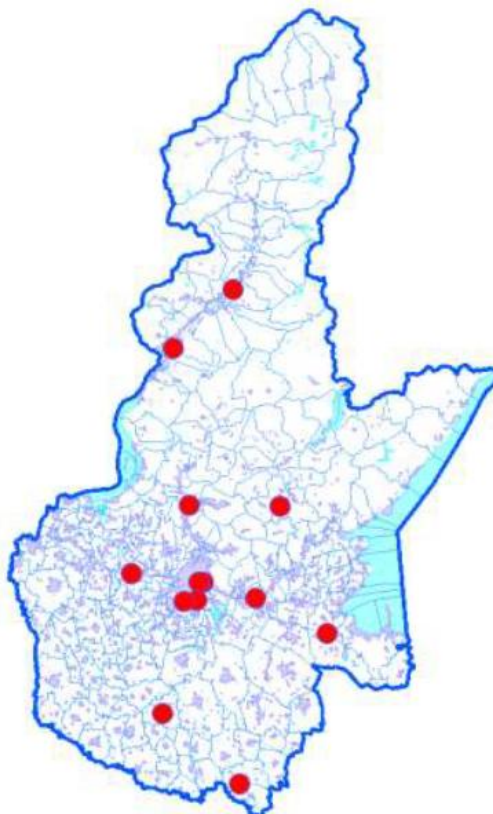
La caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria del sito in esame è stata effettuata sulla base dei dati rilevati dalle stazioni fisse di misura più prossime all'area di indagine appartenenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria dell'ARPA Lombardia.

In particolare sono state considerate le stazioni di:

- BS Broletto
- BS Villaggio Sereno
- BS Ziziola
- BS Turati
- Rezzato
- Lonato
- Ospitaletto
- Manerbio

La localizzazione di queste stazioni è riportata nella seguente figura; per la caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria, sono stati esaminati gli ultimi 5 anni (2008-2012) per i quali sono disponibili i Rapporti di Qualità dell'Aria pubblicati da ARPA Lombardia.

Figura 4.2-14: Localizzazione delle stazioni fisse di misura.



Le caratteristiche delle stazioni considerate sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 4.2-7: Caratteristiche delle stazioni considerate.

Nome stazione	Rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (m)
		Decisione 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE	
BS Broletto	PUB	Urbana	Traffico	140
BS Villaggio Sereno	PUB	Urbana	Fondo	140
BS Ziziola	PUB	Urbana	Industriale	70
BS Turati	PUB	Urbana	Traffico	140
Rezzato	PUB	Subrbana	Industriale	150
Lonato	PUB	Urbana	Fondo	140
Ospitaletto	PUB	Urbana	Fondo	129
Manerbio	PUB	Urbana	Fondo	65

rete: PUB = pubblica, PRIV = privata

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti

- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale)

- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)

- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria - **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale



Tabella 4.2-8: Inquinanti monitorati dalle stazioni considerate

Nome stazione	SO ₂	PM10	PM2.5	NO _x	CO	O ₃	Benzene
BS Broletto	-	X	-	X	X	-	-
BS Villaggio Sereno	X	X	X	-	X	-	-
BS Ziziola	X	-	-	X	X	X	X
BS Turati	-	-	-	X	X	-	-
Rezzato	-	X	-	X	X	-	-
Lonato	-	-	-	X	-	X	-
Ospitaletto	-	-	-	X	X	-	-
Manerbio	-	-	-	X	-	-	-

Nel seguito si riporta un breve commento all'analisi della qualità dell'aria confrontando i dati rilevati con gli standard di qualità richiesti dalla normativa vigente.

Per quanto riguarda l'NO₂ il limite sulla concentrazione media annua presenta negli anni analizzati una situazione di generale non rispetto del limite di 40 µg m⁻³ nelle stazioni di BS Broletto, BS Turati, BS Ziziola e Ospitaletto, mentre nelle stazioni di Lonato, Manerbio e Rezzato il limite risulta sempre rispettato in tutti gli anni analizzati.

L'analisi del rispetto del limite orario per NO₂ evidenzia una situazione di rispetto del limite di legge, con i superamenti che si annullano nel 2012 ad eccezione della stazione di BS Turati in cui comunque sono inferiori al limite di 18.

Per quanto riguarda CO, SO₂ e benzene, i limiti di legge sono sempre rispettati, senza alcun superamento, in tutte le stazioni ed in tutti gli anni.

Al contrario, per quanto riguarda l'ozono, durante tutto il periodo considerato, nelle stazioni analizzate i valori misurati presentano una situazione di generale mancato dei valori-obiettivo sia per la protezione della salute umana sia per la protezione degli ecosistemi.

Per quanto riguarda il PM₁₀ misurato nelle 3 stazioni analizzate, si evidenzia una situazione di ampio superamento dei limiti sul breve periodo con valori del numero annuo di superamenti del limite sulla media giornaliera variabili fra 77 e 105 per la stazione di BS Broletto, 89 e 113 per la stazione di BS Villaggio Sereno e fra 105 e 154 per la stazione di Rezzato.

Sul lungo periodo i livelli della concentrazione media annuale misurati a Brescia si attestano su valori allineati o poco superiori al limite di legge di 40 µg/m³ e pari a 38-42 µg/m³ per la stazione di BS Broletto e a 40-43 µg/m³ per la stazione di BS Villaggio Sereno; per la stazione di Rezzato, i valori si attestano su 44-54 µg/m³, con un più marcato superamento del limite di legge.

Per quanto concerne il PM_{2.5}, come già accennato, il D. Lgs. 155/10 ha introdotto il valore limite sulla media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1/01/2015, sulla base di target intermedi.

Il valore della media annuale di PM_{2.5} registrato nella stazione di BS Villaggio Sereno risulta sempre superiore al limite di 25 µg/m³ imposto dal D.Lgs. 155 del 13/08/2010.

Nella stazione di BS Villaggio Sereno, le concentrazioni di benzo(a)pirene nel PM₁₀ non hanno superato in nessun caso il valore obiettivo sulla media annuale di 1 ng/m³ fissato dal D.Lgs. 155 del 13/08/2010 a protezione della salute umana e anche le concentrazioni di piombo, arsenico, cadmio e nichel nel PM₁₀ non hanno superato in nessun caso i rispettivi valori limite o valori obiettivo sulla media annuale fissati dal D.Lgs. 155 del 13/08/2010 a protezione della salute umana.

Tabella 4.2-9: NO₂: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	N° superamenti media 1h >200 µg m ⁻³ ≤ 18 volte/anno	Media annua µg m ⁻³
BS Broletto	2008	0	57
	2009	10	48
	2010	0	47
	2011	0	44
	2012	2	43
BS Turati	2008	5	68
	2009	2	65
	2010	0	67
	2011	23	70
	2012	13	71
BS Ziziola	2008	34	62
	2009	29	53
	2010	5	47
	2011	0	44
	2012	0	39
Lonato	2008	0	20
	2009	0	21
	2010	0	23
	2011	0	21
	2012	0	21
Manerbio	2008	0	29
	2009	0	30
	2010	0	31
	2011	0	30
	2012	0	28
Ospitaletto	2008	0	26
	2009	0	36
	2010	0	43
	2011	0	39
	2012	0	41
Rezzato	2008	0	36
	2009	0	34
	2010	0	31
	2011	0	29
	2012	0	31

Tabella 4.2-10: SO₂: confronto con limiti di legge

		Media oraria	Media giornaliera
		N° superamenti media 1h $\leq 350 \mu\text{g m}^{-3}$ (max 24 volte/anno)	N° superamenti media 24h $\leq 125 \mu\text{g m}^{-3}$ (max 3 volte/anno)
BS Ziziola	2008	0	0
	2009	0	0
	2010	0	0
	2011	0	0
	2012	0	0
BS Villaggio Sereno	2008	0	0
	2009	0	0
	2010	0	0
	2011	0	0
	2012	0	0

Tabella 4.2-11: CO: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	N° superamenti media mobile 8 h $> 10 \text{ mg m}^{-3}$ (max 0 volte/anno)	Massima media mobile 8 h mg m^{-3}
BS Broletto	2008	0	3.0
	2009	0	5.1
	2010	0	2.1
	2011	0	2.2
	2012	0	-
BS Villaggio Sereno	2008	0	2.7
	2009	0	4.1
	2010	0	2.5
	2011	0	2.6
	2012	0	2.4
BS Turati	2008	0	2.6
	2009	0	3.3
	2010	0	4.2
	2011	0	3.2
	2012	0	3.4
BS Ziziola	2008	0	2.7
	2009	0	4.0
	2010	0	3.6
	2011	0	2.3
	2012	0	2.5
Ospitaletto	2008	0	2.8
	2009	0	3.2
	2010	0	3.1
	2011	0	2.8
	2012	0	2.7
Rezzato	2008	0	2.4
	2009	0	2.4
	2010	0	2.4
	2011	0	2.4
	2012	0	2.7

Tabella 4.2-12: O3: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	N° superamenti media 8h >120 $\mu\text{g m}^{-3}$	AOT40 mag-lug media ultimi 5 anni $\text{mg m}^{-3}.\text{h}$ (Limite: 18 $\text{mg m}^{-3}.\text{h}$)	AOT40 mag-lug $\text{mg m}^{-3}.\text{h}$
BS Ziziola	2008	61	27.8	29.4
	2009	83	31.1	39.1
	2010	45	32.2	23.5
	2011	79	31.0	30.0
	2012	54	30.1	26.4
Lonato	2008	67	34.6	32.4
	2009	65	38.4	32.1
	2010	55	33.5	25.7
	2011	100	33.2	33.9
	2012	81	33.5	39.2

Tabella 4.2-13: Benzene: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	Media anno (Limite: 5 $\mu\text{g m}^{-3}$)
BS Ziziola	2008	1.8
	2009	2.1
	2010	2.0
	2011	2.1
	2012	1.9

Tabella 4.2-14: PM10: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	Media giornaliera N° superamenti media 24h <= 50 $\mu\text{g m}^{-3}$ (max 35 volte/anno)	Media annuale (Limite: 40 $\mu\text{g m}^{-3}$)
BS Broletto	2008	77	38
	2009	91	40
	2010	89	39
	2011	105	42
	2012	94	41
BS Villaggio Serenio	2008	97	43
	2009	100	42
	2010	89	40
	2011	113	43
	2012	106	40
Rezzato	2008	132	50
	2009	130	48
	2010	105	44
	2011	154	54
	2012	115	46

Tabella 4.2-15: PM2.5: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	Media annuale (Limite: 25 $\mu\text{g m}^{-3}$)
BS Villaggio Sereno	2008	31
	2009	31
	2010	31
	2011	32
	2012	30

Tabella 4.2-16: Benzo(a)pirene nel PM10: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	Media annua ng/m^3 limite 1 ng/m^3
BS Villaggio Sereno	2008	0.6
	2009	0.8
	2010	0.7
	2011	0.7
	2012	0.6

Tabella 4.2-17: Metalli nel PM10: confronto con limiti di legge

Stazione	Anno	Pb	As	Cd	Ni
		Media annua $\mu\text{g/m}^3$	Media annua ng/m^3	Media annua ng/m^3	Media annua ng/m^3
		Limite		Valore obiettivo da raggiungere al 31/12/2012	
		0.5 $\mu\text{g/m}^3$	6 ng/m^3	5 ng/m^3	20 ng/m^3
BS Villaggio Sereno	2008	0.019	1.6	0.4	6.1
	2009	0.014	<2	0.5	<2
	2010	0.033	<2	0.7	17.5
	2011	0.035	<2	0.6	10.5
	2012	0.027	<2	0.5	5.1



Figura 4.2-15: Andamento delle concentrazioni medie annuali di SO₂
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

Trend parametri ambientali città di Brescia

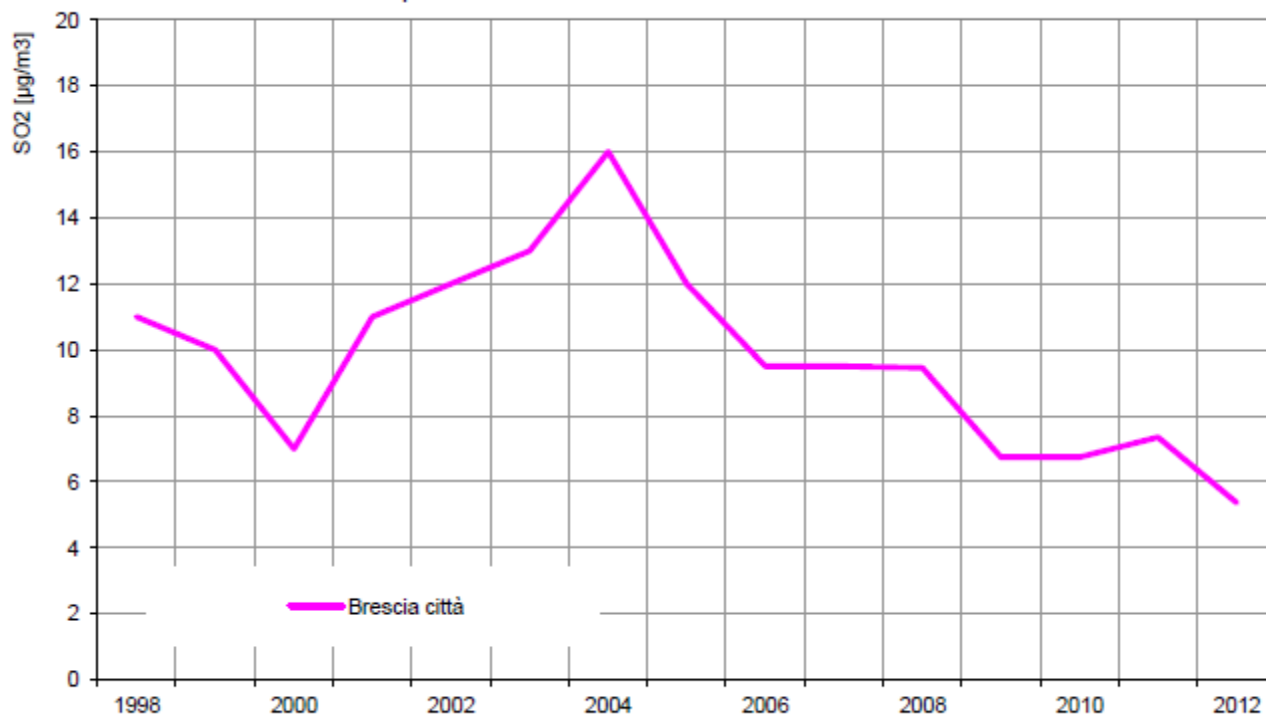


Figura 4.2-16: Andamento delle concentrazioni medie annuali di NO₂
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

Trend parametri ambientali città di Brescia, agglomerato e provincia

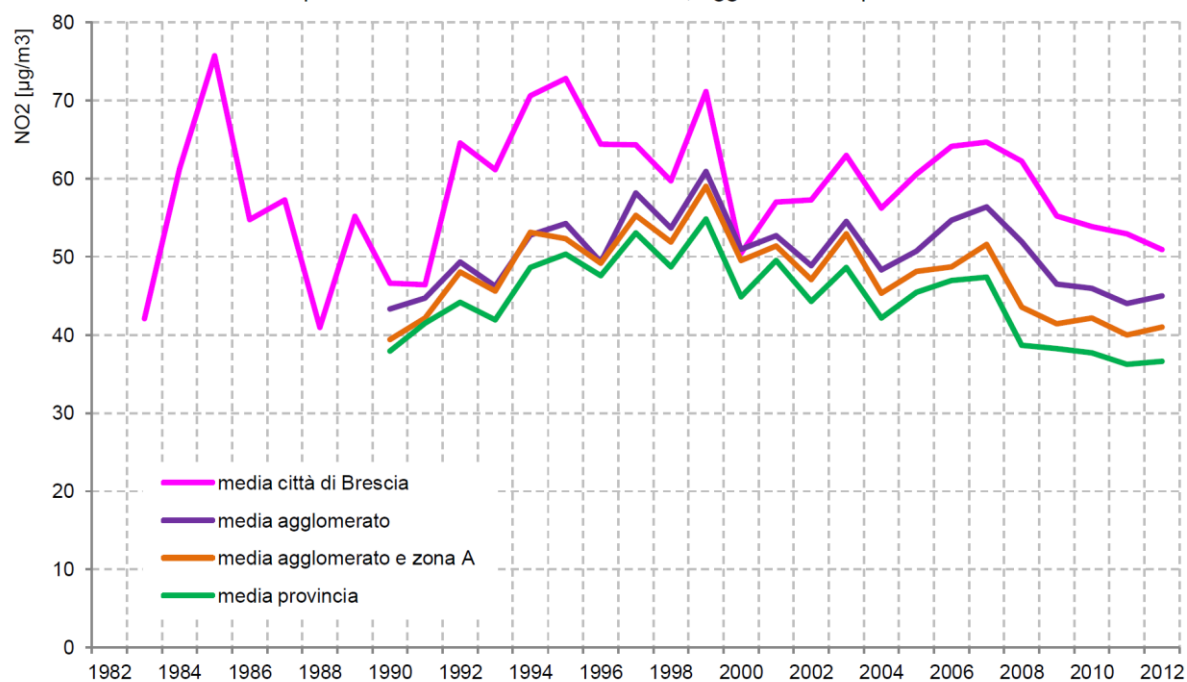




Figura 4.2-17: Andamento delle concentrazioni medie annuali di CO
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

Trend parametri ambientali comune di Brescia, agglomerato e zona A

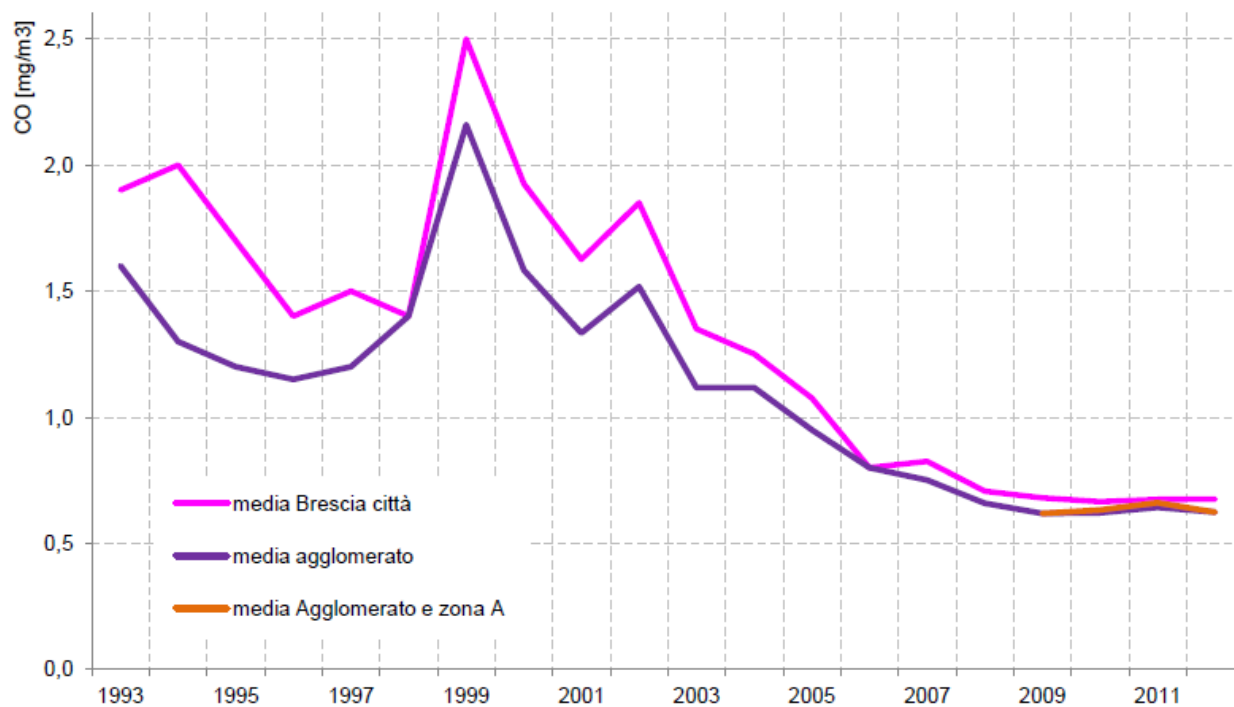


Figura 4.2-18: Andamento delle concentrazioni medie annuali di O3
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

Trend parametri ambientali città di Brescia e provincia

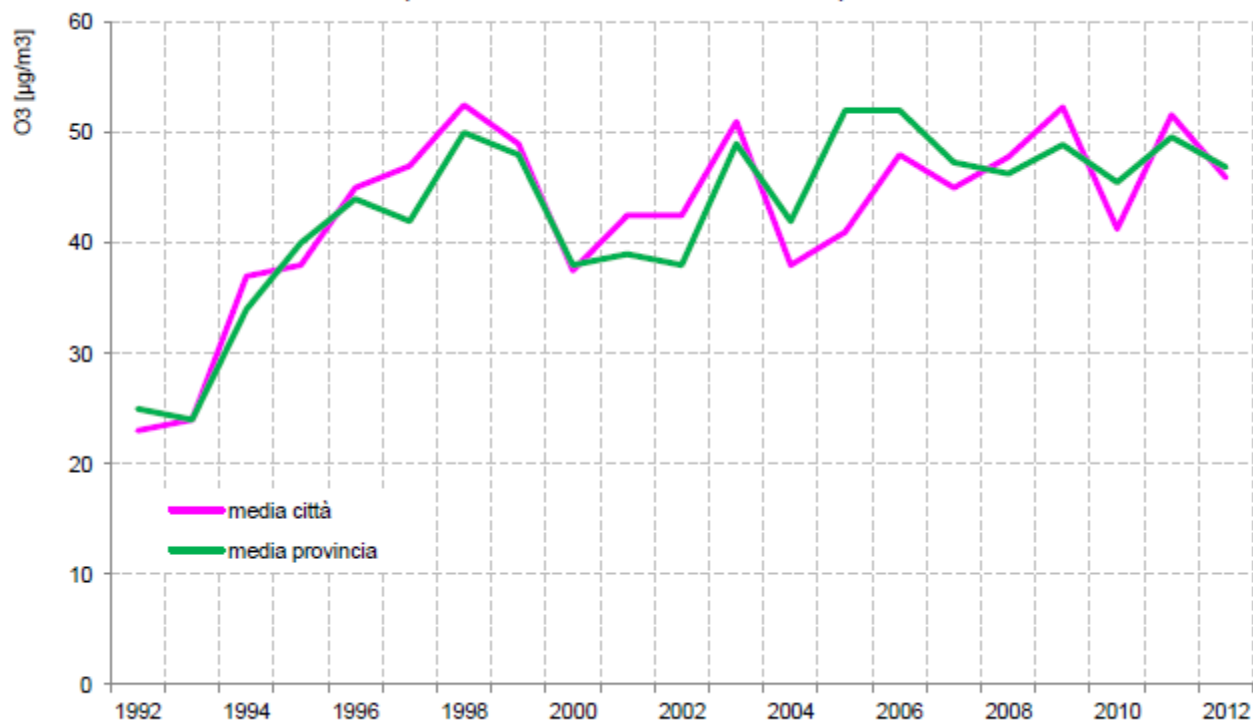




Figura 4.2-19: Andamento delle concentrazioni medie annuali di Benzene
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

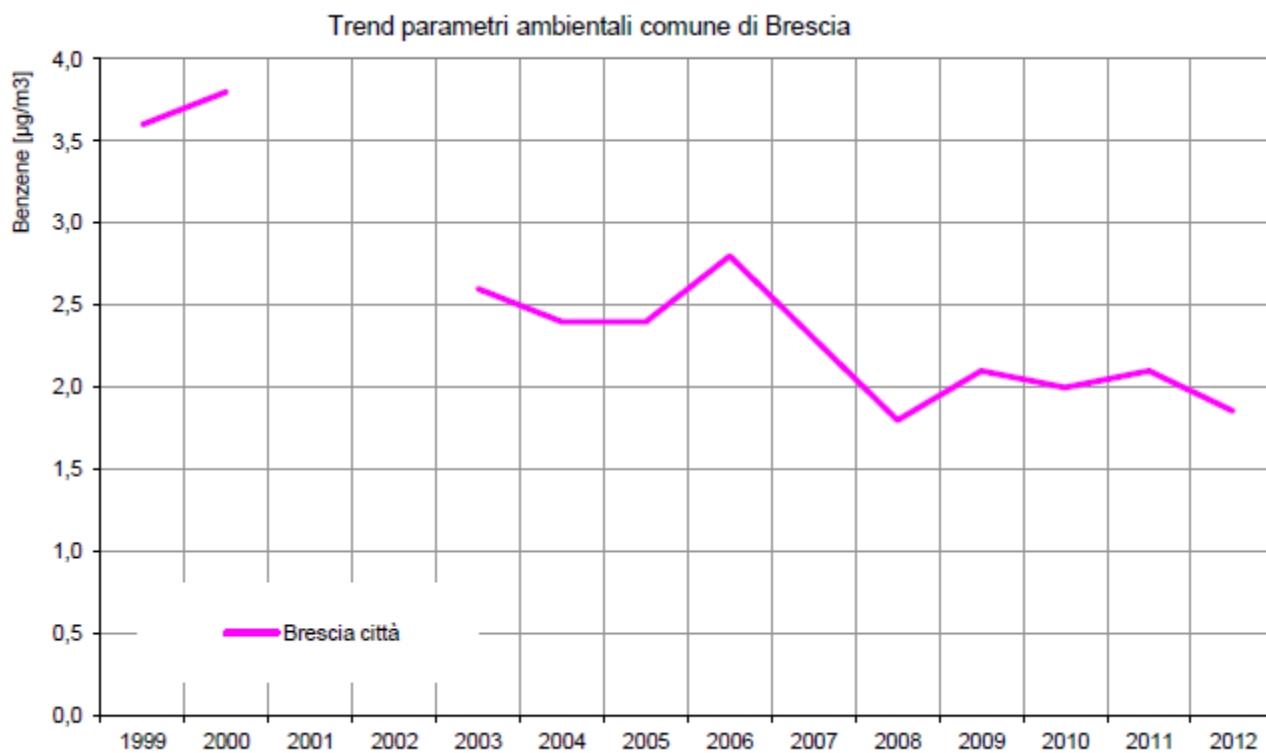


Figura 4.2-20: Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM10
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

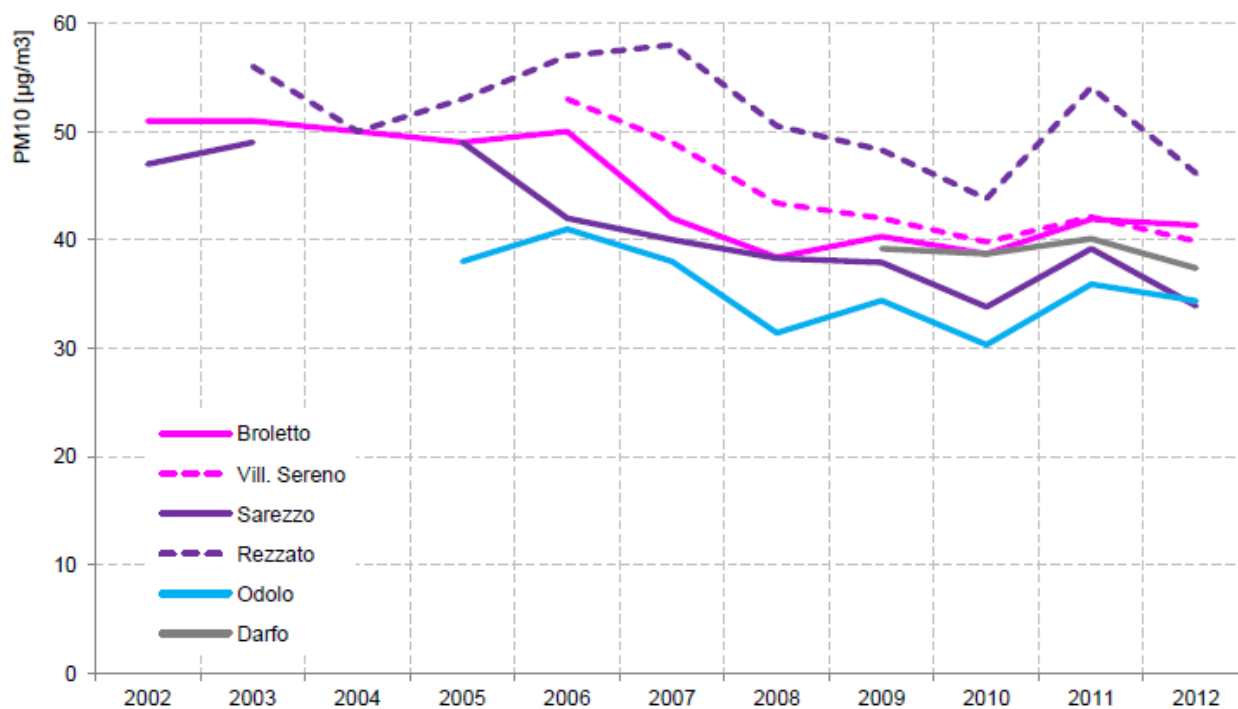
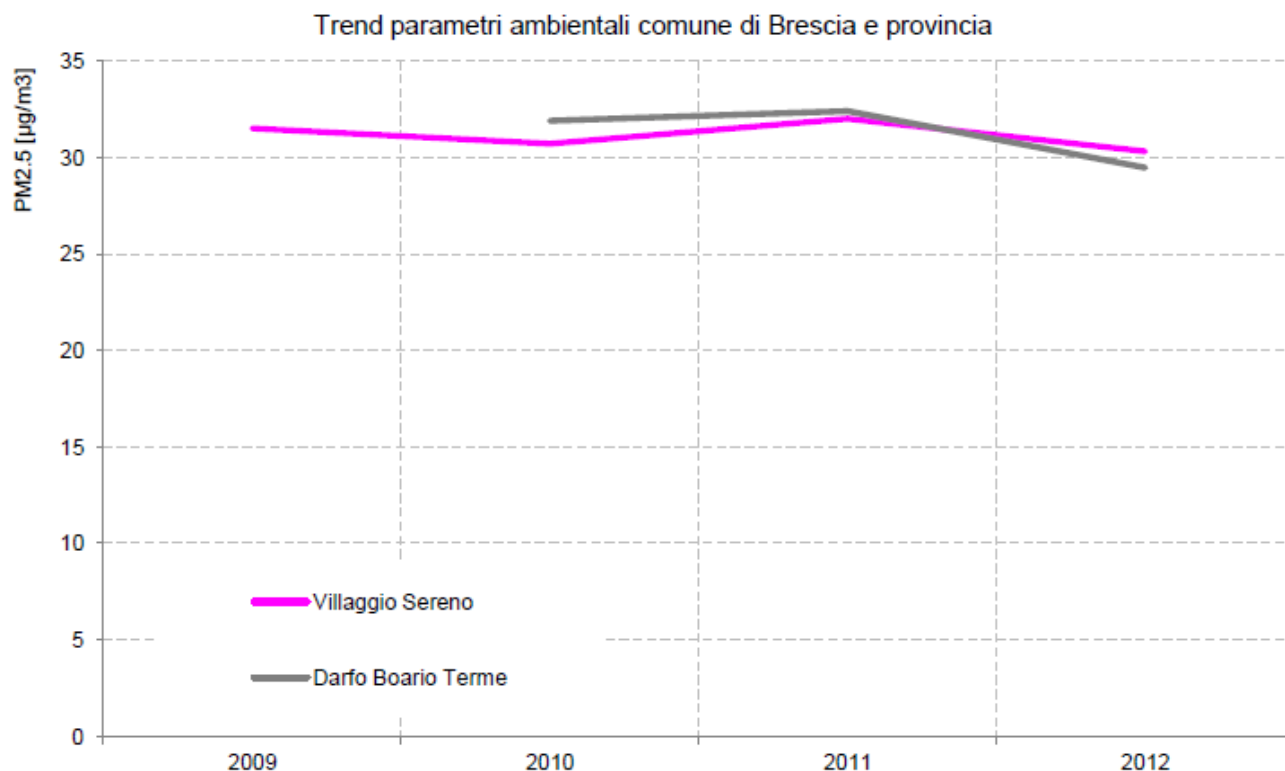




Figura 4.2-21: Andamento delle concentrazioni medie annuali di PM_{2.5}
(Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)



Ad integrazione dei dati riportati nel precedente capitolo, è possibile ricavare informazioni specifiche dell'area in esame dalle mappe elaborate da ARPA Lombardia con sistemi modellistici non sostitutivi ma integrativi rispetto ai dati della rete di rilevamento; tali mappe permettono di avere informazioni riguardo allo stato della qualità dell'aria in modo esteso sul territorio.

La Valutazione Modellistica della Qualità dell'Aria (VMQA) relativa all'anno 2012, da cui sono state ricavate le mappe citate e riportate nelle successive figure, è basata come dati di ingresso sulle emissioni stimate dall'inventario regionale INEMAR per l'anno 2008, a dettaglio comunale e per attività emissiva. Alle province confinanti sono state attribuite le emissioni dell'inventario nazionale 2005 prodotto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) a livello provinciale. L'input meteo è stato invece costruito assimilando ai campi forniti dallo European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) i dati raccolti su base oraria dalle reti di monitoraggio di ARPA e dai radiosondaggi fini dell'aeroporto di Linate mediante l'interpolatore mass-consistent Swift-Minerve. Le mappe sono state ottenute mediante l'utilizzo di tecniche di data fusion dei dati misurati dalle stazioni di background.

Le mappe di concentrazioni di NO₂ evidenziano valori massimi in corrispondenza delle aree a più alta densità di traffico. La distribuzione del PM₁₀ presenta i valori più elevati oltre che in prossimità di arterie stradali anche in corrispondenza alle aree più densamente abitate dato che le emissioni primarie di questo inquinante derivano non solo dal traffico veicolare, ma anche da altre sorgenti, tra cui in particolare gli apparecchi di riscaldamento a biomassa (stufe e caminetti).

L'ozono, invece, presenta valori più elevati nella fascia prealpina per lo specifico rapporto localmente esistente tra emissioni di composti organici volatili ed ossidi di azoto e per il contributo dovuto al trasporto dalle aree urbane sottovento.



Sulla base di tali stime modellistiche, l'area di studio appare caratterizzata da livelli della concentrazione media annua di PM10 di 35-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, di PM2.5 di 25-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, di NO2 di 30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto concerne il numero annuo di superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10, l'area di progetto appare caratterizzata da circa 80 superamenti annui e da un livello di AOT40 di 30-40 $\text{mg m}^3/\text{h}$.

Figura 4.2-22: Concentrazione media annuale NO2 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

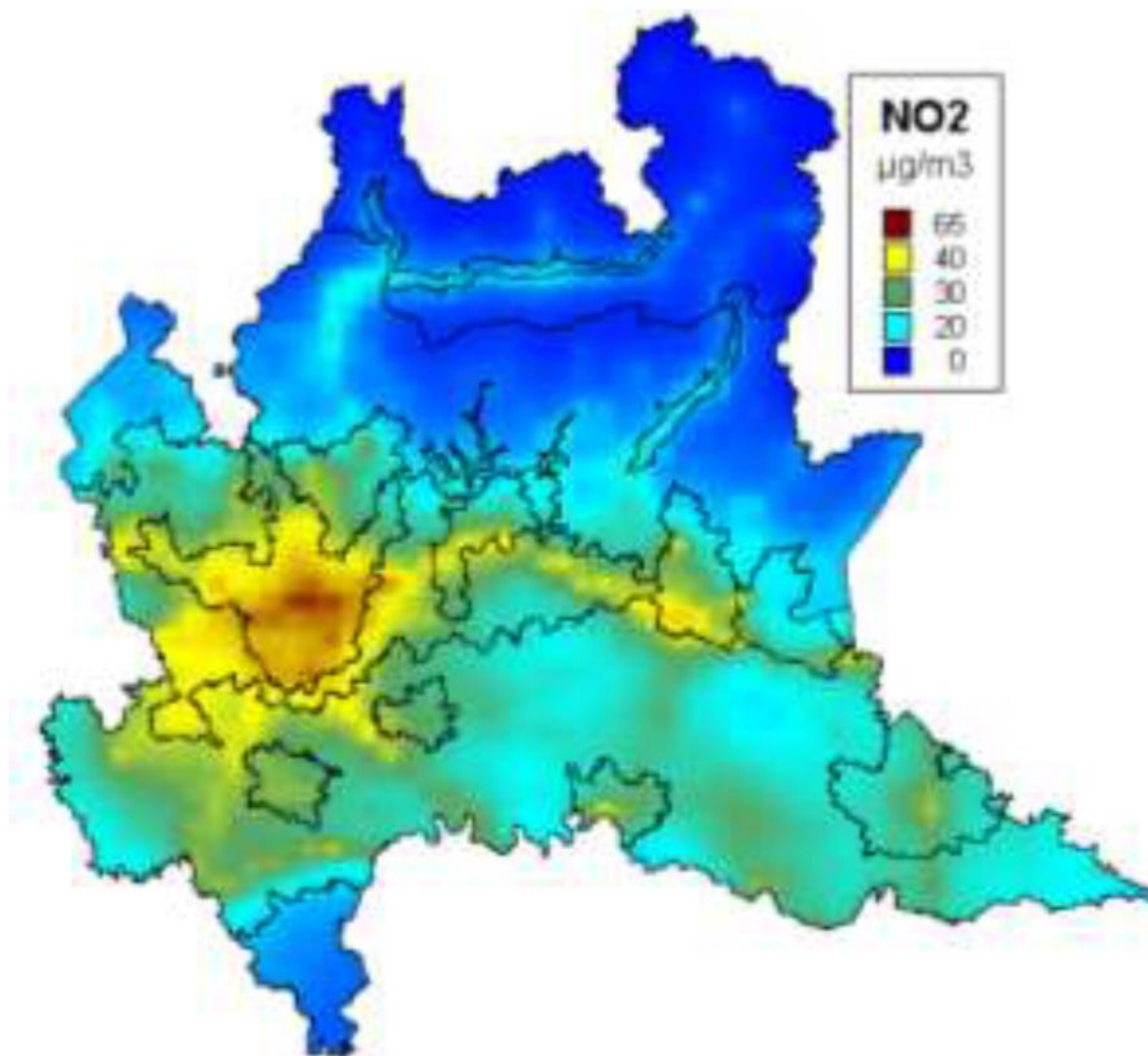




Figura 4.2-23: O3 AOT40 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

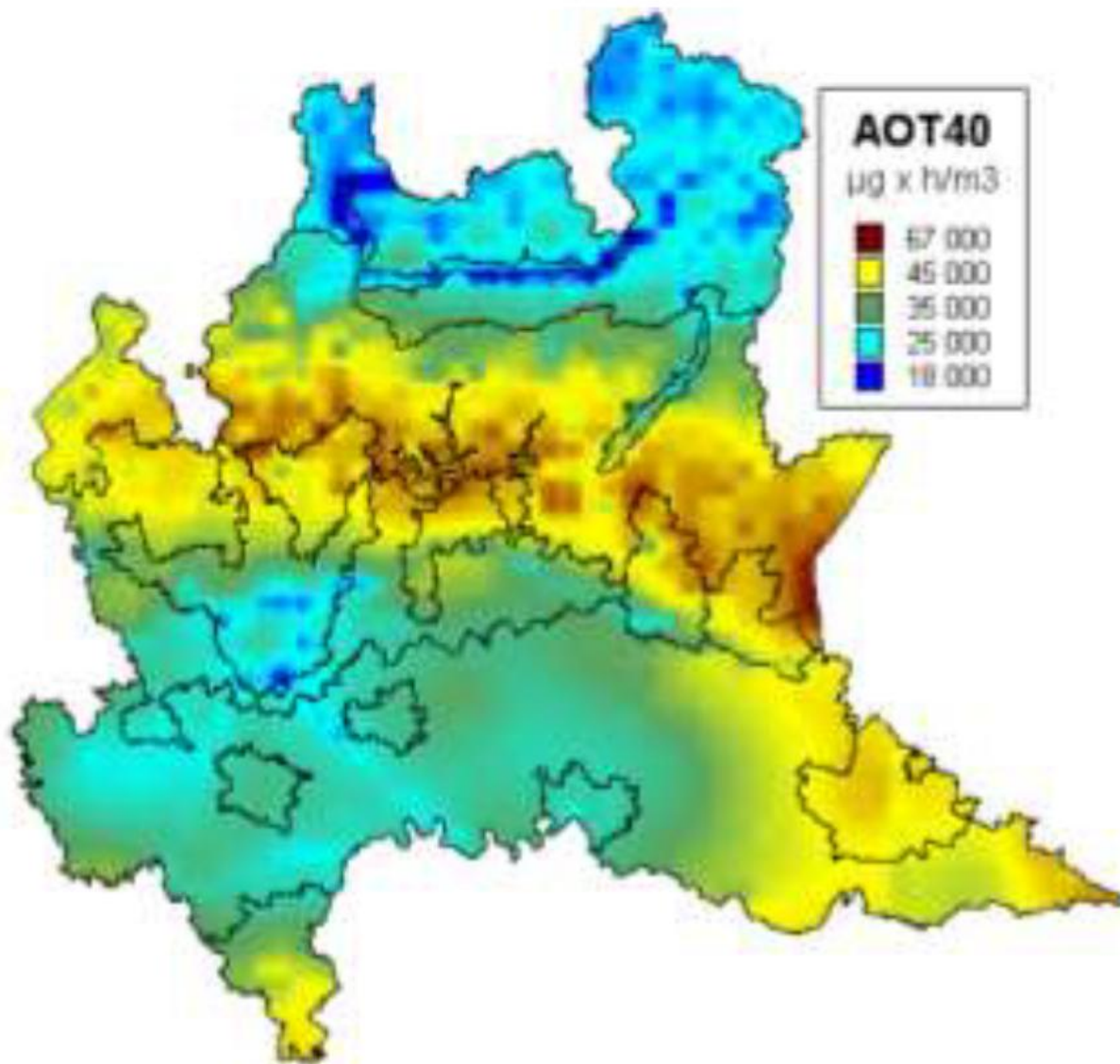




Figura 4.2-24: Concentrazione media annuale PM10 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

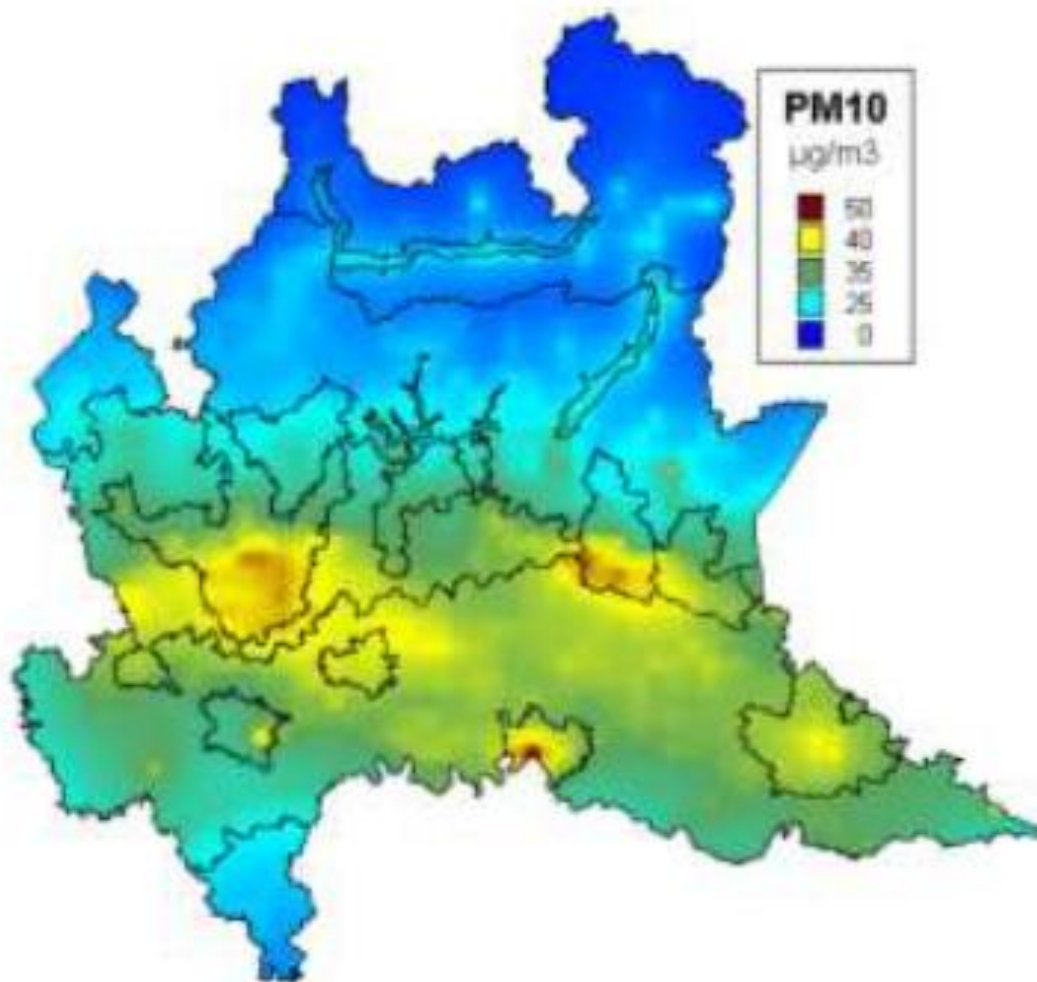




Figura 4.2-25: PM10 N. superamenti limite 50 ug/m3 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

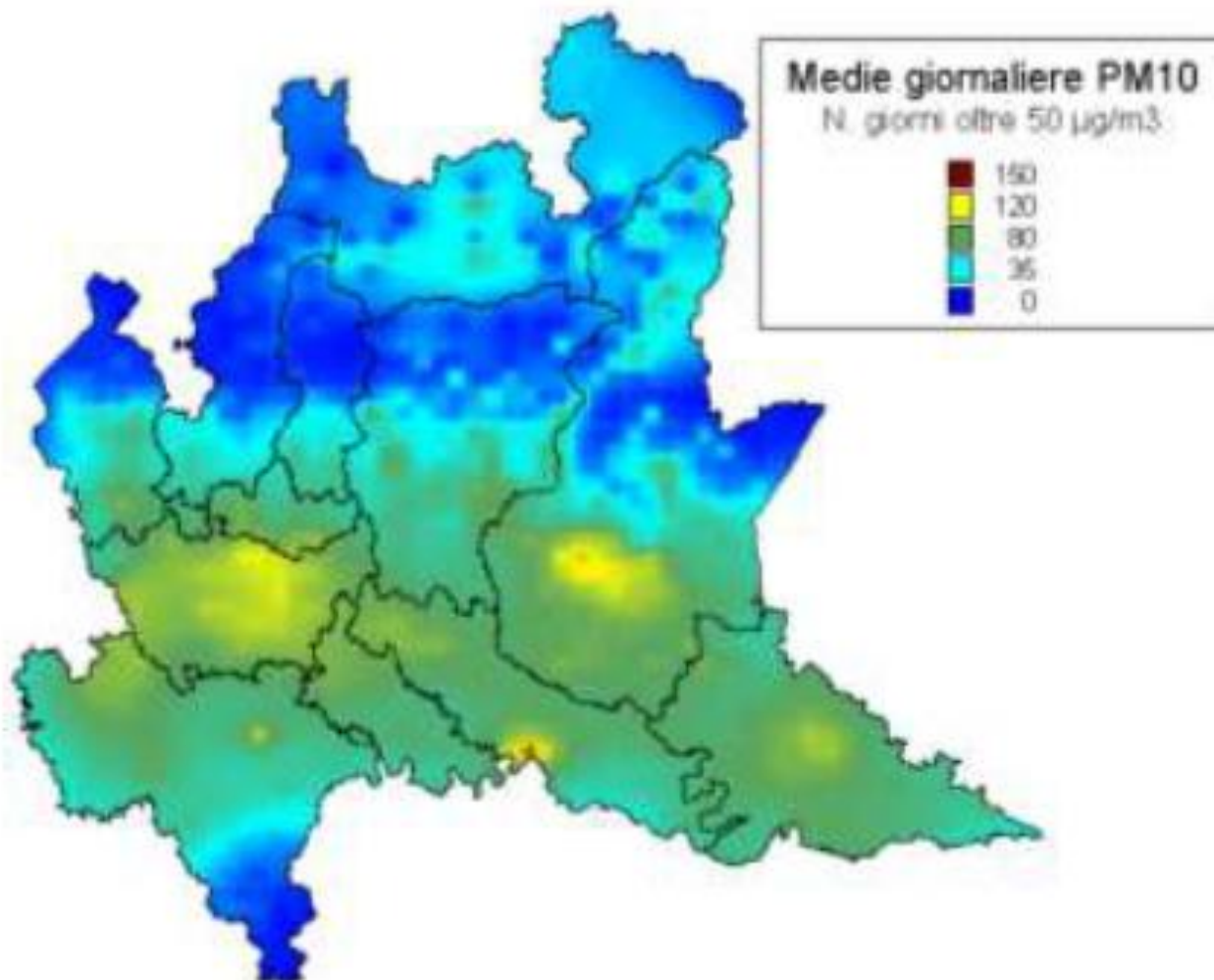




Figura 4.2-26: Concentrazione media annuale PM2.5 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

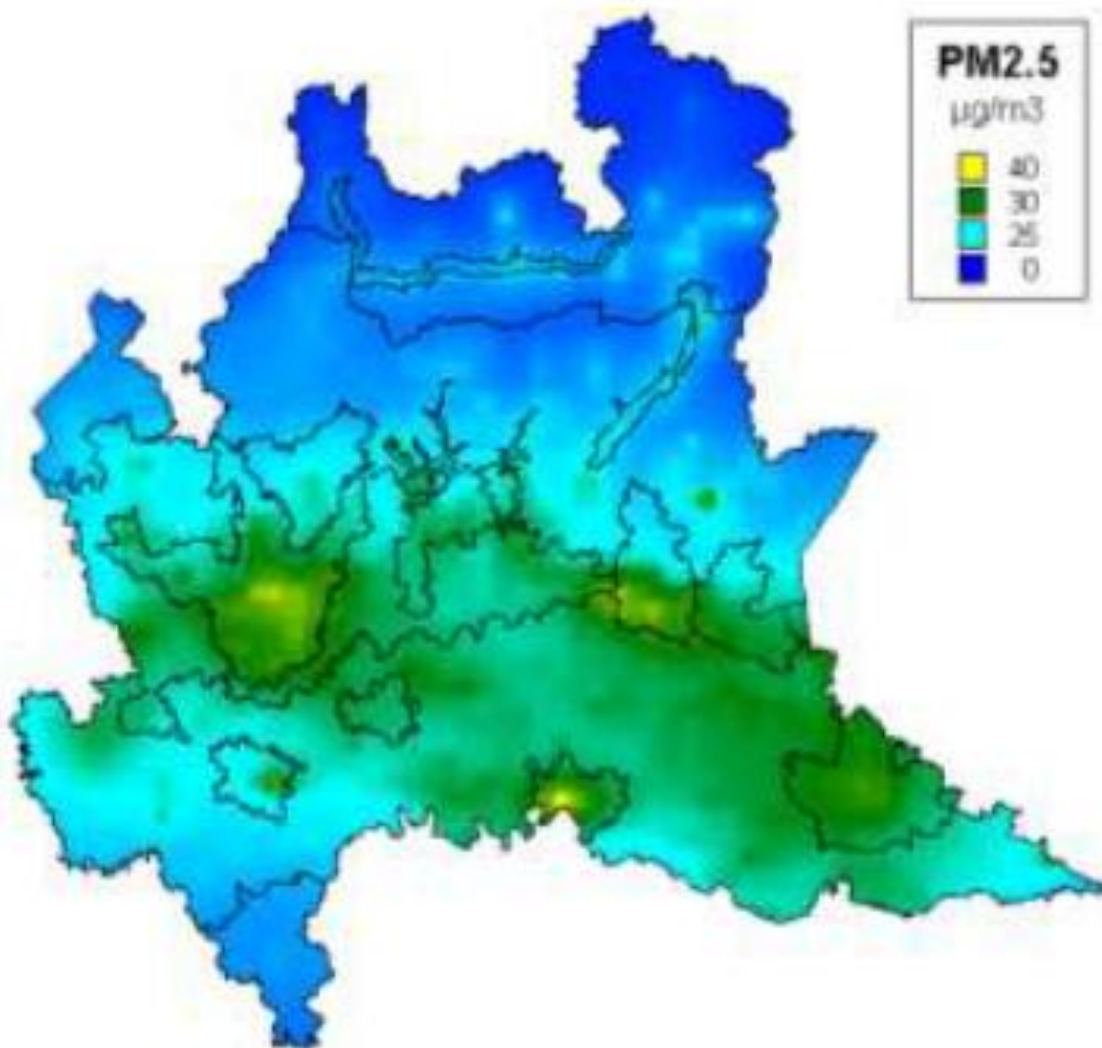




Figura 4.2-27: Concentrazione media annuale NO₂ Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

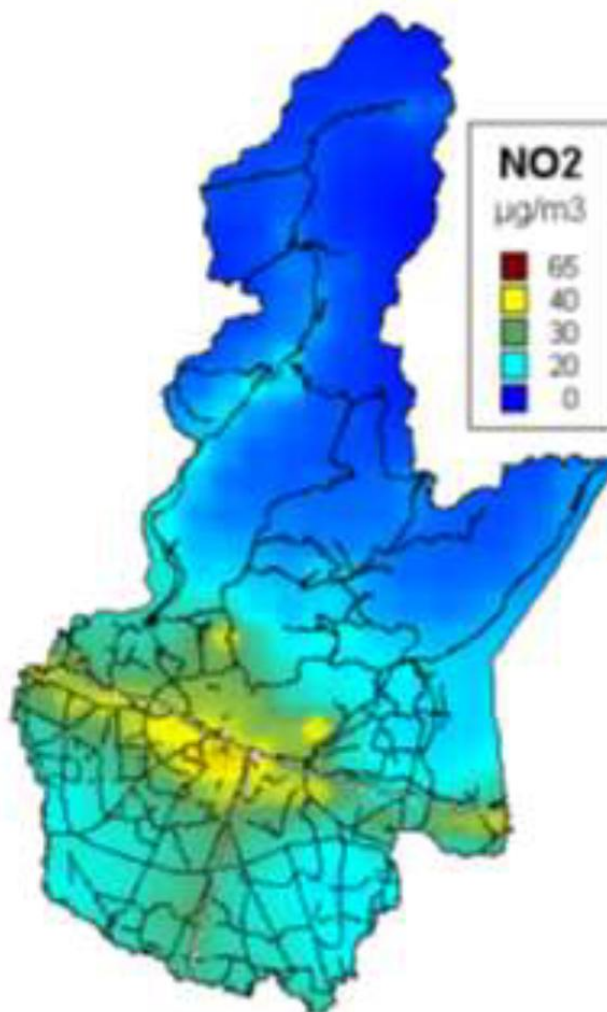




Figura 4.2-28: Concentrazione media annuale PM10 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

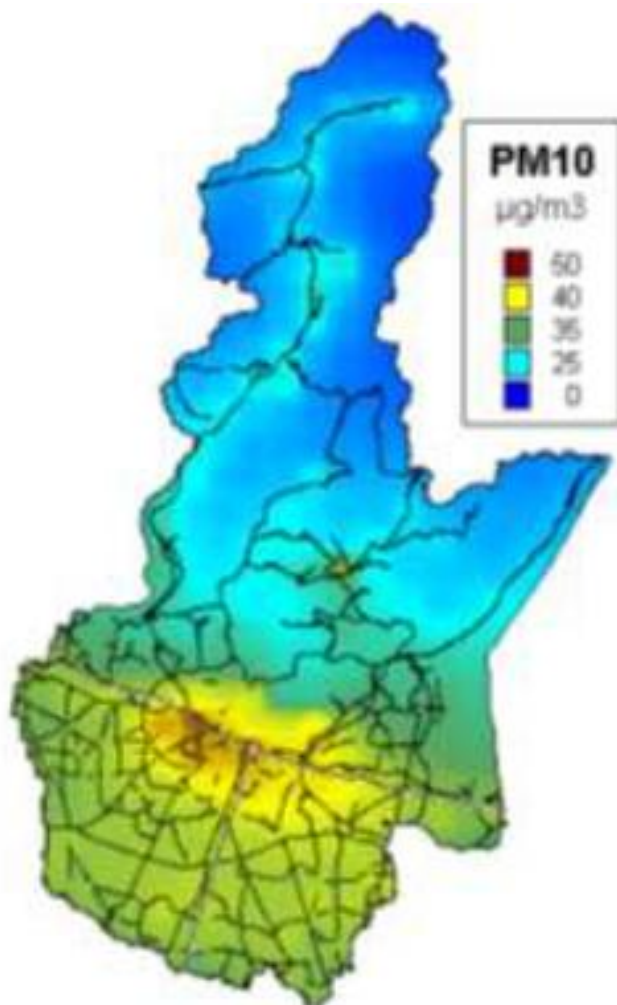




Figura 4.2-29: Concentrazione media annuale PM2.5 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)

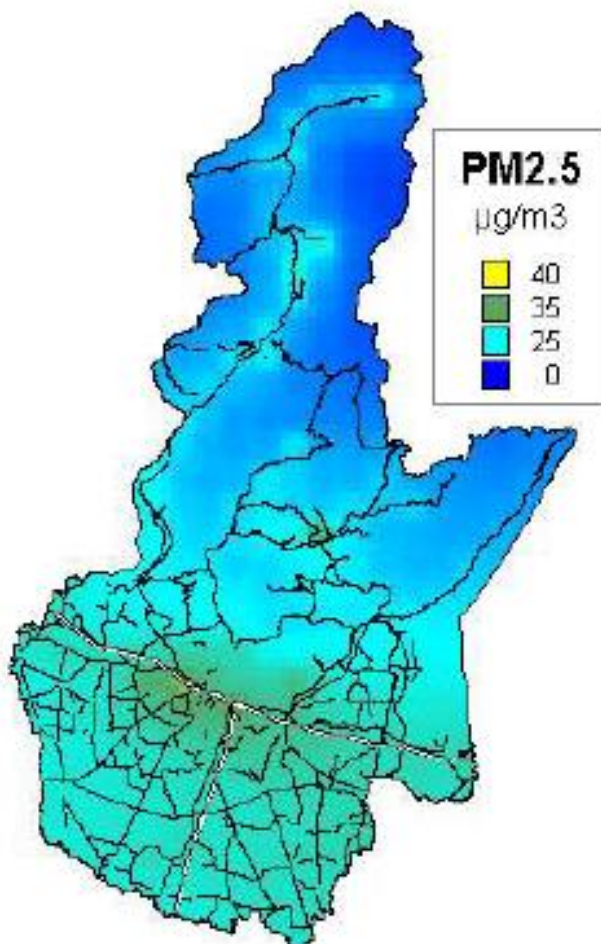
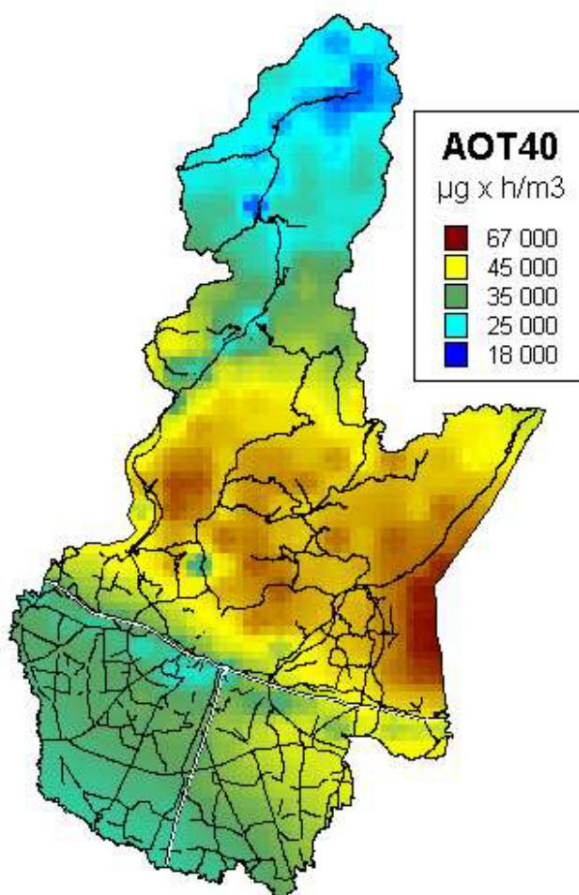




Figura 4.2-30: O3 AOT40 Anno 2012 (Fonte: Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria – Anno 2012)



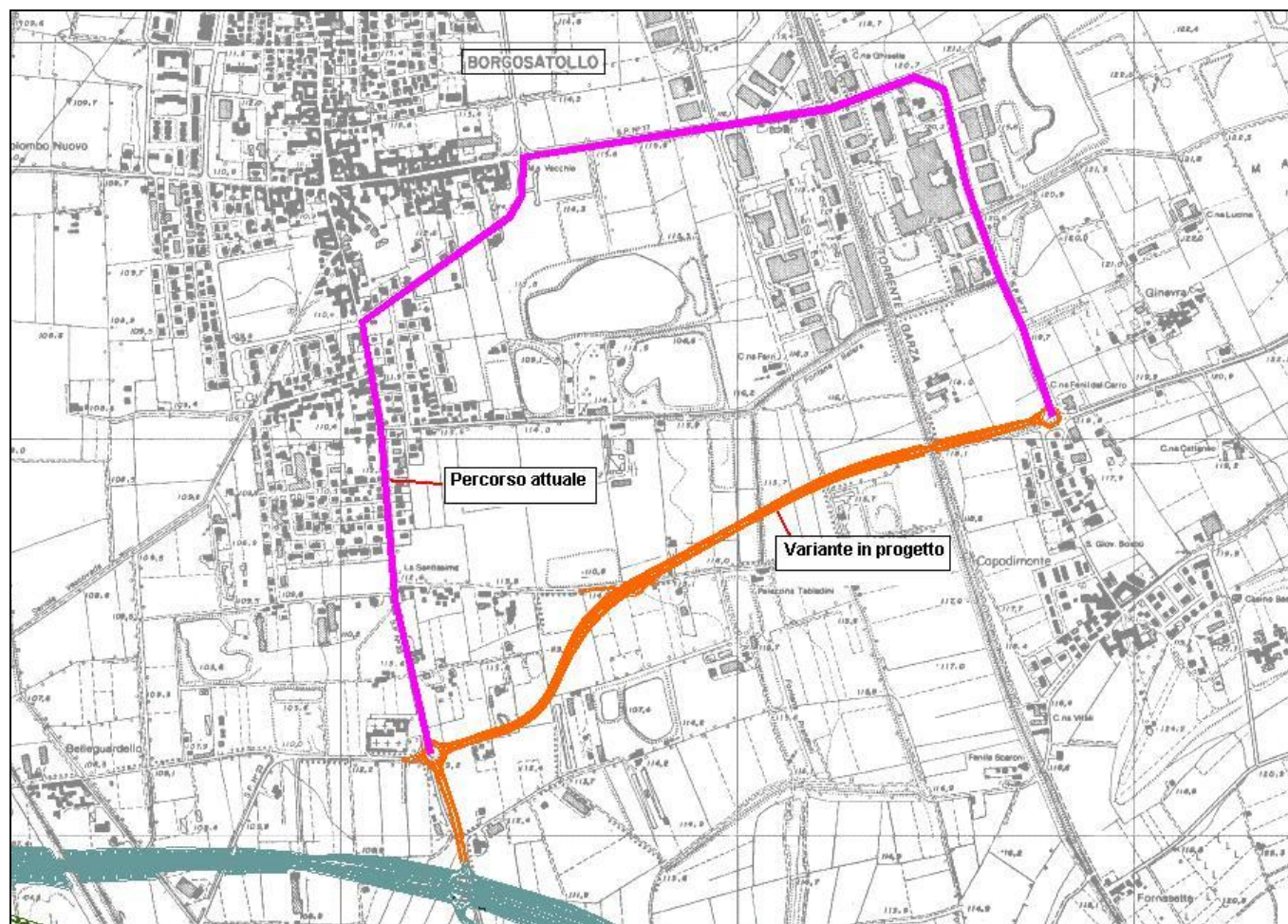
4.2.4 Potenziale variazione delle emissioni inquinanti in atmosfera

Al fine di ottenere indicazioni circa la potenziale variazione della qualità dell'aria in relazione alla realizzazione della variante in progetto si è provveduto ad elaborare un bilancio di massa delle emissioni inquinanti emesse dai veicoli tra la situazione "senza" e "con" il previsto collegamento esterno al centro abitato di Borgosatollo.

In particolare si sono confrontati i quantitativi di inquinanti emessi dai flussi di traffico previsti sulla nuova infrastruttura in un orizzonte temporale di 20 anni con quelli che gli stessi veicoli emetterebbero nel caso dovessero continuare ad utilizzare esclusivamente la viabilità oggi esistente.

Nella figura seguente è illustrato il percorso utilizzato attualmente dal traffico veicolare, il cui flusso si ritiene sarebbe per la maggior parte convogliato sul collegamento in progetto. Tale percorso è evidenziato in magenta nella seguente figura.

Figura 4.2-31: Percorso attuale dei veicoli in transito e tracciato dell'intervento in progetto.





Livelli di traffico considerati

Ai fini del calcolo della variazione delle emissioni, non si considerano le quote di traffico sulla viabilità che si ipotizza non utilizzerebbero l'infrastruttura in progetto. Tale scelta trascura cautelativamente i benefici in termini di emissioni inquinanti che deriverebbero dalle condizioni di marcia più fluida sulla viabilità già esistente.

Per valutare le emissioni prodotte sia nella situazione in assenza che in presenza della circonvallazione si sono utilizzati i seguenti dati di traffico, relativi a un orizzonte temporale di 20 anni (già esposti nel paragrafo relativo al traffico:

- traffico giornaliero medio sulla nuova infrastruttura in progetto: 20.000 veicoli/giorno;
- traffico giornaliero medio sulla viabilità esistente in presenza della variante in progetto: 4.800 veicoli/giorno;
- traffico giornaliero medio sulla viabilità esistente in assenza della variante in progetto: 24.800 veicoli/giorno;
- percentuale di veicoli pesanti sul totale dei veicoli: 10%.

Fattori di emissione utilizzati

I fattori di emissione utilizzati, espressi in g/(veic*km), sono stati derivati dallo studio svolto dall'A.N.P.A. *Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale – I fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia*, luglio 2000.

I fattori di emissione riportati in tabella esprimono il valore medio calcolato sulla base del parco veicoli circolante rilevato sulla rete italiana, che vede una gamma di veicoli assai articolata in termini di tipologia, anno di immatricolazione, combustibile utilizzato, e, conseguentemente caratterizzata da fattori di emissione significativamente diversi. I dati sono stati elaborati considerando le emissioni generate in ciclo di guida di tipo urbano (per il tratto stradale, prossimo ai centri abitati, utilizzato dai flussi veicolari) ed extraurbano (per il nuovo collegamento in progetto), così come definito nel progetto europeo COPERT¹.

Per il calcolo delle emissioni si è fatto riferimento ai fattori propri del parco veicolare attualmente circolante in Italia. Tale scelta, tenendo conto che nel calcolo si sono considerati i volumi di traffico previsti in un orizzonte temporale di 20 anni, risulta cautelativa per quanto concerne le emissioni complessive stimate. Si trascura, infatti, la riduzione delle emissioni conseguente al miglioramento tecnologico dei motori per autotrazione.

Gli inquinanti di interesse sono costituiti da ossidi di azoto (NOx), monossido di carbonio (CO), polveri (PM) e composti organici volatili non metanici (COVNM).

¹ Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport - <http://vergina.eng.auth.gr/mech/lat/copert/copert.htm>

Tabella 4.2-18: Fattori di emissione degli inquinanti di interesse per diverse condizioni di guida.

	Fattori di emissione [g/veic-km]			
	traffico di tipo urbano		traffico di tipo extraurbano	
	Vlegg	Vpes	Vlegg	Vpes
NOx	0.93	4.94	0.38	2.70
CO	10.43	8.61	1.57	1.95
PM	0.29	0.63	0.12	0.33
COVNM	2.08	2.01	0.19	0.59

Risultati ottenuti

Le emissioni degli inquinanti di interesse nella situazione senza e con il nuovo collegamento sono di seguito esposte.

Tabella 4.2-19: Emissioni giornaliere previste in assenza della variante in progetto.

Tratto stradale	Ciclo di guida	Tipo veicoli	Traffico Giornaliero Medio [veic/giorno]	Lunghezza tratto [km]	Inquinante	Fattori di emissione [g/veic-km]	Emissioni giornaliere [kg/giorno]
viabilità esistente	urbano	leggeri	22320	3.6	NOx	0.93	74 727
					CO	10.43	838 071
					PM	0.29	23 302
					COVNM	2.08	167 132
	pesanti	2480	3.6	NOx	4.94	44 104	
				CO	8.61	76 870	
				PM	0.63	5 625	
				COVNM	2.01	17 945	

NOx	Totale	118 832
CO		914 941
PM		28 927
COVNM		185 077



Tabella 4.2-20: Emissioni previste in presenza della variante in progetto.

Tratto stradale	Ciclo di guida	Tipo veicoli	Traffico Giornaliero Medio [veic/giorno]	Lunghezza tratto [km]	Inquinante	Fattori di emissione [g/veic-km]	Emissioni giornaliere [kg/giorno]
Variante in progetto	extraurbano	leggeri	18000	1.9	NOx	0.38	12 996
					CO	1.57	53 694
					PM	0.12	4 104
					COVNM	0.19	6 498
		pesanti	2000	1.9	NOx	2.7	10 260
					CO	1.95	7 410
					PM	0.33	1 254
					COVNM	0.59	2 242
Viabilità esistente	urbano	leggeri	4320	3.6	NOx	0.93	14 463
					CO	10.43	162 207
					PM	0.29	4 510
					COVNM	2.08	32 348
		pesanti	480	3.6	NOx	4.94	8 536
					CO	8.61	14 878
					PM	0.63	1 089
					COVNM	2.01	3 473

NOx	Totale	46 256
CO		238 189
PM		10 957
COVNM		44 561

Il confronto tra i valori ottenuti nelle due situazioni fornisce i seguenti dati.

	Emissioni senza circonvallazione [g/giorno]	Emissioni con circonvallazione [g/giorno]	Variazione percentuale
NOx	118 832	46 256	-61%
CO	914 941	238 189	-74%
PM	28 927	10 957	-62%
COVNM	185 077	44 561	-76%

E' evidente una riduzione delle emissioni di tutti i principali inquinanti, particolarmente marcata per i composti organici volatili ed il monossido di carbonio. Ciò è imputabile prevalentemente al fatto che, in seguito all'intervento in progetto, una parte significativa del traffico verrà dirottata sulla nuova circonvallazione che sarà percorsa con regime di marcia più fluido, producendo quindi emissioni inferiori. Questa riduzione risulta maggiormente accentuata anche poiché il nuovo percorso è nettamente più



breve di quello attualmente in uso (1.900 m circa lungo la variante in progetto a fronte di 3.600 m per il percorso attraverso il centro abitato sulla viabilità già esistente).

Si evidenzia inoltre che le emissioni inquinanti, in seguito alla realizzazione dell'opera in progetto, si verificherebbero in un'area più distante dall'abitato del comune di Borgosatollo, determinando livelli di concentrazione meno elevati in corrispondenza delle aree a maggiore densità di popolazione.

Sulla base di quanto esposto si può concludere che la realizzazione dell'opera in progetto possa determinare, per effetto della riduzione degli inquinanti emessi e dell'allontanamento dei punti di emissione dalle aree a maggiore densità di popolazione, un miglioramento dell'attuale stato di qualità dell'aria.

4.2.5 Fase di costruzione

Le attività relative al fronte di avanzamento lavori sono tutte quelle attività che riguardano direttamente la realizzazione dell'opera e che quindi si svolgono lungo il tracciato della variante. Queste attività presentano la caratteristica di essere mobili, ossia si spostano con continuità lungo l'asse viario, man mano che questo viene realizzato. I ricettori presenti lungo il tracciato sono interessati dalle emissioni in atmosfera di queste attività solamente per un periodo di tempo limitato, la cui entità è funzione anche della tipologia costruttiva prospiciente il ricettore. Questa caratteristica determina una situazione di temporaneità degli impatti.

L'analisi delle attività relative al fronte di avanzamento è stata quindi condotta prendendo in esame la tipologia costruttiva di tratti in rilevato.

La caratterizzazione delle sorgenti di particolato consiste nella determinazione delle sorgenti significative, attive in corrispondenza del fronte di avanzamento lavori. Per la realizzazione dei rilevati sono state individuate due distinte attività:

- le attività di trasporto, in particolare degli inerti, sulle piste localizzate lungo il tracciato della variante in costruzione;
- le attività di realizzazione vera e propria dei rilevati.

Per ciascuna sorgente (fase di lavoro, macchinario, ecc.) viene quindi definito il livello di emissione di particolato e la durata/articolazione nel tempo. Nell'area di lavoro si considera una distribuzione omogenea delle attività e quindi delle emissioni prodotte: le sorgenti sono state considerate come "areali".

A queste si aggiungono le sorgenti costituite dalle attività di trasporto lungo le piste poste lungo la strada in costruzione. Le sorgenti di particolato sono suddivisibili in due tipologie.

a) Gas di scarico mezzi: per quanto riguarda le emissioni dai motori, si sono considerati i mezzi d'opera disponibili per ciascuna squadra di lavoro; è stato ipotizzato un certo grado medio di utilizzo nel tempo ed un fattore di contemporaneità riferito al loro funzionamento simultaneo. A quelle dei mezzi in funzione sul fronte di lavoro sono state aggiunte le emissioni dei mezzi per l'approvvigionamento dei materiali.

b) Polvere sollevata nei movimenti terra e materiali: per il calcolo dei coefficienti di emissione delle polveri sollevate dalle attività costruttive e dalle attività di trasporto lungo le piste sono state utilizzate le relazioni in merito, suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42 Infobases, *Compilation of air pollutant emission factors*, October 2001).

Emissioni sulle piste verso il fronte di avanzamento dei lavori

L'attività di trasporto degli inerti al fronte di avanzamento lavori si svolge essenzialmente lungo le piste di cantiere che sono disposte parallelamente all'asse della variante.

La notevole vicinanza tra le piste di cantiere e l'asse della circonvallazione ha permesso di localizzare in corrispondenza del tracciato di quest'ultima anche le emissioni relative all'attività in oggetto. E' stata pertanto considerata una sorgente lineare avente lunghezza pari ad 1 km dall'area di lavorazione. In questo caso per il calcolo del fattore di emissione si sono considerate due tipologie di emissioni di particolato:

- particolato emesso dagli scarichi dei motori dei mezzi in transito;
- particolato sollevato dalle ruote dei mezzi.

Tabella 4.2-21. Fattore di emissione particolato generato dai motori dei mezzi sulle piste

Parametri	Valore
Fattore di emissione camion 20 km/h [g/km]	$e = 7$
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	$V = 15$
Numero ore lavorate nella giornata	$h = 8$
Fattore di Emissione in g/s per km percorso	$E = 0.01$

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi in transito sulle piste non pavimentate, si utilizzano le relazioni fornite dall'E.P.A.(2). Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito. La quantità di particolato è proporzionale al traffico e funzione della velocità dei veicoli, del loro peso, della composizione ed umidità della superficie della pista. L'ipotesi adottata nel calcolo del fattore emissivo è stata quella più cautelativa associata all'assenza di precipitazione.

²) Le equazioni a cui, nella presente relazione si fa riferimento sono la (1A) riportata nel capitolo 13 - Miscellaneous Sources – paragrafo 13.2.2. -Unpaved Roads. (Draft Oct.2001)

Tabella 4.2-22: Calcolo fattore di emissione particolato sollevato dal transito dei mezzi sulle piste

Parametri	Valore	
Coefficiente per dimensione particolato (lb/VTM ³)	k =	15
Contenuto in silt della superficie stradale %	s =	13
Peso medio dei veicoli in tonnellate [tonn]	W =	15
Fattore di Emissione in kg/(veic.*km)	e =	0.93
Numero di veicoli/ora nel periodo lavoro	V =	12
Numero ore lavorate nella giornata	h =	8
Fattore di Emissione in g/s per km percorso	E =	1.03

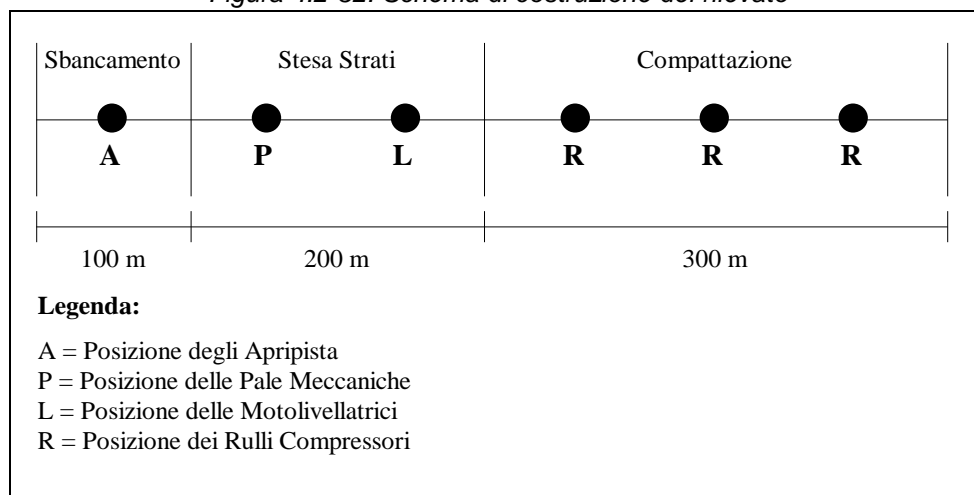
Emissioni dalle attività di costruzione dei rilevati

In corrispondenza del fronte di avanzamento del rilevato si svolgono diverse attività che possono essere considerate suddivise nelle seguenti fasi temporali:

- sbancamento;
- stesa strati;
- compattazione.

L'analisi del fronte di avanzamento è stata basata su di un tratto di strada di lunghezza pari a 600 m. Tale tratto in costruzione costituisce la zona sorgente di particolato. La zona sorgente nel suo complesso può essere considerata composta da tre segmenti ciascuno dei quali relativo ad una delle fasi di esecuzione previste. E' stato quindi ipotizzato di localizzare in ciascun segmento, ad uguale distanza, le specifiche sorgenti di particolato. Ne derivano 6 sorgenti areali, il cui fattore di emissione è dato dalla somma del particolato sollevato dai movimenti terra e dal particolato emesso dai motori dei macchinari. A scopo esemplificativo in figura è stato riportato lo schema della localizzazione delle sorgenti di particolato nella zona di lavorazione.

Figura 4.2-32: Schema di costruzione del rilevato



³) Lo stesso valore espresso in unità previste dal SI è 0.42 kg/Veic.*km



Sono considerate due tipologie di emissioni di particolato:

- particolato emesso dagli scarichi dei motori dei mezzi d'opera in attività;
- particolato sollevato dai mezzi in attività.

Per quanto riguarda le emissioni dai motori, si sono considerati i mezzi d'opera mediamente utilizzati nelle tre fasi di lavoro sopra indicate; è stato ipotizzato un certo grado medio di utilizzo nel tempo ed un fattore di contemporaneità riferito al loro funzionamento simultaneo.

In base al manuale d'uso Fiat-Hitachi sono stati determinati i consumi medi di carburante (0,22 litri di gasolio per Cvh) riferiti all'unità di potenza impiegata ed all'unità di tempo. Assumendo una potenza media per ciascun mezzo d'opera pari a 120 CV si è pertanto stimato un consumo medio di carburante di circa 26.4 litri/h.

Il valore di emissione specifica per i motori diesel è stato ricavato sulla base dei dati contenuti nel "Progetto Corinair", come di seguito indicato. E' stato inoltre ipotizzato un coefficiente globale di utilizzo dei mezzi previsti pari al 60%, che tiene conto dei tempi di fermo per manutenzione straordinaria e ordinaria, rifornimenti e rabbocchi, operatività al di sotto della potenza massima, simultaneità di funzionamento dei mezzi presenti. Su queste ipotesi, riassunte nella tabella seguente, si sono elaborate le stime delle emissioni prodotte.

Tabella 4.2-23: Calcolo emissioni particolato da mezzi in attività sul fronte avanzamento lavori - Costruzione rilevati

Parametri	Valore
Consumo specifico di gasolio [l/(CV*h)]	c = 0.220
Peso specifico gasolio [kg/l]	ps = 0.825
Potenza media dei mezzi [CV]	CV = 120
Coefficiente di utilizzo	cu = 0.6
Emissione particolato [g/kg gasolio]	g = 9.89
Fattore di emissione per veicoli pesanti [g/s]	e = 0.04
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V = 19
Numero ore lavorate nella giornata	h = 8
Fattore di Emissione in g/s nella giornata	E = 0.23

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dalle lavorazioni sul fronte di avanzamento dei lavori per la realizzazione dei rilevati, si utilizzano le relazioni specificamente elaborate dall'E.P.A.

Il particolato è in questo caso originato dall'azione scotico del terreno e successivo riporto, stesa e compattazione del materiale. Le emissioni in questo caso variano sensibilmente nei giorni di lavorazione, in relazione al livello di attività, alle specifiche operazioni condotte, alla superficie in lavorazione, alla percentuale di silt ed all'umidità nel terreno.

Con riferimento alle fasi di lavorazione indicate, si sono adottate le relazioni consigliate per quanto attiene le attività di scotico, riporto/stesa strati e di compattazione. I valori assegnati ai diversi parametri ed i fattori di emissioni ottenuti sono raccolti nella tabella seguente.

Come visto, le emissioni prodotte dalle attività di costruzione rilevati sono state quindi suddivise in 6 sorgenti areali successive (con raggio 40 m), a distanza ciascuna dalla precedente di 100m.

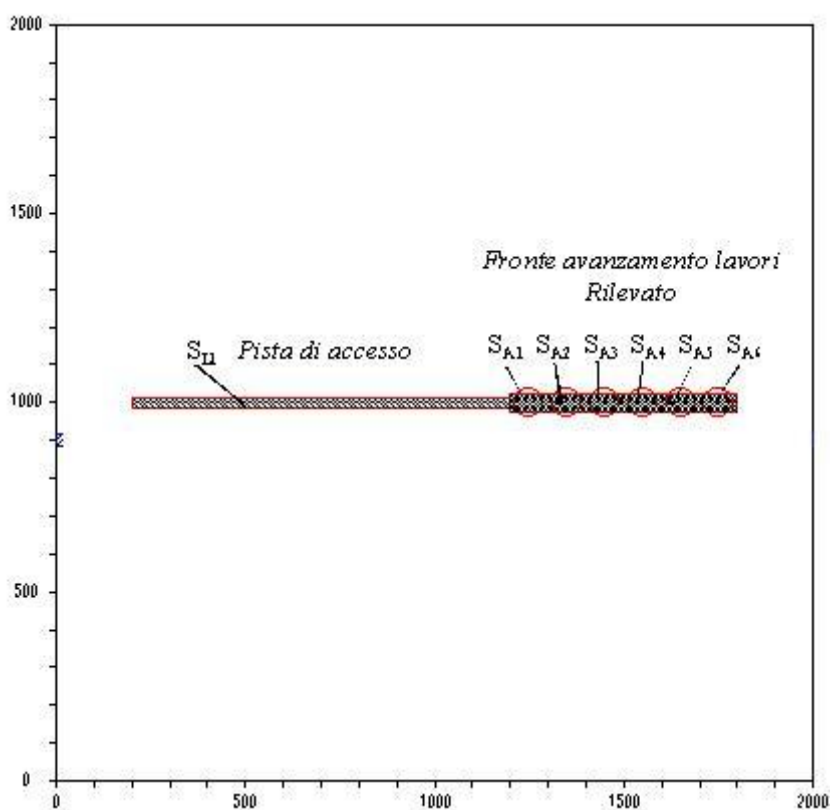


Nella figura seguente è illustrata la disposizione delle sorgenti considerate per il calcolo delle concentrazioni di particolato, in relazione alla realizzazione dei rilevati della variante.

Tabella 4.2-24: Calcolo fattore di emissione particolato da attività di costruzione dei rilevati (sbancamento, stesa strati, compattazione)

Parametri	Valore	
Contenuto in silt del terreno %	s =	10
Contenuto in umidità del terreno %	M =	10
Fattore di Emissione in kg/h	e =	2.32
Numero di veicoli nel periodo lavoro	V =	6
Numero ore lavorate nella giornata	h =	6
Fattore di Emissione in g/s nella giornata	E =	0.97

Figura 4.2-33: Sorgenti di particolato connesse alla realizzazione dei rilevati





Definizione degli scenari di calcolo e stima delle concentrazioni

La stima delle concentrazioni di particolato è finalizzata a definire le condizioni di esposizione conseguenti alle emissioni di particolato dalle attività costruttive.

A questo fine si è proceduto al calcolo:

- delle concentrazioni medie su base annua,
- delle concentrazioni medie sulle 24 ore raggiunte per un numero superiore di 35 giorni all'anno.

Le due valutazioni hanno richiesto l'impiego di modelli di calcolo differenti come di seguito descritto.

Concentrazioni medie annue PM_{10}

Il calcolo delle concentrazioni medie su base annuale è stato condotto con il modello matematico Dimula sviluppato dall'ENEA (Cirillo e Cagnetti, 1982; Cirillo & Manzi, 1991; Cirillo et al., 1993). Tale modello è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) e in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

In particolare è stata utilizzata l'implementazione del modello Dimula in ambiente Windows, nella sua versione climatologia in modo da utilizzare le estese serie storiche dei dati meteorologici raccolti presso la stazione di Brescia Ghedi (elaborati nella forma di frequenze congiunte di classe di stabilità/velocità/direzione del vento). Il grigliato di ricettori rispetto al quale sono state calcolate le concentrazioni è un quadrato e costituito da 20 x 20 maglie, ciascuna di 100 m di lato (estensione complessiva 2 km x 2 km).

Si evidenzia che i valori di seguito indicati fanno riferimento all'ipotesi di attività che si protraggono nello stesso punto per l'intero anno. Tale ipotesi risulta ampiamente cautelativa se si tiene conto della velocità di spostamento del fronte avanzamento lavori (stimata in circa 450 m/mese). Ciò fa sì che le distanze tra sorgente e ricettore risultino solo per un breve periodo alla distanza minima. Conseguentemente le concentrazioni ottenute dal modello risultano superiori al dato atteso in relazione alla frazione di anno per la quale la variante risulta in costruzione in corrispondenza dei ricettori.

Tabella 4.2-25: Concentrazioni medie annue di PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Valore massimo nel dominio di calcolo al variare della distanza rispetto all'asse della variante
Ipotesi di attività costruttive con durata almeno annua

Distanza dall'asse della variante	Concentrazione stimata
m	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1000	4.1
900	4.8
800	5.8
700	7.2
600	9.0
500	11.5
400	15.4
300	23.6
200	37.4
100	80.3

ASSE VARIANTE

100	80.7
200	37.8
300	24.0
400	15.2
500	11.2
600	8.8
700	7.1
800	5.6
900	4.7
1000	4.0

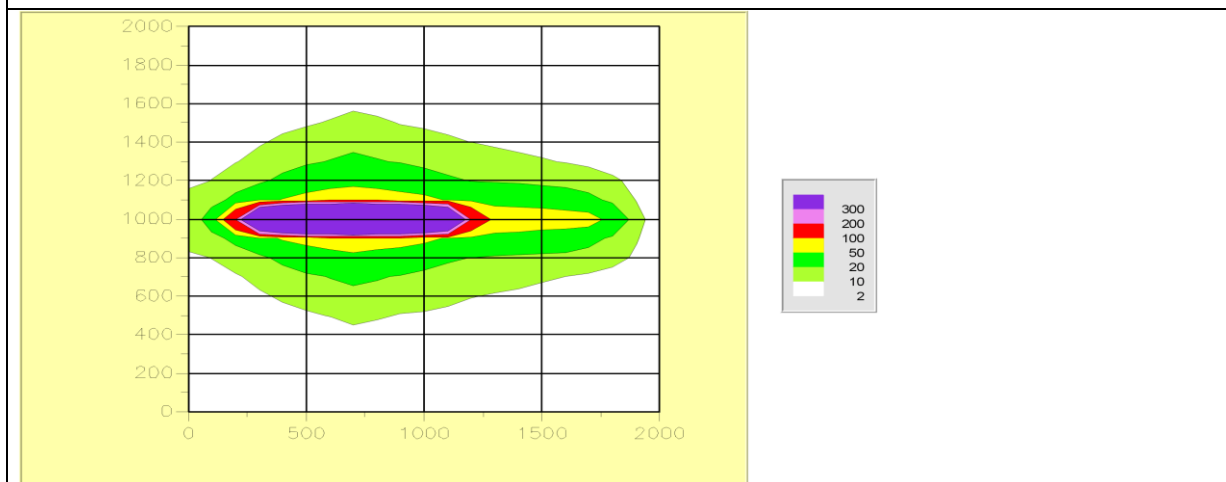
A 100 m di distanza le concentrazioni massime di PM10 sono dell'ordine di 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e decadono a valori di circa 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a partire già da distanze di 200m. Da 400 m in poi le concentrazioni si riducono a valori inferiori a 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le condizioni meteorologiche medie sono tali per cui gli andamenti di concentrazione massima sopra e sotto l'asse della variante sono circa simmetrici.

La figura seguente riporta i risultati delle concentrazioni al suolo sull'intero dominio di calcolo.

Figura 4.2-34: Mappa isoconcentrazione PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Concentrazione media annuale di PM10, riferimento stazione meteorologica di Brescia



Concentrazioni riferite alle 24 ore

Il calcolo dei livelli di concentrazione su base giornaliera richiede un diverso approccio modellistico ed un diverso set di dati meteorologici come di seguito illustrato.

Per quanto attiene lo strumento di calcolo, a questo fine è stato utilizzato il modello matematico ISC3 – Industrial Source Complex Short Term, sviluppato dall'Environmental Protection Agency (EPA) degli Stati Uniti. Tale modello, consigliato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISSN) del nostro Paese, è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/96 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione della dispersione di inquinanti in atmosfera che l'EPA considera adeguati nell'ambito delle procedure di analisi di impatto ambientale.

ISC3 è un modello gaussiano multisorgente che si basa su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera calcolata sotto particolari ipotesi semplificative quali condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

La forma della soluzione è di tipo gaussiano ed è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, somma dell'altezza del camino e del sovrizzo termico dei fumi, sia la dispersione laterale e verticale del pennacchio calcolata facendo uso di formulazioni che variano in funzione della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità di Pasquill-Turner.

In particolare la soluzione dell'equazione gaussiana ottenuta con il modello ISC3 tiene conto di un insieme rilevante di processi e fattori, tra i quali:

- emissioni da sorgenti puntuali, lineari, areali e volumetriche,
- deposizione secca e gravitazionale: è possibile simulare, oltre agli inquinanti aeriformi, anche la dispersione di Polveri e gas pesanti;
- classificazione e utilizzo dell'area in esame: è possibile optare tra coefficienti di dispersione urbana o rurale a seconda della destinazione d'uso dell'area;

- fenomeni di downwash: é possibile tenere conto degli effetti sul pennacchio in relazione alle turbolenze originate dalla presenza di edifici di altezza non trascurabile e posti in prossimità delle sorgenti considerate;
- fenomeni di plume rise: é possibile considerare la risalita del pennacchio come funzione della distanza dal punto o dalla zona di emissione;
- correzioni in presenza di orografia non piatta: é possibile calcolare le concentrazioni degli inquinanti anche per aree accidentate e non completamente piatte.

Il modello richiede in ingresso tutti i dati relativi alle emissioni oltre i parametri che tengono conto dei processi descritti sopra (ad esempio coefficienti di dispersione urbana o rurale, coordinate e altezze degli edifici responsabili del downwash, elevazione del terreno in prossimità delle sorgenti). ISC3 processa, sulla base dei parametri di input, i dati meteorologici orari forniti per la simulazione e restituisce come output le concentrazioni al suolo delle emissioni inquinanti nell'area di studio.

Dal punto di vista meteorologico, si sono elaborati i dati orari registrati nel periodo dicembre 2001 / novembre 2002, relativi alla stazione meteo di Ponti sul Mincio. Si segnala che per quanto attiene la determinazione delle classi di stabilità atmosferica, in assenza di specifiche elaborazioni congiunte ai dati suddetti, si sono utilizzate, per ogni coppia di dati relativi alla velocità e direzione del vento, la stessa distribuzione della stazione A.M. di Brescia (dati dal 1952 al 1991).

Sulla base dei dati sopra indicati, tenendo conto dei parametri di valutazione indicati dal Dlgs 155/10, si è proceduto al calcolo delle mappe di isoconcentrazione riferite al valore medio giornaliero raggiunto 35 volte all'anno (indicato dalla normativa in $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ all'anno 2005).

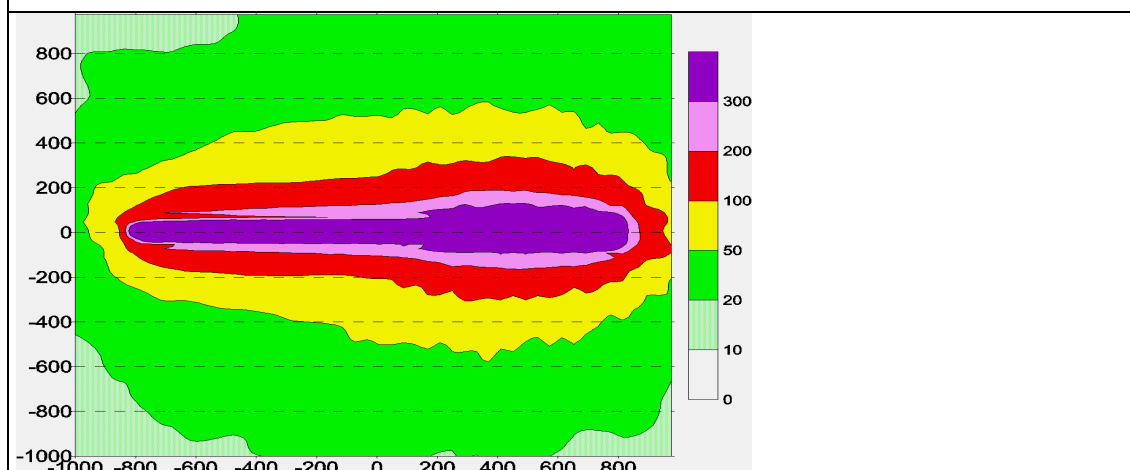
Anche in questo caso la simulazione è stata condotta ipotizzando cautelativamente che le attività costruttive non procedano via via lungo il tracciato, ma si mantengano in un determinato luogo per l'intero anno.

I risultati ottenuti sono illustrati nelle figure seguenti.

Sulla base delle simulazioni condotte si osserva che presso i ricettori più prossimi alla variante possono essere raggiunte le concentrazioni indicate dalla normativa relativamente al PM10 per effetto delle emissioni prodotte dalla realizzazione della stessa. In conseguenza di ciò si prevede l'adozione delle misure di mitigazione descritte nel paragrafo successivo in modo da non generare variazioni dello stato di qualità dell'aria significative.

Figura 4.2-35: Mappa isoconcentrazione PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

**Concentrazione media sulle 24 ore superata non più di 35 volte per anno
Riferimento stazione meteorologica di Ponti sul Mincio**



Per quanto riguarda il calcolo delle concentrazioni di particolato derivanti dal flusso di mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, ai fini dei confronti normativi, in particolare quello più critico nell'area in esame, relativo al valore di concentrazione limite giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 35 giorni all'anno, si è utilizzato un set di dati meteorologico "screening" elaborato dall'E.P.A., che copre le principali situazioni meteorologiche possibili, assegnando ad ogni classe di stabilità valori appropriati di intensità del vento e coprendo tutte le 16 direzioni di provenienza del vento.

In questo modo, anche in presenza di tratti stradali a diversa orientazione spaziale, è stato possibile valutare la concentrazione media giornaliera più elevata che si può ottenere alle varie distanze dalla strada con tutte le diverse condizioni meteorologiche, ai fini di un confronto con il limite di superamento della concentrazione media sulle 24 ore.

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate in presenza di strade asfaltate e non asfaltate.

Tabella 4.2-26: Massime concentrazioni medie sulle 24 ore previste lungo i tratti di strada non pavimentate [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Valore massimo nel dominio di calcolo al variare della distanza rispetto all'asse della pista

Distanza dall'asse della pista	Massima concentrazione media sulle 24 ore - strade non asfaltate pubbliche [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
m	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
25	82,14
50	46,32
75	33,24
100	26,35
150	19,03
200	14,30
250	12,00
300	10,40
350	9,22
400	8,30
450	7,40
500	6,81



Tabella 4.2-27: Massime concentrazioni medie sulle 24 ore previste lungo i tratti di strada pavimentate [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Valore massimo nel dominio di calcolo al variare della distanza rispetto all'asse della variante

Distanza dall'asse della pista	Massima concentrazione media sulle 24 ore - strade asfaltate [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
m	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
25	15,70
50	8,85
75	6,35
100	5,04
150	3,64
200	2,73
250	2,29
300	1,99
350	1,76
400	1,59
450	1,41
500	1,30

Come mostrato nella Carta di sintesi della Cantierizzazione la viabilità esistente utilizzata come accesso al fronte di avanzamento lavori e connessione con il cantiere operativo, peraltro di lunghezza limitata, è costituita interamente da strade pavimentate.

Pertanto, in base a quanto riportato nella tabella precedente, le concentrazioni di particolato si mantengono inferiori al limite normativo anche in corrispondenza dei ricettori situati in posizione più prossima alla viabilità utilizzata come viabilità di cantiere.

Si sottolinea peraltro che le simulazioni effettuate hanno cautelativamente considerato il perdurare delle situazioni meteorologiche per 24 ore consecutive: le concentrazioni stimate alle varie distanze dall'asse della strada sono quindi quelle massime nel caso di mantenimento della situazione meteorologica più sfavorevole per tutte le 24 ore della giornata, per ogni punto del reticolo di calcolo.



4.2.6 Interventi di mitigazione

Dato lo scenario di previsto miglioramento relativamente alla fase di esercizio, gli interventi di mitigazione degli impatti sono incentrati sulla fase di costruzione.

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni modellistiche, si osserva che le attività costruttive sul fronte avanzamento lavori possono determinare, nelle aree ad esse più prossime, il raggiungimento delle concentrazioni limite indicate dalla normativa per quanto attiene il PM10.

Pur tenendo conto del carattere temporaneo delle emissioni e delle assunzioni cautelative adottate nelle simulazioni modellistiche, è prevista l'adozione di un insieme di misure finalizzate al contenimento dei valori di concentrazione. In tal senso, i possibili interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti in:

- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nelle aree di attività e dai motori dei mezzi di cantiere,
- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevarimento di polveri.

Con riferimento al primo punto, gli autocarri ed i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente. A tal fine, allo scopo di ridurre il valore delle emissioni inquinanti, potrà ipotizzarsi l'uso di motori a ridotto volume di emissioni inquinanti (ecologici) ed una puntuale ed accorta manutenzione.

Per ciò che riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere potranno essere adottate alcune cautele atte a ridurre tale fenomeno. In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi si potrà prevedere una bagnatura periodica della superficie di cantiere. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato. Un programma effettivo di innaffiamento (2 volte al giorno sull'area completa) si è stimato ridurre le emissioni di polvere al 50%. L'intervento di bagnatura verrà, comunque effettuato tutte le volte che si verifica l'esigenza, soprattutto in periodo estivo.

Per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si prevede l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente in un'apposita platea di lavaggio.

Gli impianti di betonaggio e di produzione dei fanghi saranno dotati di tutti i sistemi destinati al controllo delle polveri e delle emissioni in atmosfera. Per ciò che riguarda gli inerti utilizzati nella centrale di betonaggio si ricorda che essi sono umidi in quanto provengono dalla lavatura e pertanto non producono polveri. Il cemento verrà stoccato in appositi silos al fine di evitare la dispersione nell'ambiente delle polveri.

Si ricorda peraltro che le fasi di scavo interessano terreni con percentuale di acqua tale da determinare un sostanziale abbattimento delle polveri sia in fase di scavo, sia in fase di trasporto. Analogamente si evidenzia che per la compattazione degli strati del rilevato si fa ricorso di abbondante bagnatura con conseguente riduzione delle emissioni.

Per ciò che riguarda la viabilità al contorno dell'area di cantiere, si provvederà a mantenere puliti i tratti viari interessati dal passaggio dei mezzi. A tale fine agli ingressi del cantiere viene prevista l'installazione di cunette pulisci-ruote.



4.3 Ambiente idrico

4.3.1 Analisi dello stato attuale

Idrografia superficiale

I corsi d'acqua della Pianura Lombarda, in generale, presentano il classico andamento N-S tipico per questi settori della pianura padana e date le caratteristiche morfologiche del territorio, i corpi fluviali sono alimentati in gran parte dallo scioglimento delle nevi e mostrano un picco stagionale di deflusso nel corso dell'estate.

Sono numerose, inoltre, seriole e vasi, ovvero corsi d'acqua minori, derivanti da quelli principali, che spesso hanno conservato il loro aspetto meandriforme, e costituiscono una fitta rete idrografica oggi sfruttata per uso irriguo.

L'opera in progetto non interferisce con il reticolato idrografico principale; si rileva esclusivamente l'intersezione con il Torrente Garza alla progressiva 1+530 ca.

Risultano interessati inoltre una serie di modesti fossi irrigui che, data la presenza del rilevato della strada, verranno intercettati con la costruzione di tombature scatoleari in c.a. opportunamente dimensionate.

Con riferimento alla qualità delle acque, utilizzando i dati prodotti dallo Studio di pre-fattibilità ambientale Italferr (2002) della linea A.C./A.V. Milano-Verona, di cui la Brescia-Verona è una parte, si evince che il torrente Garza riceve gli scarichi della città di Brescia e della zona agricola che si estende fino alla città di Ghedi.

Il torrente Garza viene costantemente monitorato (monitoraggio operativo) da ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia in località Bovezzo e Castenedolo. Il monitoraggio operativo è realizzato per:

- stabilire lo stato dei corpi idrici identificati "a rischio" di non soddisfare gli obiettivi ambientali;
- valutare qualsiasi variazione dello stato di tali corpi idrici risultante dai programmi di misure;
- classificare i corpi idrici.

Il ciclo del monitoraggio operativo è triennale.

I parametri monitorati ed i relativi valori sono di seguito esposti (*Fonte: "Stato delle acque superficiali della provincia di Brescia"- rapporto annuale 2012- ARPA Lombardia Dipartimento di Brescia - Settembre 2013*).

Elementi di qualità considerati per il monitoraggio operativo dei fiumi della provincia di Brescia.

Elemento di qualità		N. corpi idrici	Frequenza
EQB	Macroinvertebrati	6	Almeno per un anno nel triennio 2009-2011
	Diatomee	4	
	Macrofite	0	
	Fauna ittica	0	
Chimico-fisici a sostegno		8	Trimestrale per ciascun anno del triennio 2009-2011
Chimici a sostegno		3	Trimestrale per ciascun anno del triennio 2009-2011
Chimici (sostanze prioritarie)		8	Mensile o trimestrale per ciascun anno del triennio 2009-2011



Stato dei corsi d'acqua nel bacino del fiume Mella nel triennio 2009-2011

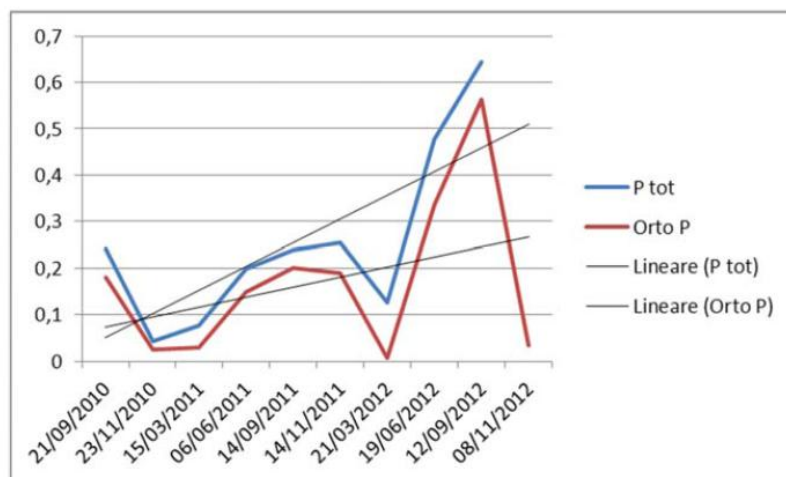
Corso d'acqua	Località	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO	
		Classe	Elemento che determina la classificazione	Classe	Sostanze che determinano la classificazione
Garza	Bovezzo	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA	BUONO	-
	Castenedolo	SUFFICIENTE	Diatomee, LIMeco, AMPA, glifosate	NON BUONO	Nichel

Stato dei corsi d'acqua nel bacino Fiume Mella 2012

Corso d'acqua	Località	Elementi di qualità biologica				Elementi generali chimico-fisici a sostegno	STATO CHIMICO
		macroinv.	diatomee	macrofite	pesci	LIMeco	
		Classe					
Garza	Bovezzo	-	-	-	-	SCARSO	BUONO
	Castenedolo	-	SUFFICIENTE	-	-	SCARSO	BUONO

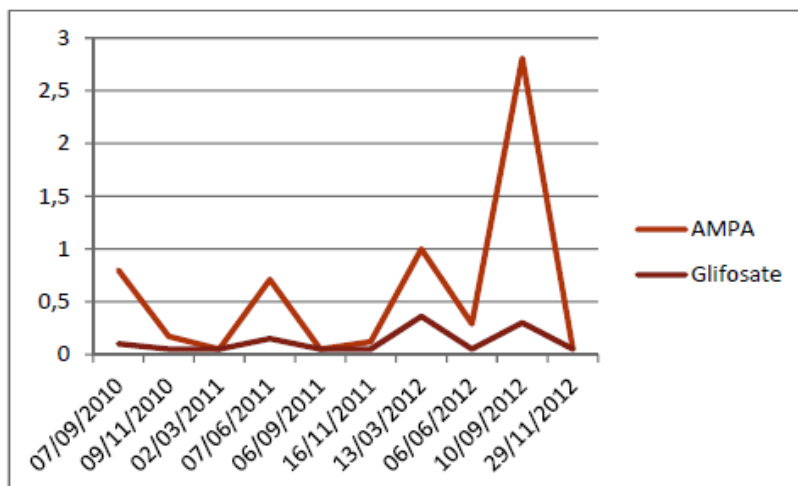
Fosforo totale ed ortofosfato nel torrente Garza a Bovezzo

Si osservano andamenti caratterizzati da forti oscillazioni, pur con un trend decisamente in aumento per entrambi i parametri (concentrazioni espresse in mg/l).



AMPA e Glifosate nel torrente Garza a Castenedolo

I pesticidi AMPA e Glifosate si ritrovano in numerosi corpi idrici, da Bovegno a Pralboino, da Castenedolo a Rovato. Si riportano due esempi di supero dello standard di qualità dell'acqua, fissato per entrambi a 0,1 µg/l. Le concentrazioni medie rilevate nel 2012 sono risultate pari ad 1,0 µg/l per l'AMPA e a 0,18 µg/l per il Glifosate (statistica calcolata con il criterio medium-bound).



Inquadramento idrogeologico generale

L'intero territorio della Pianura Lombarda presenta caratteristiche idrogeologiche piuttosto omogenee. I materiali affioranti con continuità sono costituiti dai depositi di origine fluvioglaciale Pleistocenici che, con spessori elevati, si impostano sul substrato roccioso pre-Pliocenico. La granulometria di questi depositi tende a diminuire con la profondità determinando, di conseguenza, una netta riduzione nella permeabilità degli acquiferi più profondi.

Sintetizzando e descrivendo sommariamente i complessi dal basso verso l'alto, si evidenzia, alla base, un substrato roccioso costituito dalle rocce appartenenti alla catena alpina, deformate durante la formazione della stessa e con una debole vergenza verso sud. Ad esso si sovrappongono argille marine fossilifere. In contatto erosionale con le argille, sono presenti grossi banchi di conglomerati poligenici che gradualmente passano, verso sud, a ghiaie e sabbie più o meno limose. Spostandoci in superficie, al di sopra dei conglomerati, si estendono con spessori variabili, i depositi di origine alluvionale costituiti da ghiaie grossolane in matrice sabbioso-limosa.

Questo quadro semplificato della situazione idrogeologica viene completato dalla presenza di apparati morenici nell'alta pianura, allo sbocco con le valli alpine, che sono stati smantellati durante le fasi interglaciali e che in parte rappresentano ancora l'alta pianura, maggiormente differenziata morfologicamente, spesso terrazzata e ricoperta da una consistente superficie di alterazione e in alcuni casi da un livello di sabbie eoliche fini.



La definizione in modo chiaro ed univoco dell'andamento del flusso idrico attivo in questi settori, in relazione a quanto descritto, risulta pertanto problematico. Nel dettaglio della Pianura Lombarda, i sedimenti fluvioglaciali pleistocenici possono essere divisi in cinque complessi principali (Avanzini et al., 1995) che ora andremo a descrivere:

Unità ghiaioso sabbiosa (Pleistocene superiore), costituita da depositi sciolti a ghiaie e sabbie dominanti. La conducibilità idraulica di questi orizzonti, che possono raggiungere una potenza di 15-20 metri, è molto elevata ($10^{-4} < K < 10^{-1}$ m/s).

Unità ghiaioso sabbioso limosa (Pleistocene medio), costituita da limi, limi argillosi e, localmente, ghiaie. La conducibilità idraulica di questi orizzonti, che presentano uno spessore massimo di 20-30 metri, si distribuisce su classi medio-basse ($k < 10^{-5}$ m/s).

Unità a conglomerati e arenarie basali (Pleistocene inferiore), costituita da ghiaie poligeniche con grado di cementazione variabile, con subordinate intercalazioni di sabbie e limi argillosi. Lo spessore di questa Unità può raggiungere i 50 metri di potenza; la conducibilità idraulica è invece fortemente controllata dal grado di cementazione e di fratturazione che caratterizza i diversi orizzonti, variando da valori molto elevati ($10^{-1} - 10^{-3}$ m/s), in corrispondenza dei livelli grossolani sciolti, a valori ridotti ($10^{-6} - 10^{-7}$ m/s), in corrispondenza dei livelli maggiormente cementati o delle intercalazioni a granulometria fine.

Unità sabbioso argillosa (Pleistocene inferiore), costituita da un'alternanza caotica di livelli grossolani, a sabbie e ghiaie, e livelli fini, ad argille dominanti. Le caratteristiche idrogeologiche di questi orizzonti sono fortemente controllate dalla distribuzione spaziale dei livelli a granulometria e, di conseguenza, a conducibilità idraulica diversa. Si passa da orizzonti più permeabili ($10^{-6} < K < 10^{-4}$ m/s) a orizzonti a permeabilità ridotta ($K < 10^{-8}$ m/s).

Unità argillosa (Calabriano), costituita da limi argillosi di origine marina questa unità, di conducibilità idraulica del tutto ridotta ($K < 10^{-9}$ m/s), rappresenta il substrato impermeabile della successione pleistocenica, collocabile ad una profondità di 100-130 metri.

Le unità idrogeologiche descritte sono sede di importanti acquiferi, abbondantemente sfruttati ad uso idropotabile, industriale ed irriguo, e le caratteristiche idrologiche di ognuno di questi risultano controllate dalle caratteristiche proprie di ogni unità.

L'analisi della struttura idrogeologica ha permesso di individuare almeno tre distinti sistemi acquiferi:

- 1° Acquifero (falde libere),
- 2° Acquifero (falde semiconfinate),
- 3° Acquifero (falde confinate).

Lo schema che segue sintetizza molto chiaramente la correlazione esistente tra i caratteri geologico-stratigrafici delle diverse unità e quelli idrogeologici degli acquiferi che in queste sono ospitati.

Tabella 4.3-1: Distribuzione degli acquiferi nelle diverse Unità idrogeologiche (Avanzini et al., 1995, modificato).

Età	Unità Idrogeologiche	Acquifero	
Pleistocene sup.	Unità Ghiaioso-Sabbiosa	ACQUIFERO TRADIZIONALE (falde libere)	1° Acquifero (falde libere)
Pleistocene med.	Unità Ghiaioso-Sabbioso-Limosa		2° Acquifero (falde semiconfinate)
Pleistocene inf.	Unità a Conglomerati e Arenarie	ACQUIFERI PROFONDI (falde confinate)	3° Acquifero (falde confinate)
Pleistocene inf.	Unità Sabbioso-Argillosa		
Calabriano	Unità Argillosa		

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
81

La presenza di importanti paleovalvei, nonché dei corsi d'acqua principali, rappresenta un importante agente di controllo sulla circolazione idrica profonda, caratteristica della Pianura Lombarda, con assi di deflusso principale che si orientano N-S o NNW-SSE.

L'idrografia superficiale, con particolare riferimento ai corsi d'acqua principali (Serio, Oglio e Mella), svolge un'evidente azione drenante sugli acquiferi descritti, che presentano una soggiacenza media piuttosto elevata (30-40 metri) nelle porzioni più settentrionali della pianura, per diminuire sensibilmente spostandosi verso sud, fino ad annullarsi nella "fascia dei Fontanili".

La soggiacenza della falda è pertanto molto variabile.

La ricarica della falda superficiale è determinata in parte dall'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso gli orizzonti maggiormente permeabili, ed in parte dall'infiltrazione delle acque dei canali irrigui e dei corsi d'acqua naturali; questi ultimi possono configurarsi sia come elementi di ricarica che come elementi di drenaggio dell'acquifero.

Assetto idrogeologico di dettaglio

Come evidenziato nel capitolo precedente, l'acquifero principale risulta costituito da ghiaie e sabbie, appartenenti a depositi di origine fluvioglaciali legati al Bacino del Mella-Chiese,

Direzione di deflusso e soggiacenza della falda

In generale, il deflusso delle acque sotterranee è regolato dall'andamento delle strutture idrogeologiche principali, che presentano sviluppo lungo assi di direzione nord-sud; la soggiacenza della falda è mediamente piuttosto elevata (anche 40 m da p.c.) nell'alta pianura, ma diminuisce gradualmente procedendo verso sud, tanto che l'emergenza della falda in più punti della media pianura determina la formazione di sorgenti (fontanili).

La soggiacenza della falda nell'area dove è prevista la realizzazione del nuovo tracciato stradale risulta molto variabile.

Nella zona Sud-Ovest del tracciato si riscontrano infatti valori di soggiacenza medi pari a 7-8 m dal p.c., come dimostra la presenza di alcuni laghetti artificiali ubicati a Sud del tracciato.

Spostandosi verso la zona più a Nord-Est del tracciato, la soggiacenza media diminuisce presentando valori di circa 5-6 m dal p.c., per tornare infine ad aumentare, nella zona di Capodimonte, sino a 8 m dal p.c.

Nell'area a Nord del tracciato, si giunge all'emergenza spontanea della falda in più punti della media pianura, con formazione di fontanili e sorgenti naturali.

Tali emergenze sono presenti per lo più in corrispondenza di variazioni topografiche o di variazioni di permeabilità laterale, ed esercitano una costante azione di drenaggio delle acque delle falde più superficiali.

In prossimità della viabilità in progetto, si registra la presenza di un unico fontanile, posto a circa 200 m a Nord della tratta, ubicato a monte rispetto alla direzione di deflusso della falda.

Pozzi

Il censimento dei punti d'acqua (pozzi, sorgenti, fontanili) presenti nell'area di indagine si basa sulla documentazione idrogeologica disponibile, costituita dall'indagine idrogeologica del Progetto Definitivo della linea A.C./A.V. Milano-Verona (2004) e dai dati presenti nella documentazione geologica allegata al Progetto Esecutivo della linea A.C./A.V. Milano-Verona (1992).

La totalità dei pozzi censiti, sulla Carta idrogeologica, è stata pertanto divisa in base all'uso a cui sono adibiti (oltre che in base alla provenienza dell'informazione); sono così state istituite 3 classi:

- Pozzi ad uso pubblico
- Pozzi ad uso privato
- Pozzi ad uso sconosciuto

Per quanto riguarda le opere di captazione, nell'area oggetto dell'intervento di viabilità in esame non risultano direttamente coinvolti pozzi, sia essi ad uso pubblico o privato.

Nelle immediate vicinanze del rilevato in progetto si evidenzia la presenza di alcune opere di captazione; si registra, infatti la presenza di due pozzi ad uso sconosciuto.

Il primo (Pz0447) risulta situato a Sud della rotatoria prevista al km 2+117, in località Capodimonte, ad una distanza di circa 135 m dalla medesima; il pozzo risulta posto a valle del tracciato rispetto alla direzione media di flusso della falda freatica.

Il secondo pozzo (Pz0448) risulta situato a circa 465 m in direzione NE dalla rotatoria prevista al km 2+117, in località Ginevra; il pozzo risulta posto a monte del tracciato, con riferimento alla direzione media di flusso della falda freatica.

Inoltre si registra unicamente la presenza di 1 pozzo ad uso pubblico (Pz0475), posto però ad una distanza di circa 1 km a N-E del tracciato viabile e a monte rispetto alla direzione di deflusso della falda superficiale.



Fontanili

La soggiacenza della falda superficiale risulta modesta; solamente a nord della viabilità in progetto, ad una distanza di circa 200 m, si evidenzia la presenza di un'emergenza spontanea (fontanile F22). Tale fontanile è posto a monte della direzione di deflusso della falda superficiale.

4.3.2 Individuazione delle interferenze

Interferenze con il reticolato idrografico superficiale

L'opera in progetto non interferisce con il reticolato idrografico principale; si è già segnalata l'interferenza con il Torrente Garza, alla progr. 1+530 ca..

L'opera inoltre interseca la rete di modesti canali e colatori (irrigui e/o di drenaggio), che caratterizza l'intera area di pianura.

Interferenze relative alla fase di costruzione

Per quanto riguarda le potenziali interferenze relative alla fase di costruzione delle opere di attraversamento con i canali e le rogge presenti, si evidenzia esclusivamente un possibile peggioramento temporaneo delle caratteristiche di qualità delle acque, in corrispondenza degli attraversamenti, determinato da:

- realizzazione delle opere in alveo, con conseguente intorbidimento temporaneo delle acque superficiali;
- dispersione di calcestruzzo durante la fase di getto delle opere d'arte (in particolare, gli scatolari di attraversamento dei canali e rogge più significativi);
- spandimenti accidentali di idrocarburi e/o oli lubrificanti, connessi alla presenza di mezzi d'opera.

Per quanto concerne pertanto la matrice ambientale acque superficiali, valutate le caratteristiche di qualità precedenti alla realizzazione dell'opera, si può affermare che il grado di sensibilità della risorsa è di tipo medio-moderato, in considerazione delle caratteristiche qualitative dei corsi d'acqua locali, che risultano generalmente mediocri.

Il grado di impatto è pertanto considerabile medio-moderato, reversibile, in quanto legato esclusivamente alla fase di costruzione.

Interferenze relative alla fase di esercizio

Per quanto riguarda le potenziali interferenze relative alla fase di esercizio dell'infrastruttura in progetto, le problematiche in esame possono essere ricondotte unicamente a possibili interferenze con il regime idraulico, che però risultano ampiamente risolte in sede di analisi e scelte progettuali. Non viene preso in considerazione l'impatto determinato dalla ricaduta al suolo di inquinanti gassosi dovuta all'incremento di traffico veicolare, in quanto ritenuto non significativo.

Interferenze con il regime idrogeologico

Il quadro delle interferenze che l'opera in progetto è in grado di esercitare sulla componente ambientale considerata (acque sotterranee), può essere articolato in due distinte suddivisioni: impatti di tipo quantitativo ed impatti di tipo qualitativo.

Gli impatti di tipo quantitativo rappresentano l'interferenza diretta che l'opera, in determinate condizioni, può esercitare sul regime idrodinamico degli acquiferi, alterandone le condizioni originarie (soggiacenza o piezometria, direzione di deflusso, potenzialità) e quindi modificandone i rapporti con il contesto territoriale considerato. Date le caratteristiche progettuali del tracciato, che prevede esclusivamente la



realizzazione di rilevati, per l'intera tratta viabile in progetto, si escludono possibili interferenze di natura quantitativa sulla risorsa idrica sotterranea.

Gli impatti di tipo qualitativo sono costituiti dalle possibili alterazioni chimico-fisiche, che le opere possono indurre sull'assetto idrochimico attuale della componente acque sotterranee.

I livelli di impatto verranno quindi valutati sulla base dei differenti livelli di sensibilità che presentano i ricettori afferenti alla componente acque sotterranee, tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche del territorio, descritte nel dettaglio nei paragrafi precedenti, e delle interazioni certe o potenziali che si avranno tra la componente in esame e l'opera prevista.

L'analisi degli impatti in termini qualitativi, sulle risorse idriche sotterranee, è stata articolata analizzando le interferenze del tracciato con:

- l'assetto idrodinamico dei sistemi acquiferi intercettati dal tracciato;
- i punti di prelievo di acque sotterranee (pozzi)
- le risorgive naturali della falda (fontanili).

Interferenze con le acque sotterranee

Le aree della pianura Lombarda presentano un acquifero superficiale generalmente di buona potenzialità, continuo, ubicato nelle sequenze grossolane di origine fluvioglaciale o fluviale, in correlazione idraulica con il reticolato idrografico principale. Ad esso seguono altri orizzonti acquiferi, a grado di confinamento variabile (falde in pressione), che costituiscono la risorsa idrica fondamentale, estesamente sfruttata per l'approvvigionamento idropotabile. L'acquifero superficiale, a motivo delle sue mediocri caratteristiche qualitative, risulta sfruttato per uso prevalentemente irriguo o industriale, mediante numerosi pozzi.

Nel contesto delle aree in esame, la realizzazione delle opere connesse alla viabilità in progetto presenta un livello di impatto quantitativo che può essere considerato trascurabile. Le opere previste, che ricadono totalmente in aree di pianura, non prevedono infatti interferenze con l'assetto idrodinamico, in quanto la soggiacenza della falda nelle zone più superficiali risulta superiore a 5 m dal p.c..

Dal punto di vista qualitativo, la definizione del grado di impatto sulle risorse idriche sotterranee è costituito dal confronto fra le condizioni di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, la soggiacenza della falda, la condizione qualitativa attuale delle acque sotterranee e la tipologia delle opere in progetto.

Le opere ed il tipo di impatti possibili sul livello qualitativo delle acque sotterranee sono sintetizzati nella tabella seguente.

<i>Opera o attività</i>	<i>Tipo di impatto</i>
Movimentazione terra sul fronte di avanzamento; formazione dei rilevati	Dispersione accidentale di olii o carburanti sul suolo
Costruzione delle opere di attraversamento	Dispersione di olii o carburanti sul suolo Dispersione di cementi e miscele bentonitiche sul suolo
Posa del manto bituminoso	Dispersione accidentale di olii o carburanti sul suolo
Attività di cantiere	Dispersione accidentale di olii o carburanti sul suolo; dispersione di reflui

In presenza di condizioni di elevata vulnerabilità della falda (i materiali costituenti l'acquifero sono rappresentati essenzialmente da ghiaie e sabbie a permeabilità elevata), i fenomeni di dispersione di sostanze inquinanti possono raggiungere direttamente la tavola d'acqua, provocandone il peggioramento delle caratteristiche qualitative.

Si tratta peraltro di un tipo di impatto transitorio, legato alla fase realizzativa, che può provocare un incremento di alcuni parametri chimici caratteristici (significativamente, possono essere attesi incrementi

dei parametri Fe, Al, Ni, Pb, oltre alle concentrazioni di olii minerali ed, eventualmente, idrocarburi), destinato comunque a rientrare al termine della fase costruttiva.

Interferenze con i punti di prelievo delle acque sotterranee (pozzi)

Il quadro delle captazioni idriche sotterranee (pozzi), riportato nella cartografia allegata, non evidenzia pozzi ubicati in corrispondenza del tracciato in progetto che, pertanto, verrebbero obliterati dalla realizzazione dell'opera.

Nelle vicinanze dell'intervento in progetto si individua un'opera di prelievo delle acque sotterranee, il pozzo Pz0447, della tipologia "sconosciuto". Si segnala che tale pozzo, situato a Sud della rotatoria prevista al km 2+117, in località Capodimonte, ad una distanza di circa 135 m dalla medesima, risulta posto a valle del tracciato, rispetto alla direzione media di flusso della falda freatica e quindi ipoteticamente esposto a rischi di contaminazione, essenzialmente durante le fasi di costruzione. Il livello di impatto, in considerazione anche della posizione marginale, rispetto alla direzione di deflusso della falda, risulta medio-moderato.

Con riferimento ai pozzi potabili, si segnala unicamente la presenza di un'opera (Pz0475) posto però ad una distanza di circa 1 km a N-E rispetto al tracciato; con ogni probabilità, tale opera di captazione risulta interessare gli acquiferi profondi della Pianura Lombarda e pertanto, anche in considerazione della posizione rispetto al tracciato, gli impatti qualitativi in fase di costruzione vengono giudicati assenti, sia in fase di costruzione che di esercizio.

Interferenze con i fontanili

Nell'area in esame è stato censito un fontanile posto ad una distanza di circa 200 m dal tracciato, a monte rispetto alla direzione di deflusso media della falda. I fontanili ed il loro immediato intorno costituiscono generalmente situazioni di particolare sensibilità sia dal punto di vista idrico che, in senso più lato, ambientale.

In questo caso, essendo in presenza di materiali permeabili e mediamente scarsamente comprimibili, ed essendo il rilevato in progetto di modeste dimensioni, risulta del tutto improbabile il verificarsi di un'alterazione dell'equilibrio idraulico della risorgiva per eventuali innalzamenti anomali o rigurgiti verso monte. L'impatto quantitativo viene pertanto considerato nullo; analogamente si considera nullo l'impatto qualitativo, in considerazione della posizione a monte, con riferimento alla direzione di deflusso della falda, del fontanile in esame.

4.3.3 Interventi di mitigazione e di prevenzione

Acque superficiali

Come precedentemente esposto, l'interferenza tra l'opera in progetto ed il regime idraulico dei canali e dei fossi intercettati è stata superata in fase di progetto con l'adozione di opere opportunamente dimensionate.

Per quanto riguarda i possibili impatti sulla qualità delle acque, si prevedono interventi di mitigazione, volti a minimizzare le possibili interferenze con l'elemento.

In fase di costruzione, le misure di mitigazione previste riguarderanno:

- la realizzazione di opere di decantazione, necessarie a garantire la sedimentazione, per gravità, dei solidi sospesi in acqua. Tali vasche saranno realizzate in corrispondenza delle zone in cui verranno effettuati lavori in alveo e/o dov'è prevista la realizzazione di attraversamenti;
- la realizzazione di aree per lo stoccaggio di carburanti e di oli lubrificanti, nonché dei bitumi per la realizzazione del manto viabile, delimitate da bacini di contenimento impermeabilizzati;
- la disponibilità di panne assorbenti da utilizzare nel caso di rilascio accidentale di effluenti liquidi inquinanti.

Si evidenzia inoltre che le misure di seguito dettagliate, relative alla salvaguardia qualitativa delle risorse idriche sotterranee, risultano altresì destinate alla mitigazione degli impatti sulle caratteristiche qualitative



delle acque superficiali, in particolare per quanto riguarda la minimizzazione dei carichi inquinanti provenienti dallo smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale.

Idrogeologia

Interventi di mitigazione per la tutela quantitativa delle risorse idriche sotterranee

Come espresso nei paragrafi precedenti, gli impatti di tipo quantitativo sulla risorsa idrica sotterranea risultano assenti, in quanto le opere in progetto, in considerazione del livello della falda, non interferiranno in alcun modo sulla risorsa in esame.

Nel caso del fontanile ubicato a monte del tracciato viabile in progetto, ancorché siano esclusi fenomeni di impatto negativo sull'elemento, sarà necessario prevedere adeguate tombinature nel corpo del rilevato, per consentire lo smaltimento delle acque di risorgiva, evitandone il ristagno a monte del rilevato stradale.

Interventi di mitigazione degli impatti sulle caratteristiche qualitative delle risorse idriche sotterranee

Vengono infine descritti gli interventi che consentono di minimizzare gli impatti sulle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, provocati da eventuali episodi di inquinamento connessi alle fasi realizzative o di esercizio dell'opera e descritti in precedenza.

Le opere di mitigazione da prevedere, allo scopo di minimizzare, in fase costruttiva, l'impatto da possibili episodi inquinanti, riguardano ambiti specifici diversi ed in particolare:

- controllo delle attività di cantiere
- monitoraggio della risorsa

Controllo delle attività di cantiere

Poiché la falda superficiale presenta valori di soggiacenza che si aggirano tra 5 e 8 m, e le caratteristiche granulometriche dei materiali superficiali conferiscono un elevato valore del coefficiente di permeabilità, si ritengono possibili fenomeni diretti di contaminazione, tramite la percolazione degli inquinanti nel terreno. Particolare attenzione dovrà pertanto essere prestata nella corretta gestione delle acque di scolo provenienti dalle aree di cantiere, prevedendo la realizzazione di canalette impermeabilizzate o tubazioni, allo scopo di minimizzare i contatti delle acque ruscellanti sulle superfici con il livello di transito delle macchine operatrici.

Nel caso in esame, in considerazione della presenza di un pozzo ad uso sconosciuto situato a Sud della rotatoria prevista al km 2+117, ad una distanza dalla stessa di poco più di 130 m, le acque dovranno essere convogliate in apposite vasche di prima pioggia, allo scopo di abbattere l'eventuale presenza di carico inquinante, prima di conferirle ai recettori naturali presenti.

Tali opere dovranno essere dimensionate secondo criteri cautelativi previsti per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, ipotizzando precipitazioni con tempo di ritorno di 25 anni.

Si sottolinea peraltro che gli impatti descritti in precedenza sono relativi esclusivamente alla fase di costruzione, per cui l'eventuale alterazione qualitativa è riconducibile esclusivamente al periodo di costruzione.

Monitoraggio della risorsa

Data la probabilità che la falda possa essere interessata da fenomeni di inquinamento legati all'attività di cantiere, si ritiene opportuno prevedere, fra gli interventi di mitigazione, adeguati sistemi di monitoraggio delle risorse idriche sotterranee, al fine di mantenere un quadro di controllo qualitativo costante sulla risorsa utilizzata a fini potabili. Si sottolinea che, in generale, i pozzi ad uso potabile captano falde confinate, separate da quelle superficiali potenzialmente interessabili dal tracciato; in ogni caso, fenomeni di contaminazione delle falde profonde possono comunque verificarsi, laddove esistano pozzi non correttamente realizzati, che abbiano interrotto la continuità della separazione idraulica fra i vari acquiferi che, pertanto, possono venire a contatto, miscelando le acque lungo la colonna di produzione o l'intercapedine di tali pozzi.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
87

Dovrà pertanto essere prevista la realizzazione di alcune campagne di monitoraggio qualitativo della risorsa idrica sotterranea, da effettuarsi nei pozzi presenti nei dintorni ed eventualmente, nei sondaggi piezometrici eseguiti per la fase di progettazione dell'opera.



4.4 Suolo e sottosuolo

4.4.1 Analisi dello stato attuale

Inquadramento geologico regionale

Il settore di pianura Padana esteso da Milano fin oltre Brescia, è caratterizzato da una morfologia prevalentemente pianeggiante, corrispondente al cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura Padana (o terrazzo recente), la cui origine è dovuta all'aggradazione e alla sovrapposizione di imponenti conoidi fluvio-glaciali, ubicati in corrispondenza ai principali sbocchi vallivi, connessi alla dinamica morfogenetica dell'area, legata allo smantellamento di imponenti complessi glaciali ad opera dei più importanti corsi d'acqua.

Dal punto di vista litologico, tali apparati risultano costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie, a cui sono talora intercalati livelli limoso-argillosi, generalmente localizzati in corrispondenza di paleovalvei. Le alluvioni recenti dei corsi d'acqua che solcano l'unità morfologica della pianura presentano generalmente granulometria grossolana, sebbene siano talora osservabili episodi di più bassa energia.

I depositi quaternari sopra citati, nella letteratura geologica classica, sono stati suddivisi secondo la metodologia proposta da Penck & Bruckner (1909), che prevede per l'areale alpino quattro fasi glaciali principali (Gunz, Mindel, Riss e Würm) ed altrettante fasi interglaciali. Tale schema di classificazione è risultato parzialmente insufficiente per interpretare tutte le variazioni litostratigrafiche esistenti, nell'areale della Pianura Padana e la complessità dei rapporti stratigrafici fra i depositi glaciali su scala regionale. Pertanto, secondo quanto riportato nella recente bibliografia, le unità geologiche presenti sono state infine distinte con la nuova metodologia di rilevamento della Geologia del Quaternario, che utilizza i criteri dell'Allostratigrafia.

Le Unità Allostratigrafiche possono essere definite per distinguere depositi con uguale litologia, sovrapposti o contigui, ma separati da una discontinuità. Le caratteristiche interne (fisiche, chimiche e paleontologiche) possono variare sia lateralmente sia verticalmente e una superficie geomorfologica può essere utilizzata come limite.

Le Unità Allostratigrafiche sono in ordine gerarchico decrescente: l'Allogruppo, l'Alloformazione e l'Allomembro.

L'Allogruppo può essere costituito da una o più Alloformazioni e viene definito per indicare un'associazione di depositi appartenenti a più eventi sedimentari, ma non suddivisibili in unità di rango minore per carenza di adeguate informazioni.

L'Alloformazione è l'unità fondamentale della classificazione allostratigrafica e comprende i sedimenti appartenenti ad un determinato evento deposizionale. Un'Alloformazione può essere completamente o parzialmente suddivisa in Allomembri.

In particolare, l'area interessata dall'opera in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi glacigenici, la cui genesi è legata alla presenza di grandi ghiacciai alpini che dalle zone vallive si sono mossi verso la pianura dove hanno costruito gli anfiteatri morenici (ad esempio l'Arco Morenico Gardesano). Il materiale trasportato dai ghiacciai si è depositato secondo modalità diverse che hanno dato luogo, di conseguenza, a morfologie di tipo differente.

I sedimenti lasciati direttamente dalla massa di ghiaccio si trovano principalmente nei cordoni morenici, mentre i sedimenti presi in carico dalle acque di fusione degli scaricatori glaciali hanno formato le piane



fluvioglaciali, delimitate da terrazzi, o, in presenza di ostacoli al deflusso delle acque, le piane glaciali.

Relativamente al tratto di viabilità in progetto, che risulta interessare sostanzialmente un'area di pianura, sono presenti sedimenti fluviali e fluvioglaciali, costituiti generalmente da ghiaie, sabbie, limi e argille, organizzati in strutture lenticolari o in banchi con una pseudostratificazione.

I dati utilizzati per la stesura della presente relazione e della relativa cartografia tematica sono stati tratti dai seguenti elaborati:

- Elaborati geologici allegati al Progetto Esecutivo della linea A.C./A.V. Milano-Verona (1992);
- Elaborati geologici allegati al Progetto Esecutivo della linea A.C./A.V. Milano-Verona - presentato in Conferenza dei Servizi (2000);
- Relazione geologica allegata al nuovo Progetto Preliminare della linea A.C./A.V. Milano-Verona (2001);
- Studio di pre-fattibilità ambientale Italferr (2002);
- Relazione geologica allegata al Progetto Definitivo della linea A.C./A.V. Milano-Verona (2004).

Assetto geologico di dettaglio

La porzione di territorio interessata dal tratto di viabilità in esame, tra i comuni di Borgosatollo e di Castenedolo, risulta ascrivibile ai depositi di origine fluvio-glaciale genericamente attribuibili al Bacino del Fiume Mella-Chiese. Infatti, come è possibile osservare dalla carta geologica allegata, il tracciato in esame risulta interessare i depositi dell'unità del Bacino Mella-Chiese, con particolare riferimento all'Alloformazione di C.na Rodenga. Marginalmente alla cartografia citata, affiorano inoltre i depositi del Bacino del Gruppo del Mella.

Bacino Mella-Chiese

Alloformazione di Navate – Aspes (Na) – Pleistocene superiore

- Depositi fluvioglaciali (fg^W)

L'Alloformazione di Navate-Aspes coincide con il fluvioglaciale Würm del foglio 47 "Brescia" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

L'unità è caratterizzata da un profilo d'alterazione molto poco evoluto e di spessore limitato. I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie medio-grossolane a supporto di matrice sabbiosa debolmente limosa e, secondariamente, da sabbie medio-fini debolmente limose e da limi argillosi debolmente sabbiosi. I clasti sono eterometrici di dimensioni massime 10 cm, subarrotondati, poligenici. Nelle granulometrie più fini sono presenti talvolta clasti sparsi di dimensioni centimetriche.

L'area di affioramento interessa la zona di pianura ubicata tra gli alvei dei fiumi Mella e Vaso, con una quota media di circa 108 m s.l.m..

Alloformazione di C.na Rodenga (Ro) – Pleistocene medio/superiore

- Depositi fluvioglaciali (fg)

L'Alloformazione di C.na Rodenga coincide con il fluvioglaciale Riss II-Würm del foglio 47 "Brescia" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

L'unità è caratterizzata da un profilo d'alterazione evoluto di spessore ridotto.

I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie da grossolane a molto grossolane a supporto di abbondante matrice sabbiosa debolmente argillosa. I clasti sono eterometrici, con dimensioni variabili tra 1-2 cm e 20-25 cm, arrotondati e discoidali, poligenici dove prevalgono le litologie cristalline rispetto a quelle sedimentarie. E' presente una grossolana stratificazione suborizzontale, in cui localmente appaiono lenti e strati di sabbia, dovuta all'alternanza di strati a diversa granulometria. Localmente, alla sommità dei depositi fluvioglaciali è presente una copertura limosa di spessore sconosciuto (depositi di esondazione).



Gruppo del Mella

Ad Est della viabilità in progetto si rinvergono i depositi dell'Allogruppo del Mella che costituiscono l'ossatura dei rilievi di Capriano del Colle, Castenedolo e Ciliverghe. Tali rilievi sono ubicati nella piana tra i Fiumi Mella e Chiese e s'innalzano rispetto alla pianura circostante di circa 140 m s.l.m.. La loro genesi è legata, secondo alcuni autori, ad attività di neotettonica che ha portato alla formazione di strutture anticlinali sepolte.

Tali depositi non risultano direttamente interessati dal tracciato della viabilità in esame.

Allogruppo del Mella (Me) Pleistocene

L'Allogruppo del Mella coincide con il Mindel e con l'anaglaciale Mindel e l'interglaciale Mindel-Gunz del foglio 47 "Brescia" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

E' possibile distinguere le seguenti unità litostratigrafiche:

Unità di Capriano del Colle (MeCC) - Pleistocene superiore

- Depositi fluvioglaciali (fg^M).

L'unità è caratterizzata da un profilo di alterazione medio-alto con un suolo di spessore massimo intorno ai 4 m.

I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie medio-grossolane con clasti poligenici, da arrotondati a subarrotondati. I clasti alterati sono arenizzati se di natura cristallina o argillificati se di natura carbonatica.

Conglomerati di Ciliverghe (MeCL) – Pleistocene inferiore

- Depositi fluvioglaciali (fg^{MG})

L'unità è rappresentata da conglomerati a supporto di clasti con matrice sabbiosa e da lenti di sabbia. E' presente una stratificazione pianoparallela inclinata di circa 7° verso NNO a causa di movimenti neotettonici legati alla presenza di strutture anticlinali profonde aventi direzione Est-Ovest. Si possono distinguere due diverse tipologie di deposito: un conglomerato scarsamente cementato con clasti di natura prevalentemente cristallina e di dimensioni maggiori e un conglomerato fortemente cementato con clasti di natura carbonatica e di dimensioni minori. La scarsa cementazione del primo tipo di conglomerato è imputabile a fenomeni di forte alterazione del cemento calcareo.

Inquadramento geomorfologico generale

La Pianura Lombarda entro la quale si sviluppa l'intervento di viabilità in esame si estende indicativamente dalla sponda sinistra del Fiume Adda, fino alla destra idrografica del Fiume Chiese, ed è interessata dai bacini dei maggiori fiumi ed interrotta da isolati rilievi.

Tale settore è caratterizzato da una morfologia prevalentemente pianeggiante, corrispondente al cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura Padana (o terrazzo recente), la cui origine è dovuta all'aggradazione e alla sovrapposizione di imponenti conoidi fluvioglaciali in corrispondenza dei principali sbocchi vallivi, determinata dalla dinamica genetica dell'area legata ad imponenti complessi glaciali ed importanti corsi d'acqua.

Altri aspetti geomorfologici rilevanti di quest'area sono rappresentati da un notevole sviluppo del suolo: il Livello Fondamentale della Pianura è costituito da depositi la cui natura ed età sono molto variabili (prevalentemente attribuibili al Pleistocene Superiore-Olocene) e in quest'ambiente la pedogenesi ha potuto agire in tempi lunghi, con la lisciviazione delle basi dagli orizzonti superficiali e la formazione del tipico accumulo di argilla. Inoltre, oltre al suolo precedentemente descritto, si evidenzia la presenza di terrazzi alluvionali legati ai corsi dei principali corsi d'acqua associati a meandri abbandonati e



paleoalvei, uniti da una fitta rete di corsi d'acqua minori, quali rogge, seriole e vasi, utilizzati per scopi irrigui.

Ultimo aspetto caratterizzante della pianura Lombarda è la presenza di rilievi isolati, allineati tra loro e con disposizione ad arco, testimonianza di avanzata glaciale e probabilmente associati a faglie sepolte.

Assetto geomorfologico di dettaglio

Come precedentemente esposto, l'area in esame risulta totalmente pianeggiante e priva di evidenze morfologiche rilevanti.

Il tratto di pianura, grossomodo compresa tra i due principali fiumi (Mella e Chiese), è interessata da alcuni paleoalvei, di limitata evidenza morfologica e ai quali, dai dati storici, non è connessa nessuna area esondabile. Anche dal punto di vista topografico, non si osservano bruschi salti di quota connessi alla presenza di terrazzi di origine fluviale, ad eccezione della porzione più orientale del tratto di pianura considerato, dove si riscontrano alcuni terrazzi legati all'evoluzione morfodinamica del Fiume Chiese.

Nella Carta Geologica-geomorfologica sono stati inoltre riportati i paleoalvei, ovvero le tracce di corsi fluviali estinti, meglio riconoscibili in sezione o in foto aerea, in quanto spesso, sul terreno, non presentano chiare evidenze morfologiche.

4.4.2 Individuazione delle interferenze

Interferenze con aspetti geolitologici e geotecnici

Tra le azioni di progetto per la realizzazione della viabilità in esame potenzialmente interferenti con la componente suolo è stata individuata unicamente la tipologia di opera in rilevato, potenzialmente interferente con terreni a scadenti caratteristiche geotecniche e quindi a sensibilità elevata o molto elevata.

A livello generale, per quanto riguarda i rilevati si è infatti considerato che un'interferenza possibile consista nei fenomeni di consolidazione indotti, su terreni di fondazione compressibili, dal carico del rilevato stesso; in situazioni particolarmente sfavorevoli, un fenomeno come quello descritto potrebbe indurre, seppure a distanze limitate dal rilevato, deformazioni dei terreni di fondazione e quindi interferire con l'assetto statico di edifici e di infrastrutture che insistono su di essi.

Si evidenzia peraltro che, nel caso in esame, le altezze dei rilevati sono estremamente modeste, per cui i carichi trasmessi risultano minimi.

Per la definizione e la caratterizzazione della casistica particolareggiata delle interferenze valutati, si sono distinte le problematiche potenziali relative alle fasi di costruzione e di esercizio.

Interferenze relative alla fase di costruzione

I terreni interessati dalla Variante in progetto sono caratterizzati costantemente da buone caratteristiche geomeccaniche, per cui, con riferimento a quanto sopra accennato, le potenziali interferenze sugli aspetti geolitologici e geotecnici, in fase di costruzione della tratta viabile, risultano assenti.

Interferenze relative alla fase di esercizio

Per quanto riguarda le potenziali interferenze relative alla fase di esercizio dell'infrastruttura in progetto, sono stati analizzati i possibili fenomeni di cedimento dei terreni di fondazione, dovuti alla riattivazione di fenomeni di consolidazione indotti dal carico dei rilevati, in caso di presenza di terreni scadenti dal punto di vista geotecnico.

Sulla base di quanto descritto, si evidenzia come i rilevati in esame insistano su terreni a buone caratteristiche geotecniche, in cui i modesti cedimenti stimabili risultano esclusivamente di tipo

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
92

immediato e, pertanto, avverranno in gran parte in fase di costruzione. Non sono prevedibili cedimenti secondari di entità significativa, per cui non si configurano particolari situazioni di attenzione.

4.4.3 Interventi di mitigazione e prevenzione

Interferenze con gli aspetti geolitologici e geotecnici

Relativamente all'aspetto in esame non si identifica la necessità di specifici interventi di mitigazione, in quanto, come già precisato, le uniche interferenze rilevanti possono essere individuate nei possibili fenomeni di compattazione e conseguente cedimento, legati ai materiali di fondazione del rilevato, che nell'area in esame presentano buone caratteristiche di compressibilità. Gli interventi previsti in fase progettuale, sia di tipo provvisoria per la fase di realizzazione, che definitivi per la fase di esercizio, sono tali da garantire la stabilità dell'infrastruttura in progetto.

Nel caso di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, saranno messe in atto specifiche procedure di pronto intervento, da definirsi nelle successive fasi progettuali, ed opere di bonifica, secondo i criteri e le modalità previste dalle normative in merito vigenti.



4.5 Vegetazione, flora e fauna – Ecosistemi

4.5.1 Premessa

Nel presente capitolo vengono analizzate le componenti *Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi*, unitamente ad un'analisi generale degli usi del suolo dell'ambito di studio analizzato, al fine di determinare e valutare i potenziali impatti, a loro carico, indotti dalla realizzazione dell'opera in oggetto e, conseguentemente, individuare le misure di mitigazione e compensazione.

L'ambito di studio, che ricade nel territorio dei comuni di Castenedolo, Ghedi, Borgosatollo e Montirone, è stato esteso a una fascia di 500 m per lato rispetto all'asse viario in progetto per una superficie complessiva di circa 277 ha.

La procedura di analisi e valutazione si è svolta secondo le seguenti fasi:

- analisi dello stato attuale delle componenti ambientali, sia a livello di area vasta per un inquadramento generale delle problematiche ambientali, sia a livello di area di influenza potenziale (fascia della larghezza di m 500 per lato rispetto all'asse della strada in progetto) per una caratterizzazione puntuale delle emergenze vegetazionali, faunistiche ed ecosistemiche.
- determinazione della qualità (valore naturalistico) delle componenti, in termini di pregio e di sensibilità;
- individuazione e valutazione degli impatti potenziali (modificazione dello stato di qualità della componente) indotti, in fase di costruzione e di esercizio, dalle opere di prevista realizzazione;
- individuazione delle situazioni in cui gli impatti previsti impongono l'adozione di interventi di mitigazione, tali da ricondurre lo stato di qualità futura della componente entro la soglia di accettabilità, o comunque li suggeriscono, al fine di attenuare l'impatto e mantenere più elevata la qualità post-opera della componente.

4.5.2 Usi del suolo

Nel presente paragrafo si provvederà ad effettuare un'inquadramento degli usi del suolo presenti all'interno dell'ambito territoriale analizzato, al fine di poter offrire un'analisi precisa delle caratteristiche del territorio interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto.

L'area di analisi comprende una fascia di circa 2,5 km di lunghezza per una larghezza media di circa 1 km (per una superficie complessiva di circa 277 ha), che va dalla Strada Provinciale 23 a sud dell'abitato di Borgosatollo, sino alla Strada Provinciale 77 nei pressi dell'abitato di Capodimonte. L'ambito di studio considerato ha un andamento ovest – est e comprende al suo interno 2 assi viari principali rappresentati dalla SP 23 e dalla SP 77 cui si associa una fitta rete di viabilità interpodereale. Il centro abitato principale è costituito da Capodimonte a cui si associa un discreto numero di edifici isolati di carattere agricolo residenziale.

All'interno di suddetta area sono state identificate le seguenti categorie di usi del suolo:

- Aree urbanizzate residenziali (comprendenti anche le aree edificate non ad uso industriale);
- Aree urbane industriali;
- Seminativi;
- Boscaglie miste di caducifoglie;
- Filari arborei;
- Attività estrattive;
- Fiumi e laghi;

Per la rappresentazione cartografica delle categorie sopraesposte si rimanda alla Carta dell'uso del suolo e ambiente naturale (IN0500DE2N4SA000A0541 Scala 1:10000).

L'area analizzata si caratterizza, come esplicitato nella tabella seguente, per la presenza dominante di aree a seminativo all'interno delle quali si inseriscono edifici agricolo-residenziali isolati, aree industriali, rogge e canali e filari arborei che spesso si sviluppano lungo il corso del suddetto reticolo idrografico minore.

Categorie di uso del suolo	Superficie (Ha)	%
Aree urbane residenziali	41.5	15.0
Aree urbane industriali	10.2	3.7
Seminativi	209.1	75.3
Boscaglie miste di caducifoglie	0.5	0.2
Filari arborei	7.8	2.8
Cave e discariche	3.2	1.2
Specchi d'acqua	5.3	1.9
TOTALE	277.6	100

Dai dati riportati risulta evidente come i seminativi, con circa il 75% delle aree occupate costituiscono la categoria di uso del suolo assolutamente dominante, seguita dalle aree urbane residenziali e industriali. Gli elementi naturalistici, intesi come *Boscaglie miste di caducifoglie* (0.2 % del totale) occupano una superficie assolutamente minoritaria, mentre lo sviluppo dei filari, benché ridotto in termini di superficie relativa assume un rilievo di discreta importanza.

Le aree urbane residenziali sono costituite da edifici isolati e dal nucleo urbano di Capodimonte, mentre le aree industriali si concentrano nelle zone marginali dell'area di intervento. A ovest della Cascina Ferro si segnala la presenza di uno specchio d'acqua derivante da attività estrattiva.

Al fine di valutare effettivamente le superfici interessate dalla realizzazione dell'opera, si è provveduto, sulla base delle caratteristiche progettuali dell'infrastruttura, a quantificarle in termini di superficie, distinguendole secondo i differenti usi del suolo. Dall'analisi effettuata è emerso che la realizzazione della nuova infrastruttura comporterà una sottrazione di suolo pari a 5.3 ha. Di questa superficie, 4.6 ha sono costituiti da seminativi, 0,5 ha da filari e 0.3 ha da superfici attualmente impermeabilizzate come le strade esistenti.

4.5.3 Vegetazione e flora

Riferimenti metodologici

Il metodo di indagine adottato, si basa sull'integrazione di osservazioni e rilevamenti diretti, effettuati nell'area in esame e in zone limitrofe, con indagini documentali relative all'area stessa. Si tratta quindi di un approccio metodologico in grado di evidenziare le peculiarità e le emergenze naturali, in un quadro di riferimento ambientale più complesso.

Gli aspetti floristici e vegetazionali sono stati analizzati ed evidenziati in funzione di una visione complessiva dell'ambiente, successivamente indagato come ecosistema, cioè come insieme articolato e dinamico di relazioni tra componenti naturali. Di questi aspetti sono stati posti in luce quelli significativi dal punto di vista naturalistico.

Date le caratteristiche generali del territorio in questione, in cui prevalgono nettamente le colture agrarie rispetto alla vegetazione e alla flora spontanea, quale conseguenza dello sviluppo della moderna agricoltura ed ai secolari interventi di sistemazione del territorio, le aree sono state caratterizzate in base all'uso reale del suolo e alla presenza di specie "spontanee". In altri termini, la loro identificazione è funzione della tipologia colturale e, dove ciò ha significato ed è possibile, della presenza di elementi floristico-vegetazionali scientificamente interessanti.



Nell'ambito del presente lavoro è stata redatta una carta tematica della vegetazione: “*Carta dell'uso del suolo e ambiente naturale* (IN0500DE2N4SA000A0541 Scala 1:10000), successivamente utilizzata come strumento di lettura della distribuzione della componente nel territorio.

Lineamenti fisiografici e vegetazionali dell'area vasta

Il territorio attraversato dall'opera in oggetto si sviluppa prevalentemente all'interno del sistema della bassa pianura.

Dal punto di vista climatico si segnala un clima di tipo temperato-subcontinentale, con inverni rigidi ed estati calde, ed il regime pluviometrico è quello sub-litoraneo padano con due massimi nella tarda primavera ed in autunno, con il minimo assoluto d'estate in concomitanza con il massimo delle temperature. Le precipitazioni medie annue si attestano attorno agli 800 mm/anno.

Il tratto di pianura, interessata dal passaggio della strada, si distingue per una elevata omogeneità territoriale, in cui l'attività agricola, rappresentata prevalentemente da coltivazioni di mais, costituisce l'elemento caratterizzante il territorio. Risultano molto carenti gli elementi di vegetazione naturale o naturaliforme (specialmente arborea-arbustiva), fatta eccezione per la presenza di sporadici filari lungo la rete idrografica minore e piccole aree di vegetazione di boscaglie miste di caducifoglie.

Vegetazione potenziale

Per vegetazione potenziale si intende la vegetazione che naturalmente tenderebbe a formarsi in un determinato luogo, indipendentemente dal disturbo passato e da eventuali processi di degradazione subiti, qualora cessasse ogni intervento antropico e purché il clima non si modifichi. Essa pertanto fa riferimento ad una situazione non necessariamente presente ma potenzialmente presente se non fossero presenti elementi di disturbo antropico.

Nell'area in esame, in termini di vegetazione potenziale, prevale la facies boschiva legata al bosco planiziale.

Si segnala comunque che rintracciare sia nell'ambito di intervento che nell'ambito dell'intera pianura padana i lineamenti naturali della vegetazione, dopo le profonde modificazioni indotte dall'uomo, è diventato senza dubbio un compito difficile.

Il climax attuale della pianura padana, ovvero lo stadio d'evoluzione più alto possibile, è indicato come *Quercus-Carpinetum boreoitalicum* (Pignatti, 1963), consorzio mesofilo con prevalenza di *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Ulmus minor* e *Fraxinus excelsior*.

Sotto la spinta della deforestazione, per creare spazi nuovi all'agricoltura, i tratti di vegetazione boschiva sono stati confinati in lembi residuali, o peggio completamente eliminati, perdendo nel complesso il vigore delle formazioni originarie, di cui mantengono parte della composizione floristica, anche se fortemente inquinata da elementi estranei, in particolar modo dalle specie arbustive termo-xerofile, richiamati dalle migliorate condizioni di illuminazione e di disponibilità di calore.

Il querceto misto, nell'ambito planiziale interessato dal progetto può articolarsi su un unico modello di potenzialità, correlato alla zona delle nebbie intense con falda mediamente superficiale. A tale tipologia corrisponde il seguente Climax:

Climax potenziale dell'associazione *Polygonato multiflori-Quercetum roboris*.

Si tratta di una foresta di *Quercus robur* comprendente anche *Carpinus betulus*, *Ulmus minor* ed altre specie legnose presenti negli strati arboreo ed arbustivo.

Lo strato erbaceo è caratteristicamente rappresentato da *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asparagus tenuifolius*, *Galeopsis pubescens*.

La fisionomia prevalente in ambito planiziale è invece un bosco degradato con dominanza dell'esotica *Robinia pseudoacacia*.

Il robinieto è diventato l'aspetto vegetale comune di siepi, bordure stradali, argini, soffocando gli alberi autoctoni, di cui si ritrova solo più qualche esemplare di *Acer campestre*, *Ulmus minor* ed a volte *Quercus robur*. Nello strato arbustivo compaiono soprattutto *Sambucus nigra* accompagnata da *Cornus mas* e *Crataegus monogyna*.



Lo strato erbaceo, molto impoverito e discontinuo, è dominato da *Brachypodium sylvaticum* e *Salvia glutinosa*.

Stato della componente – Vegetazione reale

In questo paragrafo vengono descritti i principali tipi di vegetazione che maggiormente caratterizzano il territorio interessato, sia in termini di area vasta che di ambito di studio analizzato. L'ordine di descrizione fa riferimento al pregio naturalistico.

1) Vegetazione erbacea igrofila

CANNETI E BORDURE PALUSTRI

I Canneti e le Bordure palustri sono consorzi di alte erbe igrofile dominati da *Phragmites australis*, che tende a formare, nelle condizioni ottimali, consorzi monospecifici. La specie si insedia in terreni con acqua affiorante dove forma in pochi anni aggruppamenti densi.

I canneti possono essere ricondotti a tre tipologie principali:

- canneti in cortina, che formano le bordure palustri longitudinalmente al corso d'acqua, dove non raggiungono mai ampiezze maggiori di 8-10 metri. La composizione floristica annovera poche specie propriamente palustri mentre si rileva la forte ingressione di specie infestanti le colture circostanti come *Artemisia vulgaris*, *A. verlotorum*, *Solidago gigantea*, *Solanum nigrum*, *Polygonum hydropiper*, *P. persicaria*, *P. lapathifolium*, *Convolvulus arvensis*. Il canneto di questo tipo, per la forte presenza di specie estranee, non presenta caratteristiche ben definite di formazione naturale e assume piuttosto un significato di transizione tra la vegetazione acquatica e quella infestante;
- canneti di modesta estensione che si sviluppano a mosaico con aspetti naturali di vegetazione arborea a legno dolce (*Salix* sp.pl.) e vegetazione acquatica. Sono in genere formazioni di modesta estensione e discontinui, ma le condizioni di sviluppo permettono il raggiungimento di una maggiore naturalità data dalla dominanza più netta della cannuccia che forma aggruppamenti paucispecifici. Queste formazioni in assenza di sfalci evolvono verso le formazioni arbustive ed arboree del Saliceto e in particolari condizioni dell'Ontaneto;
- canneti di grande estensione dominati da *Phragmites australis*. Si tratta di formazioni spesso omogenee su vasta estensione grazie alla presenza di costanti interventi di sfalcio. Ai margini dell'aggruppamento, si nota la penetrazione di specie diverse come *Typha shuttleworthii*, *Typha latifolia*, *Lythrum salicaria*, *Schoenoplectus lacustris*, *Rumex hydrolapathum*. La continuità spaziale e la presenza di elementi di pregio floristico permettono di dare a queste formazioni un buon valore naturalistico.

VEGETAZIONE DELLE ROGGE

Tutta la pianura Padana, come l'area di studio, è solcata da innumerevoli corsi d'acqua di grandi e piccole dimensioni indispensabili per l'apporto di acque di irrigazione alle colture. Nei corpi d'acqua di maggiori dimensioni, dove l'acqua raggiunge una certa profondità, l'aspetto strutturale della vegetazione sommersa è costituito da una copertura discontinua, formata da isole vegetali più o meno grandi. Tra le isole vi sono canali privi di vegetazione, perché l'acqua veloce impedisce l'instaurarsi di formazioni vegetali.

Le specie più comunemente osservabili sono: *Ranunculus fluitans*, *R. aquatilis*, diverse specie di *Callitriche*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Potamogeton nodosus*, *Vallisneria spiralis*, *Lagarosiphon major* e *Lemna minor* nelle zone in cui la corrente risulta smorzata o deviata.

La vegetazione ripariale, sempre ridotta a fasce profonde al massimo poco più di un metro, è ubiquitariamente presente lungo i fossi e le rogge. Sulle banchine fangose si affermano popolamenti compatti e paucispecifici dominati dalle specie del genere *Polygonum* accompagnate da *Bidens frondosa*. Nelle zone di bordura la vegetazione ha sempre una copertura abbastanza elevata e si presenta molto più ricca dal punto di vista floristico. Vi compaiono generalmente le seguenti specie:



Carex elata, C. riparia, bis pseudacorus, Typhoides arundinacea, Ranunculus ficaria, Polygonum hydrolapathum. P. hydropiper. Phragmites australis, Myosoton aquaticum. Urtica dioica, Sparganium erectum, Lysimachia vulgaris, Typha latifolia, Symphytum officinale, Mentha aquatica, Humulus lupulus, Eupatorium cannabinum, Equisetum telmateja, Juncus effusus, Rubus caesius. In questo ambito compaiono frequentemente specie infestanti legate alle colture primaverili ed estivo-autunnali largamente coltivate in pianura. Spesso si ritrova anche un contingente di specie legnose igrofile costituite da esemplari sparsi di *Salix alba, S. purpurea, S. viminalis, S. fragilis e Alnus glutinosa.*

2) Boscaiglie miste di caducifoglie

La vegetazione forestale, nell'area indagata, occupa nel complesso una superficie decisamente ristretta; i nuclei boscati risultano talmente limitati in termini di estensione superficiale che sembra più opportuno parlare di boscaiglie. Queste formazioni sono costituite talvolta da individui di *Quercus robur* associati a *Populus canadensis, Populus alba, Ulmus minor, Ailanthus altissima e Robinia pseudacacia* la cui presenza è correlabile con la persistenza di ceduzioni a carico di tale specie. Lo strato arbustivo vede talvolta l'ingresso di specie quali *Corylus avellana Crataegus monogyna, Cornus sanguinea, C.mas, Rubus ulmifolius, Sambucus nigra e Ligustrum vulgare.* Più spesso, invece, le boscaiglie miste vedono la presenza dominante di *Robinia pseudacacia* che è una pianta nordamericana importata in Italia in età moderna che si è diffusa moltissimo in tutta la pianura costituendo una componente quasi ubiquitaria delle siepi, quando queste ancora esistono. Il bosco di robinia si è affermato per la grandissima capacità pollonifera di questa specie, che garantiva un reddito discreto in seguito a ceduzioni a turno frequente, finalizzate alla produzione di pali e soprattutto di legna da ardere. In queste formazioni, nello strato arbustivo compaiono *Sambucus nigra* (che è certamente il più comune), *Crataegus monogyna, Rubus ulmifolius e Cornus sanguinea.* La coltre erbacea non è in genere molto fitta e comprende *Rubus caesius, Stellaria media, Poa trivialis, Viola odorata, Parietaria officinalis, Urtica dioica, Agropyron repens, Dactylis glomerata e Glechoma hederacea.* Essendo il robinieto una formazione vegetale secondaria, dominata da una essenza esotica invadente, esso non presenta, in genere, un buon valore naturalistico.

3) Filari arborei e siepi

Con questo termine si vogliono indicare le formazioni vegetali di minima estensione che si possono rinvenire in tutto il territorio, al margine dei campi, lungo le strade e lungo i canali. Nell'ambito dell'area analizzata queste tipologie costituiscono indubbiamente un elemento caratterizzante la componente.

Dal punto di vista naturalistico sono molto utili perché forniscono ospitalità ad uccelli e a piccoli mammiferi ed offrono con i loro frutti, in autunno e in inverno, cibo ai volatili: rappresentano inoltre un rifugio per le specie erbacee spontanee scacciate dalle aree agricole.

La componente legnosa è spesso rappresentata da essenze esotiche insediatesi spontaneamente o da specie di derivazione colturale residuo di impianti o di filari.

I filari sono o monospecifici o costituiti da individui appartenenti per lo più a poche specie: generalmente si tratta di *Robinia pseudacacia* (specie prevalente), *Populus nigra var. italica, Platanus hybrida, Morus alba e Tilia cordata.*

L'importanza di questi elementi lineari di vegetazione è diversa in base alla funzione che si considera; possiamo, infatti considerarli in funzione del valore botanico, paesaggistico- storico, ecologico-ambientale-strutturale:

- Valore botanico: è pressoché nullo, poiché si tratta di specie esotiche, o di ibridi di origine non spontanea. Solo nella siepe di scarpata intervengono in piccola misura piante ed arbusti nostrani.
- Valore paesaggistico-storico: deve essere attribuito sia ai filari di gelsi, sia ai filari di pioppi cipressini, che già da qualche secolo, caratterizzano il paesaggio padano.

- Valore ecologico-ambientale: questo è legato alla struttura della siepe; è massimo nelle siepi formate da alberi ceduati (e quindi cespitosi), soprattutto se questi sono messi in doppia fila e accompagnati da cespugli. E' invece basso per quei filari monospecifici in cui gli alberi sono alti, oppure capitozzati, con la base del tronco completamente nuda ed il terreno sgombro e occupato dalle coltivazioni.

4) Vegetazione infestante le aree agricole

Con questo termine vengono indicati gli aggruppamenti vegetali che si associano alle colture sia legnose (frutteti e vigneti), che erbacee (coltivazione primaverili ed estivo-autunnali).

Si tratta in tutti i casi di una vegetazione il cui sviluppo risulta fortemente ostacolato dal succedersi delle pratiche agricole di diserbo, che mirano a contenere, per quanto possibile, lo sviluppo delle specie estranee alla coltura in atto.

Per quanto attiene la vegetazione infestante le colture autunno vernine si segnala *Cynodon dactylon*, *Agropyron repens*, *Rumex obtusifolius*, *Rumex crispus*, *Sorghum halepense*, *Convolvulus arvensis* e *Calystegia sepium*.

Con riferimento alla vegetazione infestante le colture annuali primaverili le specie sono costituite da graminacee resistenti al diserbo quali *Echinochloa crus-galli* e *Panicum dichotomiflorum*. tuttavia nelle zone tipiche di coltivazione del mais si possono riscontrare numerose altre specie quali: *Digitaria sanguinalis*, *Galinsoga parviflora*, *G. ciliata*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Polygonum persicaria*, *Polygonum lapathyfolium*, *Amaranthus chlorostachys*, *Chenopodium polyspermum*, *Chenopodium album*.

Per quanto riguarda invece la vegetazione infestante i vigneti e i frutteti, l'ambiente formato dalle coltivazioni legnose determina formazioni vegetali un po' particolari in cui solo lo strato erbaceo, costituito dalla vegetazione commensale, rappresenta l'elemento più o meno naturale. A differenza delle altre colture erbacee, la vegetazione commensale dei frutteti e dei vigneti non segue il ciclo biologico della pianta coltivata.

Nelle aree poco curate dal punto di vista delle pratiche colturali è possibile assistere alla comparsa di specie ruderali quali: *Artemisia vulgaris*, *A. campestris*, *Plantago major*, *P. lanceolata*, *Verbena officinalis*, *Taraxacum officinale*.

In seguito al diserbo chimico si assiste, generalmente, alla grande diffusione di specie con apparati radicali profondi come: *Cynodon dactylon*, *Agropyron repens*, *Rumex obtusifolius*, *Convolvulus arvensis*.

5) Vegetazione infestante le aree urbanizzate e le cave

Si tratta della tipologia vegetazionale di minor pregio, riscontrabile nelle aree a forte e media antropizzazione (aree industriali e aree urbane – intendendo con queste ultime sia i nuclei abitati sia le cascine isolate).

Le aree calpestate ospitano popolamenti riferibili alla classe Plantaginetea majoris, caratterizzate dalla presenza di *Plantago major* e *Polygonum aviculare*.

I muri ospitano anch'essi una vegetazione caratteristica facente capo alla classe Parietarietea judaicae, caratterizzati da *Parietaria judaica* e *Cymbalaria muralis*, tipiche dei vecchi muri.

Per quanto attiene le discariche, si segnala che esse talvolta sono ripristinate a verde, con inerbimenti sui gradoni e messa a dimora di specie a pronto effetto che hanno lo scopo di migliorare la percezione visiva degli impianti.

L'incidenza delle predette tipologie di vegetazione è espressa di seguito, in termini assoluti e relativi per l'ambito di analisi considerato.

Valutazione della componente

Dall'analisi della vegetazione presente all'interno dell'ambito di studio analizzato, caratterizzato dalla dominante presenza di seminativi e pertanto da vegetazione infestante le aree agricole, è possibile affermare che l'area interessata dalla realizzazione dell'opera si contraddistingue per un basso livello di sensibilità e naturalità della componente che si traducono complessivamente in un basso indice qualitativo della vegetazione, fatta eccezione per i lembi di vegetazione di caducifoglie presenti che comunque non verranno interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura in progetto.

4.5.4 Fauna

Riferimenti metodologici

L'analisi della componente faunistica si è incentrata in primo luogo sull'individuazione dei principali gruppi sistematici e sulla loro valutazione in termini di possibili indicatori significativi della condizione ecologica dell'area. Successivamente, sono state individuate e descritte delle unità faunistico-territoriali (che nel caso specifico coincidono con la unità faunistico territoriale delle aree agricole), omogenee dal punto di vista del popolamento animale, che nel caso in esame, è apparso opportuno far coincidere con le unità vegetazionali. La fauna è stata, infatti, studiata e classificata, in base ai tipi di ambiente frequentato. I dati di presenza o di frequentazione delle diverse specie, sono stati riferiti alle singole unità faunistiche, ed espressi in termini di diffusione, rarità e diversificazione.

Al fine di condurre l'analisi della componente faunistica, si è proceduto alla ricerca di tutte le notizie utili a definirne la presenza, lo status, nonché la potenzialità, a partire da quanto già presente in bibliografia e precedenti lavori, approfondendo dove necessario le informazioni note.

Per far questo, oltre ad utilizzare dati pubblicati o relazioni consultabili, sono stati effettuati sopralluoghi onde verificare i risultati e le considerazioni desunte. In tal senso è stata posta particolare attenzione alle situazioni ritenute più critiche ed alle aree che rappresentano siti peculiari per la fauna.

Dato il carattere delle informazioni e delle osservazioni disponibili, la fauna dell'area in esame è stata descritta in funzione degli ambienti, in termini di potenzialità di presenza e frequentazione, o di presenza effettiva, laddove possibile, senza fornire dati di tipo quantitativo, poiché non disponibili. Si precisa comunque che i dati che emergono dall'analisi dello stato della componente sono attribuibili, per le specifiche caratteristiche della stessa, non solo all'ambito di studio analizzato (fascia di 500 m per lato rispetto all'asse stradale) ma all'interno contesto territoriale nel quale essa si colloca.

Le indicazioni sulla fauna sono state tratte essenzialmente da:

- AA.VV. 2014. Studio di incidenza del PTCP di Brescia.
- AA.VV. Relazioni tecniche monitoraggio della fauna nei SIC provincia di Brescia.
- Bernini et al., 2004. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Lombardia.
- Bogliani et al., 2007. Rete Ecologica della Pianura Padana Lombarda.
- Bricchetti e Fasola, 1990. Atlante degli Uccelli nidificanti in Lombardia.
- Bricchetti, P. e Gargioni, A. (2004). Atlante degli uccelli nidificanti nella "bassa" pianura lombarda (Italia Settentrionale). Natura Bresciana. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia 34: 41-120.
- Fornasari et al., 1992. Atlante degli Uccelli svernanti in Lombardia.
- Fornasari & Villa (eds), 2001. La fauna dei Parchi lombardi. CD-Rom. Regione Lombardia.
- Prigioni et al., 2001. Atlante dei Mammiferi della Lombardia.
- Rubolini et al., 2002-2006. Censimento annuale degli Uccelli acquatici svernanti il Lombardia (IWC).
- Tosi, Martinoli, Preatoni, Cerabolini & Vigorita - Foreste e biodiversità faunistica in Lombardia – Monitoraggio e conservazione della fauna forestale (Galliformi e Mammiferi) - (eds), 2003. Regione Lombardia – D.G.



Stato della componente

Lo stato attuale della componente fauna è determinato dalla matrice agricola dell'area indagata. La relativa monotonia dell'ambiente e la scarsità degli habitat più idonei a costituire aree di stazionamento, alimentazione e riproduzione degli animali, determinano una generale scarsa varietà faunistica, ad eccezione dell'ambito fluviale e ripariale, che presenta vocazionalità elettive per una fauna più strutturata e di pregio.

1) Erpetofauna

Nel caso degli Anfibi, per quanto riguarda le Rane verdi, si considera un raggruppamento complex. Questa scelta deriva dal fatto che in Europa vi sono tre tipi di Rane verdi: *Rana ridibunda*, *Rana lessonae* e *Rana esculenta*, ma la sistematica di questo gruppo e le sue interrelazioni non sono ancora state chiarite. *Rana lessonae* è la più recente come specie riconosciuta. L'incrocio tra *Rana lessonae* e *Rana ridibunda* genera la *Rana esculenta*, tuttavia alcune popolazioni di *Rana esculenta* sono in grado di riprodursi con successo con ciascuna delle specie genitrici, contrariamente a quanto avviene di solito nelle gran parte di popolazioni ibride. Questa situazione, connessa pare a particolari meccanismi cromosomici, genera quindi una sostanziale difficoltà nell'identificazione delle specie; pertanto si ritiene maggiormente corretto considerare le entità appartenenti alle Rane verdi come gruppo complex.

Tra le specie maggiormente significative si segnala la potenziale presenza di: Rospo comune (*Bufo bufo*), Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), Raganella (*Hyla arborea*), Rana agile (*Rana dalmatica*), Rane verdi (*Rana esculenta complex*), Ramarro (*Lacerta viridis*), Lucertola dei muri (*Podarcis muralis*), Orbettino (*Anguis fragilis*), Biacco (*Coluber viridiflavus*), Colubro liscio (*Coronella austriaca*), Colubro di Esculapio (*Elaphe longissima*), Biscia dal collare (*Natrix natrix*)

2) Ornitofauna

Per quanto riguarda la fauna ornitica, l'elenco sistematico è corredato dalla fenologia delle specie. Tale fenologia è espressa secondo un terminologia standardizzata in campo ornitologico e, nel caso particolare, si è fatto riferimento alla Check list degli uccelli nidificanti in Lombardia aggiornata al 1988 (Brichetti 1989).

Il significato delle categorie fenologiche è di seguito riportato.

Sedentaria o stazionaria (S)

E' la specie che si trattiene tutto l'anno in un determinato territorio, tollerando i mutamenti stagionali e portandovi a termine il ciclo riproduttivo. Può compiere erratismi verso zone vicine oppure dai monti verso il piano (erratismi verticali), soprattutto al sopraggiungere della cattiva stagione. Una specie all'interno del suo areale distributivo può avere popolazioni completamente sedentarie od anche migratrici, comportando un arricchimento periodico con individui migratori con specifici in transito.

Migratrice (M)

E' la specie che non risiede stabilmente nell'area considerata, ma vi transita in primavera o in autunno, senza nidificare. La sua presenza può essere regolare (in questo caso non si indica un ulteriore specifica), irregolare (irr) o, se molto sporadica, accidentale (acc).

Estiva (E)

E' la specie che giunge con il passo primaverile, si sofferma a nidificare e riparte con il passo autunnale, portandosi verso sud per svernare. La sua presenza può essere regolare (in questo caso non vengono indicate ulteriori specifiche), o irregolare (irr).

Estivante (e)

E' la specie presente durante il periodo estivo o buona parte di esso senza comunque nidificare; in genere si tratta di individui sessualmente immaturi o menomati da ferite (soprattutto tra Ardeidi, Anatidi e Caradriformi).

Invernale o svernante (I)

E' la specie che interrompe il passo autunnale per soffermarsi a passare l'inverno o buona parte di esso in una determinata zona, ripartendo poi in primavera verso gli abituali areali di nidificazione, posti generalmente più a nord.

Naturalmente, dato il frequente verificarsi di comportamenti misti, la fenologia indicata per le varie specie è quella prevalente in riferimento alla zona geografica in cui è compresa l'area di studio; per le specie svernanti (I) ed estive (E) è sottinteso il comportamento migratorio. La sedentarietà va intesa in senso totale (S) e/o parziale (S parz.), poiché le popolazioni di alcune specie sedentarie sono caratterizzate anche da individui che compiono spostamenti erratici durante l'inverno. Il simbolo -?-, indica incertezza sulla fenologia locale di una determinata specie. L'indicazione (R) individua una specie presente in relazione alle pratiche di ripopolamento.

Nella tabella seguente si riporta l'elenco sistematico delle specie potenzialmente presente nel territorio di intervento.

SPECIE	CATEGORIE	SPECIE	CATEGORIE
Starna (<i>Perdix perdix</i>)	(R)	Cannaiola verdogn. (<i>Acrocephalus palustris</i>)	E ?, M
Quaglia (<i>Coturnix coturnix</i>)	E ?, M	Cannaiola (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>)	E ?, M
Fagiano comune (<i>Phasianus colchicus</i>)	(R)	Beccafico (<i>Sylvia borin</i>)	M
Pavoncella (<i>Vanellus vanellus</i>)	E, M, I	Capinera (<i>Sylvia atricapilla</i>)	E, M
Colombaccio (<i>Columba palumbus</i>)	E, M	Pigliamosche (<i>Muscicapa striata</i>)	E ?, M
Tortora dal collare orientale (<i>Streptopelia decaocto</i>)	S	Balia nera (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	M
Tortora (<i>Streptopelia turtur</i>)	E, M	Cinciallegra (<i>Parus major</i>)	S
Cuculo (<i>Cuculus canorus</i>)	E, M	Cornacchia grigia (<i>Corvus corone cornix</i>)	S
Barbagianni (<i>Tyto alba</i>)	S	Storno (<i>Sturnus vulgaris</i>)	S parz, M
Rondone (<i>Apus apus</i>)	E, M	Passera d'Italia (<i>Passer domesticus italiane</i>)	S
Upupa (<i>Upupa epops</i>)	E, M	Passera mattugia (<i>Passer montanus</i>)	S
Torcicollo (<i>Jynx torquilla</i>)	E, M	Fringuello (<i>Fringilla coelebs</i>)	S, M
Allodola (<i>Alauda arvensis</i>)	S parz, M, I	Verzellino (<i>Serinus serinus</i>)	S parz
Rondine (<i>Hirundo rustica</i>)	E, M	Verdone (<i>Carduelis chloris</i>)	S, M
Balestruccio (<i>Delichon urbica</i>)	E, M	Cardellino (<i>Carduelis carduelis</i>)	S, M
Ballerina bianca (<i>Motacilla alba</i>)	S parz, M	Lucherino (<i>Carduelis spinus</i>)	M
Pettiroso (<i>Erithacus rubecula</i>)	M, I	Fanello (<i>Carduelis cannabina</i>)	M
Codiroso (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	E, M	Migliarino di palude (<i>Emberiza schoeniclus</i>)	M, I
Saltimpalo (<i>Saxicola Torquata</i>)	S parz, M	Strillozzo (<i>Miliaria calandra</i>)	E, M
Merlo (<i>Turdus merula</i>)	S, M		

3) Teriofauna

Per la teriofauna è stato corredato un elenco sistematico che tiene conto anche delle potenzialità di alcune specie rispetto alle quali oggi non si hanno dati di presenza certa.

Le specie potenzialmente presenti sono: Riccio europeo occidentale (*Erinaceus europaeus*), Toporagno comune (*Sorex araneus*), Crocidura minore (*Crocidura suaveolens*), Talpa comune (*Talpa europea*), Vespertilio di Bechstein (*Myotis bechsteini*), Vespertilio di Daubenton (*Myotis daubentoni*), Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhli*), Pipistrello di Savi (*Pipistrellus savii*), Serotino comune (*Eptesicus serotinus*), Lepre comune (*Lepus capensis*), Moscardino (*Muscardinus avellanarius*), Campagnolo comune (*Microtus arvalis*), Arvicola di Fatio (*Microtus multiplex*), Arvicola di Savi (*Microtus savii*), Arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*), Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), Surmolotto (*Rattus norvegicus*), Ratto nero (*Rattus rattus*), Topolino delle case (*Mus musculus*), Volpe (*Vulpes vulpes*), Donnola (*Mustela nivalis*), Puzzola (*Mustela putorius*), Faina (*Martes foina*).

Unità faunistico-territoriali

Per la delimitazione delle unità faunistico-territoriali, come precedentemente indicato, ci si è avvalsi delle informazioni areali ricavate dalle unità vegetazionali e dagli aspetti morfologici. Cartograficamente tali unità coincidono con le unità ecosistemiche.

Le Unità faunistico-territoriali individuate sono state:

Unità faunistico-territoriale degli specchi e dei corsi d'acqua

Essa comprende i popolamenti relativi ai fiumi e ai laghi.

Le Specie riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:

Rospo comune	Cannaiola verdognola
Rane verdi	Cannaiola
Biscia dal collare	Cannareccione
Biscia tessellata	Toporagno d'acqua
Tuffetto	Vespertilio di Bechstein
Svasso maggiore	Vespertilio di Daubenton
Tarabusino	Pipistrello di Savi
Cigno reale	Serotino comune
Germano reale	Arvicola terrestre
Gallinella d'acqua	Topolino delle risaie
Folaga	Surlomotto

Note: Sono tutte specie di certo interesse scientifico e conservazionistico, poiché gli ambienti acquatici in generale sono stati in gran parte modificati dall'azione antropica: le aree fluviali sono spesso regimate, con criteri più ingegneristici che naturalistici, i laghi portano il peso di una pesante eutrofizzazione da parte degli agglomerati urbani e industriali.

Per quanto attiene alla zonazione ittica, questi corsi d'acqua appartengono, in relazione alle caratteristiche morfologiche degli alvei, alla fascia a Ciprinidi reofili.

Le specie ittiche più abbondanti sono il cavedano (*Leuciscus cephalus*), la lasca (*Chondrostoma toxostoma*) ed il barbo comune (*Barbus barbus plebejus*). Nel complesso, quindi, il popolamento ittico dei corsi d'acqua in oggetto non presenta caratteristiche di particolare rilievo.

Unità faunistico-territoriale delle aree boscate

Essa comprende i popolamenti relativi, oltre che alle boscaglie di caducifoglie, anche alle fasce alberate e alle siepi, nonché ai parchi extraurbani.

Le Specie riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:

Rospo comune	Fringuello
Raganella	Verdone
Rana agile	Riccio europeo occidentale
Rana di Lataste	Toporagno comune



Orbettino	Toporagno nano
Colubro di Esculapio	Crocidura ventre bianco
Biscia dal collare	Crocidura minore
Vipera comune	Vespertilio di Bechstein
Fagiano	Vespertilio maggiore
Colombaccio	Vespertilio di Daubenton
Tortora	Pipistrello nano
Cuculo	Nottola di Leisler
Assiolo	Nottola
Allocco	Coniglio selvatico
Torcicollo	Scoiattolo
Picchio rosso maggiore	Quercino
Scricciolo	Ghiro
Usignolo	Moscardino
Codirosso	Arvicola rossastra
Merlo	Arvicola di Fatio
Capinera	Topo selvatico a dorso striato
Lù piccolo	Topo selvatico
Pigliamosche	Topo selvatico a collo giallo
Codibugnolo	Ratto nero
Cinciarella	Volpe
Cinciallegra	Donnola
Rigogolo	Puzzola
Ghiandaia	Faina
Cornacchia grigia	Tasso
Storno	

Note: Le formazioni arboree rappresentano una delle tipologie maggiormente ricettive nei confronti dei Vertebrati considerati. In esse trovano un habitat riproduttivo alcune delle specie più rare ed interessanti quali Rana di Lataste, Vipera comune, Assiolo, Picchio rosso maggiore, Pigliamosche, Rigogolo, Toporagno nano, Crocidura ventre bianco, Chiroteri dei generi Myotis, Nyctalus e Plecotus, Quercino, Puzzola.

Unità faunistico-territoriale delle aree agricole

Essa comprende i popolamenti delle colture in rotazione (seminativi) e specializzate (vigneti, frutteti e pioppeti) dei sistemi agricoli e degli incolti e/o praterie post-colturali.

Le Specie riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:

Rospo smeraldino	Allodola
Lucertola dei muri	Cutrettola
Biacco	Saltimpalo
Biscia dal collare	Riccio europeo occidentale
Gheppio	Talpa comune
Starna	Arvicola di Savi
Quaglia	Topo selvatico
Fagiano	Surmolotto
Pavoncella	Ratto nero
Barbagianni	Topolino delle case
Civetta	Donnola
Cappellaccia	



Note: I seminativi costituiscono un ambiente artificiale in continua trasformazione utilizzato da molte specie come territorio d'alimentazione. Viene occupato per la riproduzione in maniera variabile a seconda dell'essenza coltivata, da specie terricole che spesso non riescono a portare a termine la nidata per le pratiche agricole meccanizzate.

Unità faunistico-territoriale delle aree urbanizzate

Essa comprende il popolamento degli insediamenti urbani, abitativi ed industriali, fatta eccezione per l'edificio isolato (cascine), che è compreso nel contesto agricolo e quindi considerato come tale.

Le Specie riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:

Rospo smeraldino	Passera d'Italia
Lucertola dei muri	Crocidura minore
Biacco	Vespertilio maggiore
Biscia dal collare	Pipistrello nano
Barbagianni	Pipistrello albolimbato
Civetta	Pipistrello di Savi
Rondone	Serotino comune
Rondine	Surmolotto
Balestruccio	Ratto nero
Taccola	Topolino delle case

Note: L'ambiente urbano ospita un numero di specie che, per la loro particolare ecologia, traggono vantaggio dalla presenza di manufatti o attività antropiche. Tali specie, dette appunto sinantropiche, non sono tuttavia omologabili, dato che per alcune esiste un rapporto simbiotico di "commensalismo" (Passera d'Italia, Surmolotto, Ratto nero, Topolino delle case), mentre per altre esiste un rapporto simbiotico di "inquilinismo" (Barbagianni, Civetta, Rondone, Rondine, Balestruccio, Chiroteri, ecc.).

Valutazione del livello qualitativo della componente

Sulla base delle caratteristiche delle unità faunistico territoriali elencate precedentemente di seguito verranno riportati gli indici qualitativi delle stesse al fine di poter caratterizzare il territorio interessato dalla nuova infrastruttura.

L'unità faunistico territoriale degli specchi e dei corsi d'acqua si caratterizza per:

- Una media ricchezza specifica che è valutata in funzione della varietà specifica e della abbondanza o rarità di specie (una specie più rara ha un "peso" biologico maggiore di una specie più comune);
- Un medio livello di sensibilità;

L'unità faunistico territoriale delle aree boscate si caratterizza per:

- Una alta ricchezza specifica che è valutata in funzione della varietà specifica e della abbondanza o rarità di specie (una specie più rara ha un "peso" biologico maggiore di una specie più comune);
- Un medio livello di sensibilità;

L'unità faunistico territoriale delle aree agricole si caratterizza per:



- Una media ricchezza specifica che è valutata in funzione della varietà specifica e della abbondanza o rarità di specie (una specie più rara ha un "peso" biologico maggiore di una specie più comune);
- Un basso livello di sensibilità;

L'unità faunistico territoriale delle aree urbanizzate si caratterizza per:

- Una bassa ricchezza specifica che è valutata in funzione della varietà specifica e della abbondanza o rarità di specie (una specie più rara ha un "peso" biologico maggiore di una specie più comune);
- Un basso livello di sensibilità;

Sulla base dei valori sovraesposti è possibile attribuire i seguenti indici di qualità faunistica:

- Unità faunistico territoriale degli specchi e dei corsi d'acqua: Medio indice di qualità;
- Unità faunistico territoriale delle aree boscate: Medio indice di qualità;
- Unità faunistico territoriale delle aree agricole: Basso indice di qualità;
- Unità faunistico territoriale delle aree urbanizzate: Basso indice di qualità.

In conclusione è possibile affermare che l'ambito di studio analizzato, sia caratterizzato marginalmente da sporadici elementi a qualità faunistica media come gli specchi d'acqua anche se l'unità maggiormente rappresentata è quella della aree agricole con basso indice di qualità faunistica.

4.5.5 Ecosistemi

Riferimenti metodologici

Nel presente capitolo verranno trattati gli aspetti relativi agli ecosistemi presenti nell'area indagata e rappresentati nell'ambito dello specifico studio delle Reti Ecologiche facente parte della documentazione di progetto definitivo della tratta A.V./A.C. (doc. IN0500DE2RGIM00070050 "Opere di mitigazione a verde – Localizzazione delle Reti Ecologiche" e relativa cartografia al 25.000; l'area qui indagata è rappresentata nella tavola 3 di 5).

Tale trattazione si basa sull'esame delle componenti biotiche, delle quali si è detto più ampiamente nei capitoli precedenti e di cui verranno ripresi gli aspetti essenziali e i risultati dell'analisi, integrato dalla lettura geografico-fisica del territorio, ovvero delle componenti abiotiche, al fine di consentire la caratterizzazione ecosistemica dell'area.

Il modello utilizzato per la definizione e descrizione degli ecosistemi è essenzialmente di tipo analitico-descrittivo, a partire dalla presenza delle varie specie animali e vegetali, ovviamente viste nell'ottica delle relazioni ecosistemiche. Di ciascuna componente è stato considerato il dato di abbondanza, rarità, pregio, significatività, funzione prevalente assunta all'interno dell'ecosistema e tolleranza alle possibili modificazioni ambientali.

Dal punto di vista più generale il quadro ecosistemico si basa sui seguenti presupposti:

- gli organismi ad organizzazione più complessa, posti in posizione più alta nella catena alimentare, sono normalmente più sensibili alle alterazioni ambientali, di origine esterna al sistema, rispetto agli organismi meno complessi e generalmente più adattabili. Analoga considerazione può essere proposta per gli ecosistemi complessi rispetto a quelli strutturalmente più semplici;
- la complessità dell'ecosistema può essere rappresentata significativamente dalla diversità intrinseca delle sue componenti e dal livello dei rapporti funzionali che intercorrono tra esse;
- la vulnerabilità di un ecosistema, è direttamente proporzionale all'incapacità di adattamento alle interferenze esterne; essa diminuisce al crescere delle sue capacità di adattamento all'ambiente che muta, cioè alla capacità di adattamento delle singole componenti.



Stato della componente

Di seguito saranno esaminate più in dettaglio le unità ecosistemiche, individuate in ordine di valore intrinseco. In questo caso, si ritiene di attribuire agli ecosistemi, un valore intrinseco direttamente proporzionale alla loro qualità.

1) Ecosistema acquatico: ambito con elementi di moderato interesse naturalistico

L'ecosistema mostra un moderato grado di diversità al suo interno; la situazione di relativa stabilità è però condizionata al mantenimento, come minimo, dello stato attuale dell'ambiente, all'eliminazione di nuove cause di disturbo e alla conservazione di queste ridotte aree "rifugio", indispensabili per garantire la permanenza di un discreto numero di specie animali e vegetali, motivo di ricchezza e parte integrante delle relazioni del sistema stesso.

Questo ecosistema interessa i corsi d'acqua maggiori (gli ambienti con le fasce naturali più estese, comprendenti una diversità ecologica che va dal bosco ripariale al greto fluviale, con varie situazioni intermedie costituite da boscaglie, arbusteti, prati magri, lanche, ecc.), i canali artificiali (ambiti che presentano situazioni molto eterogenee, che vanno dal canale rettificato, con le sponde in cemento, a quello poco lontano dalla forma dei corsi naturali, con sponde inerbite e boscate e presenza di piccoli meandri), i laghi (ecosistema molto complesso, peraltro poco rappresentato nell'area in questione).

2) Agroecosistema: ambito ad esclusiva caratterizzazione agricola con elementi di scarso interesse naturalistico

Il funzionamento dell'agroecosistema è alquanto semplificato. La competizione interspecifica è, infatti, fortemente condizionata dai trattamenti con prodotti di sintesi volti a contenere lo sviluppo delle infestanti (diserbo selettivo), delle crittogame (concia del seme), dagli insetti terricoli (geodisinfestazione) ed eventualmente dell'avifauna granivora (repellenti). Tale ecosistema è in grado soddisfare una ristretta gamma degli anelli della catena trofica; dal punto di vista energetico, infatti, considerando che al momento della raccolta si preleva quasi tutta la biomassa, è necessaria la restituzione degli elementi asportati mediante fertilizzazione.

Si tratta, quindi, di un ecosistema poco strutturato, caratterizzato da un numero limitato di specie vegetali e, in generale, da condizioni ambientali che poco si prestano a costituire zona di rifugio privilegiato per la fauna.

Questa unità è molto estesa e corrisponde alle aree a seminativo.

Come si può rilevare dalla "Carta degli ambiti ecologici omogenei e delle vocazioni faunistiche" (IN0500DE2N4SA000A0550 Scala 1:10000), oltre ai sopracitati ecosistemi, sono stati individuati due elementi ecosistemici: gli *ecological corridors* e gli *stepping stones*.

Essi fanno parte integrante della rete ecologica, che rappresenta l'insieme degli spazi naturali e seminaturali collegati tra loro per garantire la buona conservazione delle specie selvatiche e del relativo patrimonio genetico attraverso la riproduzione, lo scambio ed il ripopolamento.

Le reti ecologiche si basano sull'individuazione di alcuni elementi principali:

- Gli "*ecological corridors*", sono quelle strutture di paesaggio di varie dimensioni, forme e composizione, che mantengono, stabiliscono o ristabiliscono la connessione tra ecosistemi e/o biotopi, supportando lo stato ottimale di conservazione delle specie e degli habitat nelle aree ad alto contenuto di naturalità, protette o suscettibili di protezione.
- Gli "*stepping stones*" sono aree naturali di varie dimensione, geograficamente poste in modo tale da costituire punti di appoggio per trasferimenti di organismi tra grandi bacini di naturalità quando non esistono corridoi continui. Tali unità possono, se opportunamente allineate,

sostituire, entro certi limiti, i corridoi continui (in questo caso possono svolgere un'importante funzione di rifugio).

Nel territorio indagato, sono stati individuati i seguenti elementi: gli *ecological corridors*, coincidenti con le rogge e i filari arborei, e gli *stepping stones*, coincidenti con i lembi residuali di boscaglie di caducifoglie.

Nella *Carta degli Ambiti ecologici omogenei e delle vocazioni faunistiche*, oltre ai sopracitati ecosistemi e corridoi ecologici, sono stati evidenziati gli elementi di pressione antropica, individuabili in:

- aree urbane residenziali
- aree urbane industriali
- aree estrattive
- viabilità principale (strade statali e strade provinciali)

Valutazione qualitativa della componente

La qualità alla componente ecosistemi è stata attribuita mediante valutazione congiunta dei seguenti elementi:

- livello di pregio delle unità ecosistemiche, mediante tre indicatori: rarità, adattabilità e vulnerabilità
- livello di sensibilità delle unità ecosistemiche.

A partire da questi elementi, è stato calcolato il pregio ecosistemico delle aree oggetto di studio.

Sulla base degli indicatori considerati, per l'area di studio, caratterizzata dalla presenza prevalente di agroecosistema associato a canali, rogge e filari arborei, e sporadiche boscaglie (*stepping stones*) emergono le valutazioni riportate in tabella riferite ai livelli di pregio.

Unità ecosistemiche	Rarità	Adattabilità	Vulnerabilità	Sensibilità	Indice di qualità ecosistemica
Ecosistema acquatico	Media	Bassa	Media	Media	Media
Agroecosistema	Bassa	Alta	Media	Bassa	Bassa
Ecological corridors	Media	Media	Alta	Alta	Alta
Stepping stones	Alta	Media	Media	Alta	Alta

Si segnala quindi che la maggior parte del territorio di analisi, dato che è costituito da agroecosistema, si caratterizza per un basso indice di qualità ecosistemica. Gli unici elementi ad elevato indice ecosistemico, costituiti dall'ecosistema acquatico e dagli *stepping stones*, hanno estensione assolutamente marginale e comunque non sono interessati dal progetto. Anche l'interferenza con i filari, che rappresentano corridoi ecologici continui ad elevato pregio ecologico, risulta del tutto limitata in rapporto al totale delle aree interessate.

4.5.6 Individuazione dei livelli di impatto legati alla realizzazione dell'opera in progetto

La definizione degli impatti sulle componenti analizzate è stata effettuata analizzando i possibili fattori causali derivanti dalle azioni connesse alla realizzazione dell'opera, nelle fasi di costruzione e di esercizio.

Occorre anzitutto premettere che l'opera in progetto si inserisce in un contesto caratterizzato dalla presenza dominante di aree agricole, all'interno delle quali si sviluppa la rete irrigua, un discreto numero di aree edificate residenziali con limitati elementi di vegetazione arborea. Il PTCP adottato inserisce infatti l'area in esame all'interno delle "Aree per la ricostruzione polivalente dell'agroecosistema".



Sulla base della documentazione esaminata, delle analisi condotte in campo e in relazione alle caratteristiche progettuali risulta che le interferenze maggiori legate alla costruzione del nuovo asse viario sono a carico di aree agricole.

In relazione alle componenti analizzate (vegetazione, fauna e ecosistemi) verranno pertanto interferite:

- Vegetazione infestante le aree agricole;
- Unità faunistiche territoriali delle aree agricole;
- Agroecosistemi.

Oltre a questi impatti si segnala una modesta interferenza a carico di filari esistenti.

Considerando quanto sopra esposto, si ritiene ragionevole valutare il livello complessivo dell'impatto, legato alla realizzazione del nuovo asse viario, come medio. Tale livello d'impatto deriva più da considerazione di area vasta che dallo specifico livello qualitativo delle unità ecosistemiche interferite o dalla loro estensione. Alla definizione di un livello medio d'impatto concorre anche il carattere di permeabilità del tracciato agli spostamenti animali grazie alla presenza diffusa di varchi.

Gli impatti saranno essenzialmente legati ai seguenti fattori causali:

- occupazione di suolo e sottrazione di copertura vegetale (C-E);
- fotoinquinamento e inquinamento acustico a carico della fauna (C);
- formazione di barriere agli spostamenti faunistici (C-E);
- interruzione di percorsi ecosistemici (C-E);

Nota:

C: fase di cantiere

E: fase di esercizio

Sembra opportuno richiamare il fatto che, si è evitato di trattare separatamente gli impatti sulle componenti ambientali Vegetazione, Flora e Fauna, optando per prendere in considerazione solo le variazioni che la costruzione e la presenza delle opere possono indurre nei confronti degli ecosistemi, intesi come sintesi delle predette componenti.

La realizzazione del progetto proposto, comporta delle conseguenze per le componenti naturali e per gli ecosistemi dell'area interessata, in generale piuttosto contenute, in relazione alle caratteristiche del territorio ed alle manipolazioni che questo ha subito nel tempo.

Per alcuni degli impatti potenziali sopra evidenziati, si riporta di seguito un approfondimento specifico, tratto dalla più recente bibliografia ad oggi disponibile.

OCCUPAZIONE DI SUOLO E SOTTRAZIONE DI COPERTURA VEGETALE

In questa fase la maggiore criticità è legata all'alterazione ed al degrado della composizione e struttura delle comunità vegetali: gli impatti si verificano in corrispondenza delle aree di cantiere, dove viene sottratta per un ambito territoriale variabile, non solo la vegetazione originaria (anche se legata ad aree a seminativo) ma anche il substrato fertile. In questo modo, su questi terreni smossi, hanno facilità di inserimento specie ruderali perenni che bloccano la ricolonizzazione delle specie autoctone banalizzando così l'originaria varietà floristica. E' comunque previsto il ripristino delle aree di cantiere nelle condizioni ante operam e durante il monitoraggio ambientale di ante operam si effettuerà il censimento botanico con localizzazione su planimetria delle piante esistenti sull'area di cantiere.

Nella sfera della sottrazione di vegetazione rientra anche l'alterazione ed il degrado della composizione e struttura delle comunità vegetali: gli impatti si verificano in corrispondenza delle aree di cantiere, dove viene sottratta per un ambito territoriale variabile, non solo la vegetazione originaria ma anche il substrato fertile. In questo modo, su questi terreni smossi, hanno facilità di inserimento specie ruderali perenni che bloccano la ricolonizzazione delle specie autoctone banalizzando così l'originaria varietà floristica.



RUMORE

Gli animali rispondono all'inquinamento acustico alterando gli schemi di attività, con un incremento ad esempio del ritmo cardiaco e un aumento della produzione di ormoni da stress (Algers et al., 1978).

Negli animali domestici e da laboratorio sottoposti a rumori intensi e duraturi tali effetti compaiono già a valori tra 85 e 89 dB (livelli comunque non raggiunti all'esterno del sedime).

Questi valori vengono spesso superati nelle vicinanze di aree di cantiere, ma anche dove vi è un intenso traffico stradale (Burger, 1983; Bowles, 1995).

Oltre ai danni alla salute, possono insorgere problemi di comunicazione.

Talvolta gli animali si abituano agli aumentati livelli di rumore e apparentemente ritornano ad una normale attività (Bomford & O'Brien, 1990); ma Uccelli e altre specie di fauna selvatica che comunicano tramite segnali sonori possono essere danneggiati dalla vicinanza delle infrastrutture. Il rumore prodotto dalle autostrade può inoltre disgregare la suddivisione e la difesa dei territori da parte di questi animali.

I normali comportamenti riproduttivi anche di altre specie possono essere alterati da eccessivi livelli di rumore, come è stato studiato in alcune specie di Anfibi (Barrass, 1985). Sebbene gli effetti del disturbo acustico siano molto difficili da misurare e meno intuitibili di quelli di altri tipi di inquinamento, ad esempio atmosferico, il disturbo acustico è considerato uno dei maggiori fattori di inquinamento in Europa (Vangent & Rietveld, 1993; Lines et al., 1994).

Benché manchino ricerche strategiche sulle soglie critiche del disturbo delle specie in relazione alle infrastrutture, le specie con le seguenti caratteristiche si possono considerare le più vulnerabili al disturbo e ai successivi impatti (Hill et al., 1997): specie grandi, longeve, con tassi riproduttivi relativamente bassi, specialisti per quanto riguarda l'habitat, di ambiente aperto (ad esempio zone umide) piuttosto che chiuso (ad esempio foreste), rare, con popolazioni concentrate in poche aree chiave.

Considerando la particolare tipologia progettuale analizzata, le principali interferenze provocate sulla fauna dalle emissioni acustiche/vibrazionali in fase di realizzazione delle opere, rimandano essenzialmente alle seguenti categorie:

- capacità di accoglienza dell'habitat, che diminuirà in corrispondenza dell'area cantierizzata nonché, delle sue immediate adiacenze, a causa delle immissioni sonore, che potrebbero portare anche una temporanea ridefinizione delle aree di nidificazione e/o riproduzione in genere della fauna;
- libertà di movimento della fauna, che verrà ridotta a causa soprattutto degli ostacoli fisici, ma anche in misura minore, a causa delle emissioni sonore e visive.

Nello specifico le azioni per la realizzazione delle opere di progetto, potranno comportare la ridistribuzione dei territori della fauna residente nell'area (in particolare micromammiferi ed avifauna): si può ipotizzare infatti un arretramento ed una ridefinizione dei territori dove si esplicano le normali funzioni biologiche. L'avvicinamento di veicoli di cantiere ad habitat frequentati dalla fauna, potrà causare una certa semplificazione delle comunità animali locali, tendente a favorire le specie ubiquitarie ed opportuniste a danno di quelle più esigenti.

Durante le diverse fasi di lavorazione i mezzi di trasporto ed i macchinari di lavoro rappresentano una fonte di rumore e, quindi, di potenziale disturbo nei confronti della fauna. In modo analogo, le operazioni di realizzazione di escavazione costituiscono una sorgente di rumore e di vibrazioni che, trasmettendosi nel sottosuolo, potrebbero comportare disturbo sulla componente faunistica dell'ecosistema.

Alcune specie si dimostrano potenzialmente più vulnerabili relativamente alla vicinanza degli habitat da essi frequentati al sito di intervento o alla corrispondenza di talune fasi del loro ciclo vitale con il periodo di realizzazione dell'opera prevista dal progetto.

In particolare da alcuni studi si rileva che molte specie selvatiche e domestiche (Drummer, 1994) e molte specie di uccelli (Meeuwssen, 1996) evitano le aree adiacenti alle autostrade a causa del rumore delle attività umane associate. Reijnen (1995) ha osservato che la densità degli uccelli in aree aperte diminuisce quando il livello di rumore supera i 50 dB, mentre gli uccelli in ambiente forestale reagiscono ad una soglia di almeno 40 dB, come rappresentato nella successiva Figura.

Ciononostante, secondo Busnel (1978), gli uccelli sono normalmente in grado di filtrare i normali rumori di fondo, anche se di intensità elevata, e di riconoscere i suoni per essi rilevanti.

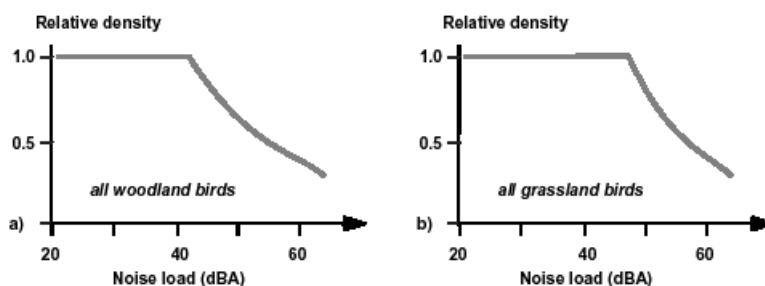


Figura 4.5-1: Rappresentazione dell'Impatto dell'Inquinamento Acustico da Traffico su Popolazioni di Uccelli Nidificanti in Olanda (da Reijnen et al., 1995).

Alcuni fattori ambientali, come la struttura della vegetazione circostante e i tipi di habitat adiacenti, possono influenzare la diffusione del rumore e la densità degli animali, in particolare degli uccelli, e perciò influenzare il grado di impatto dell'inquinamento acustico.

È stato rilevato anche che, se l'ambiente circostante fornisce sufficienti habitat riproduttivi essenziali che sono rari o scomparsi nell'intorno, la densità degli uccelli lungo le strade non è necessariamente ridotta, anche se l'inquinamento ed altri effetti possono ridurre la qualità ambientale di tali habitat (Meunier et al., 1999).

Va inoltre tenuto conto che, secondo diversi studi, quando gli uccelli vengono sottoposti ripetutamente a disturbo acustico senza che a questo si associ un reale pericolo, essi sono perfettamente in grado di "abituarsi" al disturbo stesso, senza mostrare segni evidenti di stress (si veda ad es. Fornasari e Calvi, 2003).

A ciò va inoltre aggiunto che gli uccelli sono molto mobili (in particolare durante lo svernamento), per cui una eventuale fonte di disturbo può essere evitata spostandosi in aree più tranquille.

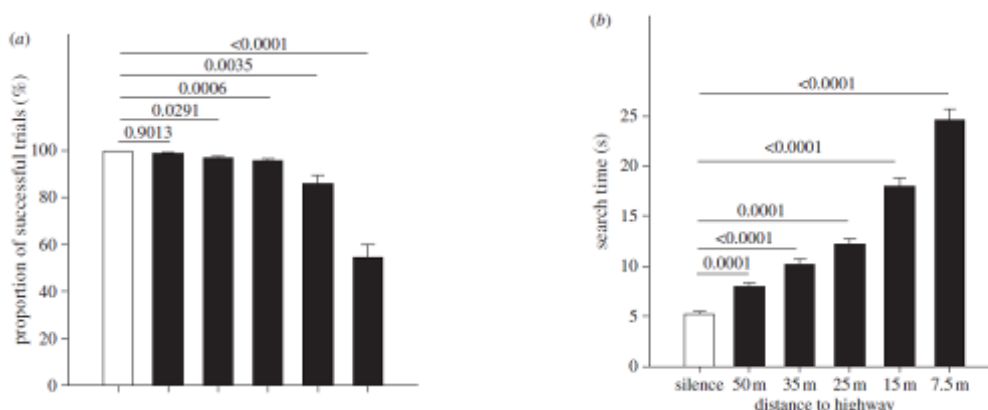


Figura 4.5-2: Relazione tra tempo di caccia, efficienza predatoria e distanza dalla fonte di disturbo

Analogamente alla componente ornitica, anche la bibliografia relativa alla chiropterofauna, evidenzia come l'impatto acustico (Bjorn M. Siemers, Andrea Schaub, 2008 e 2010⁴) sia particolarmente

4 Björn M. Siemers and Andrea Schaub, Proc. R. Soc. B published online 17 November 2010, "Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators" – THE ROYAL SOCIETY BIOLOGICAL SCIENCES.

significativo solo nelle vicinanze delle fonti emmissive entro una fascia di ampiezza dell'ordine di grandezza di alcune decine di metri (50 metri nel caso citato dall'articolo, in cui si faceva riferimento ad una autostrada ad elevata percorrenza).

Tale incidenza negativa si esplica, non tanto nell'impedimento della frequentazione dei territori disturbati, ma in un aumento del tempo di volo di caccia per poter mantenere la medesima efficienza predatoria di un ambito indisturbato.

Il lavoro di B.M. Siemers e A.Schaub evidenzia inoltre come non sia significativo tanto il volume del rumore prodotto (dB) bensì la frequenza del rumore medesimo, ad influenzare negativamente l'esplicazione dei normali cicli vitali delle popolazioni di chiroterri.

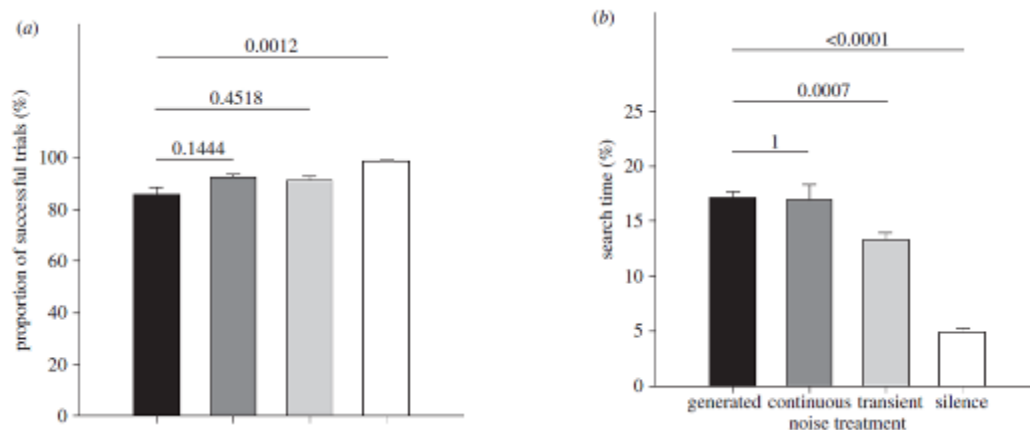


Figura 4.5-3: Relazione tra tempo di caccia, efficienza predatoria e tipologia di rumore prodotto

Nello specifico tale ricerca evidenzia come siano infatti le frequenze elevate ad avere l'impatto più consistente in termini di aumento di tempo di caccia.

Rispetto alla chiroterrofauna si ricorda inoltre come in generale l'impatto più gravoso, si verifica quando le attività condotte, effettuate durante il periodo di ibernazione della colonia (generalmente tra novembre ed aprile), comportano il risveglio degli individui presenti. Si osserva infatti come anche il "semplice" risveglio comporti per gli esemplari un cospicuo investimento energetico. Questo si traduce in una diminuzione delle riserve di grasso che può pregiudicare la capacità di un successivo risveglio, cosicché gli esemplari rischiano di morire una volta ripresa l'ibernazione. La fuga alla ricerca di un altro rifugio invernale in un periodo climaticamente ostile e privo di disponibilità alimentare, determina ulteriori rapidissime perdite di peso corporeo, che mettono a repentaglio la sopravvivenza degli esemplari, per altro legata all'improbabile rapida scoperta di un nuovo sito adatto all'ibernazione.

EMISSIONI IN ATMOSFERA E DISPERSIONE INQUINANTI

Le operazioni di scavo e di movimentazione delle terre, segnatamente all'aumento del traffico veicolare dei mezzi delle maestranze, causeranno un incremento di polveri e gas inquinanti, sia direttamente legati al traffico che ad eventi necessari od accidentali.

L'emissione di inquinanti è acuitizzata dal dilavamento delle superfici stradali e/o in generale delle superfici interessate dalle operazioni di cantiere, che oltre al carico viario può registrare picchi invernali di sale antighiaccio o peggio a causa di eventi accidentali o di incidenti sversamenti anche assai gravi di sostanze nocive o tossiche per la fauna.

Tale tipologia di impatto si potrebbe verificare in particolare presso l'ingresso/uscita degli automezzi in prossimità delle aree di lavoro, nonché lungo le strade interessate dal passaggio dei mezzi di trasporto.

IMPATTO LUMINOSO

L'inquinamento luminoso è definito come "qualunque alterazione della quantità naturale di luce presente di notte nell'ambiente esterno e dovuta ad immissione di luce di cui l'uomo abbia responsabilità". In Italia, dieci Regioni hanno prodotto norme nella materia: per la Regione Lombardia, la legge di riferimento è la L.R. 38/2004 e il regolamento di attuazione D.G.R. Lombardia 7/6162/2001.

I sistemi d'illuminazione artificiale influiscono negativamente sulla fauna e sugli ecosistemi in generale. L'alterazione dell'equilibrio giorno/notte determinata dall'irraggiamento di luce artificiale, può causare danni notevoli agli animali (disorientamento di uccelli e mammiferi notturni, morte di lepidotteri determinata dal calore prodotto dalle fonti luminose) e alle piante.

Alcune specie di uccelli (come alcuni passeriformi) che usano l'orientamento astronomico nelle loro migrazioni notturne possono essere disturbati dalla presenza di fonti luminose artificiali. Gli effetti della dell'inquinamento luminoso di origine artificiale, incidono poi anche su numerose specie di uccelli (in particolare di bosco) che usano come richiamo sessuale il canto del mattino⁵.

In alcune di queste specie, i maschi che si trovavano più vicini alla luminosità artificiale iniziano a cantare ben prima del normale, rispetto ai maschi che si trovano all'interno del bosco, lontano da sorgenti di luce, modificando così il comportamento riproduttivo di tali specie.

Le opere di progetto, non prevedono lavorazioni notturne e, conseguentemente, non implicano l'illuminazione del sito: per tale ragione si ritiene che non vi siano impatti significativi in termini di inquinamento luminoso, sui vertebrati presenti o potenzialmente presenti nell'area di studio.

IMPATTO INDIRETTO DOVUTO ALLA MINORE CAPACITÀ DI MOVIMENTO E ALLA RECISIONE DI CORRIDOI ECOLOGICI E ALL'AUMENTO DELLA FRAMMENTAZIONE E DELL'ISOLAMENTO DEI BIOTOPDI DI PREGIO

La frammentazione degli ecosistemi dovuta alle infrastrutture lineari è un problema che desta forte preoccupazione in Europa (Prillewitz, 1997⁶), ed in Italia già da un decennio è stato considerato nei diversi aspetti di interazione non solo faunistici (Perco et al. 1977, Malcevschi et al. 1996, Santolini et al. 1997⁷, Dinetti 2000, Gibelli e Santolini 2000).

I fenomeni di frammentazione e di recisione di corridoi ecologici possono innescare un processo di progressivo isolamento causato dalla mancanza di permeabilità agli scambi biologici, alle interazioni intra ed interspecifiche determinando, una forte riduzione degli habitat favorevoli a molte specie soprattutto terricole.

Tutto questo ha conseguenze importanti sulla fauna e sulla sua vitalità nonché sugli ecosistemi come è stato messo in evidenza alle differenti scale spaziali da Canters et al. (1997). E' stato infatti osservato (Santolini 1996) che la frammentazione degli habitat determina:

5 Kempnaers B., et al, 2010 Artificial Night Lighting Affects. Dawn Song, Extra-Pair Siring Success, and Lay Date in Songbirds. Current Biology 20, 1735–1739, October 12, 2010.

6 Prillewitz, F.C. 1997. Fragmentation, not forever. In: Canters, K., Piepers, A. and Hendriks-Heersma, A., (Eds.) Proceedings of the international conference on Habitat fragmentation and infrastructure in Maastricht & DenHague 1995, Delft, The Netherlands: Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division.

7 Santolini R., Sauli G., Malcevschi S. e Perco F. 1997. The relationship between infrastructure and wildlife: problems, possible project solutions and finished works in Italy.



- un frazionamento delle popolazioni soprattutto se legate ad habitat particolari;
- un aumento di specie per lo più ubiquiste e la rarefazione e l'estinzione di specie esigenti;
- maggiori costi riproduttivi e maggiori rischi (es. predazione);
- un forte condizionamento dell'ambiente soggetto a frammentazione dovuto all'attività umana e quindi sempre più influenzato dal disturbo che assume livelli diversi in funzione della scala.
- l'estinzione locale di una o più specie che innesca una ulteriore frazionamento della/e popolazione/i; il processo diventa irreversibile nel caso di frammenti piccoli ed isolati di habitat occupati da popolazioni non vitali.

Questo scenario di effetti potenziali determinati dalla frammentazione, è in relazione alla necessità per qualsiasi specie, di dipendere da un'area minima vitale e quindi da valori soglia di habitat utili al loro automantenimento, sotto i quali una specie e/o una comunità possono essere influenzate fortemente dal processo di frammentazione che induce una, riduzione anche significativa dei valori di abbondanza o di ricchezza fino ad arrivare ad estinzioni locali (Andrén 1994, Santolini et al. 2003, Battisti 2004).

La frammentazione degli ecosistemi si esplica, oltre che direttamente, ad esempio attraverso la realizzazione di strutture in rilevato e/o recinzioni o anche per la "semplice" presenza di superfici artificiali (pavimentazioni stradali in cemento o di altro tipo, aree a suolo nudo), anche indirettamente attraverso l'emissione di disturbi di diversa natura che si possono diffondere anche a notevole distanza dalla fonte (rumore, vibrazioni, ...).

Le aree cantierizzate, oggetto di permanenza di lavorazioni, costituiscono delle potenziali fonti di inquinamento (vedi paragrafi precedenti) a cui si somma un effetto barriera generato dai tratti recintati: i due effetti sommati possono impedire gli spostamenti che gli animali compiono alla ricerca di cibo o per esigenze riproduttive.

Questa tipologia di impatto si estrinseca nella diminuzione di naturalità dei biotopi prossimi alle aree cantierizzate, in termini di connessione e possibilità di interazione e scambio con altri biotopi del settore di appartenenza.

Tale impatto ha ripercussioni sulla componente faunistica ed in particolare, in prossimità di settori con formazioni boschive e/o ambienti umidi (che nelle aree oggetto di studio sono presenti in minor misura rispetto alla matrice agricola prevalente).

Quando le distanze tra gli habitat naturali preferiti dagli animali diventano eccessive e le dimensioni dei biotopi rimasti disponibili diventano troppo limitate per sostenere popolamenti equilibrati, l'estinzione locale della specie interferita diventa un pericolo concreto. Tale rischio è evidente soprattutto (ad esempio) per la classe degli anfibi, che popolano gli ambienti umidi e che compiono periodiche migrazioni riproduttive tra un ambiente e l'altro.

Nello specifico le opere di progetto renderanno preclusa l'area, a qualsiasi passaggio della fauna, fino alla conclusione delle lavorazioni, al termine delle quali le recinzioni saranno rimosse.

Il traffico generato dalle attività di cantiere, così come il traffico in fase di esercizio dell'infrastruttura, comporterà invece un impatto come effetto barriera indiretto, in termini di propagazione di una serie di disturbi (rumore, emissioni, polveri) che impatterà sui popolamenti faunistici prossimi alle arterie stradali interessate dal passaggio degli automezzi.

MAGGIORE MORTALITÀ DELLE SPECIE, CAUSATA DAGLI INCIDENTI (COLLISIONI CON I VEICOLI)

Tra gli effetti negativi di tipo diretto legati all'aumento del traffico veicolare, rientra la "road mortality", mortalità per investimento. Tale fenomeno è molto cresciuto negli ultimi decenni, ed attualmente si pone al primo posto tra le cause di mortalità inferta dall'uomo alla fauna selvatica. Le cause che spingono un animale selvatico all'attraversamento delle strade e delle relative aree di pertinenza sono: attraversamento volontario, invasione accidentale della carreggiata, accesso a scopo alimentare a resti di animali uccisi dal traffico, ricerca di particolari condizioni microtermiche o di siti di nidificazione e/o di rifugio.

Tutte le specie animali possono rimanere vittime del traffico, anche se l'erpetofauna e alcuni mammiferi, appaiono più esposti al rischio di investimento di altri.

Le situazioni più a rischio si verificano quando si incrociano corridoi biologici, lungo i quali si spostano gli animali, e la rete stradale usata dall'uomo, con gravi impatti sulla biodiversità (es.: strade che intercettano la migrazione annuale degli anfibi dai siti di alimentazione e di svernamento a quelli di riproduzione e viceversa).

Le attività di progetto determineranno un aumento del traffico sulla rete stradale afferente le aree interessate dalle lavorazioni, imputabile ai mezzi utilizzati dalle maestranze ed in particolare ai mezzi utilizzati per il trasporto del materiale lapideo.

Considerando la breve durata dei cantieri relativi alle opere esaminate, nonché la bassa vocazionalità faunistica delle aree attraversate, si ritiene l'impatto analizzato poco significativo. In fase di esercizio invece pur considerando la bassa vocazionalità faunistica dell'area di studio, si determinerà un impatto nei confronti soprattutto della meso-fauna meno mobile.

4.5.7 Interventi di mitigazione

La mitigazione degli impatti comporterà l'adozione di misure progettuali ed operative, in grado di agire direttamente sulle azioni che generano gli impatti stessi, al fine di ridurre le conseguenze sulla componente.

Tali opere di mitigazione tengono conto delle differenti condizioni geomorfologiche, fitogeografiche, pedologiche evidenziate in precedenza.

Occorre anzitutto segnalare che nella fase di sviluppo del progetto definitivo si è prestata particolare attenzione alla progettazione di opere a verde che potessero da un lato mitigare gli impatti legati alla realizzazione dell'opera, e dall'altro restituire, in fase di esercizio, un territorio che vedesse implementati gli elementi di naturalità allo stato di fatto leggermente carenti. La progettazione degli interventi a verde si è basata sulle caratteristiche stazionali e vegetazionali delle aree interferite al fine di poter scegliere tipologie e specie che si adattassero in maniera ottimale all'area di intervento. In particolare, come illustrato negli elaborati cartografici relativi agli interventi a verde, sono state scelte specie autoctone in grado di inserirsi in maniera ottimale nelle aree di impianto.

Tra gli interventi di mitigazione e ripristino ambientale di maggior rilievo si segnalano:

- Inerbimento delle scarpate dei rilevati;
- Messa a dimora di specie arbustive autoctone delle scarpate dei rilevati. Per la messa a dimora di arbusti verranno messe a dimora le seguenti specie: *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*;
- Sistemazione a verde delle rotatorie: in questo tipo di sistemazione verranno messe a dimora le seguenti specie sia arboree che arbustive:
Specie arboree: *Ulmus minor*, *Quercus robur* ;
Specie arbustive : *Sambucus nigra*, *Ligustrum vulgare*, *Frangula alnus*, *Rosa canina*.
- Sistemazione delle aree residuali a lato della rotatoria 1 (in prossimità del cimitero), in corrispondenza del sottopasso per la viabilità agricola e in corrispondenza della rotatoria di fine intervento: il passaggio del nuovo asse viario, consentirà di dismettere alcuni tratti di strada esistente (all'inizio dell'intervento) o di ottenere reliquati che potranno essere oggetto di sistemazione a verde. Su queste aree, previa la rimozione della struttura stradale esistente ove necessario, è prevista la realizzazione di una macchia arboreo arbustiva così composta:
Specie arboree: *Ulmus minor*, *Quercus robur* ;
Specie arbustive : *Sambucus nigra*, *Ligustrum vulgare*, *Frangula alnus*, *Rosa canina*.

Oltre agli interventi citati, per la cui rappresentazione cartografica si rimanda alle planimetrie allegate, si suggerisce il seguente intervento:

- Innaffiamento controllato dei cumuli di terra e delle strade di servizio: l'innaffiamento controllato dei cumuli di terra e delle strade di servizio permette di limitare al massimo la dispersione di polveri nelle zone circostanti. Tale accorgimento diminuisce notevolmente

l'impatto sulla vegetazione durante le fasi di costruzione ed è particolarmente importante per le specie acquatiche sensibili all'intorbidimento idrico.

Circa l'efficacia delle opere a verde proposte, si rimanda al capitolo riguardante il bilancio ecologico, nel quale sarà possibile stimare in termini quantitativi e qualitativi l'effettiva funzionalità ecologica degli interventi previsti.

4.5.8 Bilancio ecologico

Per il calcolo del bilancio ecologico si è reso necessario poter disporre sia delle aree permanentemente occupate, desunte di fatto dal calcolo della stima quantitativa della superficie sottratte dall'opera, che delle aree non interessate dal passaggio della strada ma che saranno soggette a interventi di mitigazione con piantumazione di specie arboree e arbustive autoctone. Dette aree sono state calcolate producendo uno Shape file delle aree di localizzazione degli interventi, tramite il quale, mediante le funzioni di Geoprocessing, è stato possibile calcolare gli usi del suolo pregressi alla realizzazione dell'opera.

In ultima analisi queste operazioni hanno consentito di poter pervenire, mediante i calcoli descritti successivamente, ad un valore di BTC ante-operam e post-operam delle aree interessate dall'opera in progetto.

La stima effettuata di seguito sarà quindi effettuata sullo stato della progettazione ad oggi disponibile.

4.5.8.1 L'indice di biopotenzialità

Al fine di paragonare lo stato ecologico attuale con quello di progetto dell'area d'intervento, è stato utilizzato l'indice di biopotenzialità territoriale (B.T.C.).

Il metodo, introdotto da V. Ingegnoli, parte dal presupposto che la vita nella biosfera è organizzata secondo diversi livelli di complessità biologica, in cui esiste un legame indissolubile tra ogni organismo e la comunità ecologica in cui vive. Il territorio può essere considerato un sistema ambientale formato da ecosistemi che interagiscono tra di loro, e dinamico, cioè che si evolve nel tempo.

In tutti i sistemi dinamici è possibile definire varie funzioni di stato, in grado di rappresentare l'evoluzione del sistema nel tempo. La biopotenzialità territoriale o potenzialità biologica è, appunto, una funzione di stato che permette il confronto quantitativo e qualitativo tra zone omogenee e ha come riferimento i sistemi vegetali e il loro metabolismo. E' una grandezza capace di valutare il flusso di energia metabolizzato per unità di area, correlata alla capacità di autoequilibrio del territorio, permettendo così di valutare lo stato di equilibrio di un territorio inteso come sistema biologico.

L'indice di biopotenzialità territoriale assegna ad ogni unità ambientale un intervallo di valori, oggettivando in modo scientifico l'importanza ecologica dell'unità stessa all'interno dell'ecosistema.

In particolare, hanno un elevato valore ambientale quegli ecosistemi dotati di una elevata resistenza (capacità di un sistema di evitare modifiche rispetto allo stato originario durante un impatto negativo), ma nel contempo di una scarsa resilienza (capacità di un sistema di rigenerarsi dopo aver subito un impatto negativo) ai fattori di pressione esterni.

L'indice, che si basa sul concetto di stabilità resistente degli ecosistemi, tiene conto dei dati metabolici dell'ecosistema: produzione primaria lorda (PG), respirazione (R) e biomassa (B).

La Biopotenzialità Territoriale, misurata in: [Mcal / m² / a], è così definita:

I = principali ecosistemi della biosfera

$A_i (R/PG)_i / (R/PG)_{max}$ = misura il grado di capacità metabolica relativa dei principali ecosistemi

$B_i (dS/S)_{min} / (dS/S)_i$ = misura il grado di mantenimento antitermico degli ecosistemi

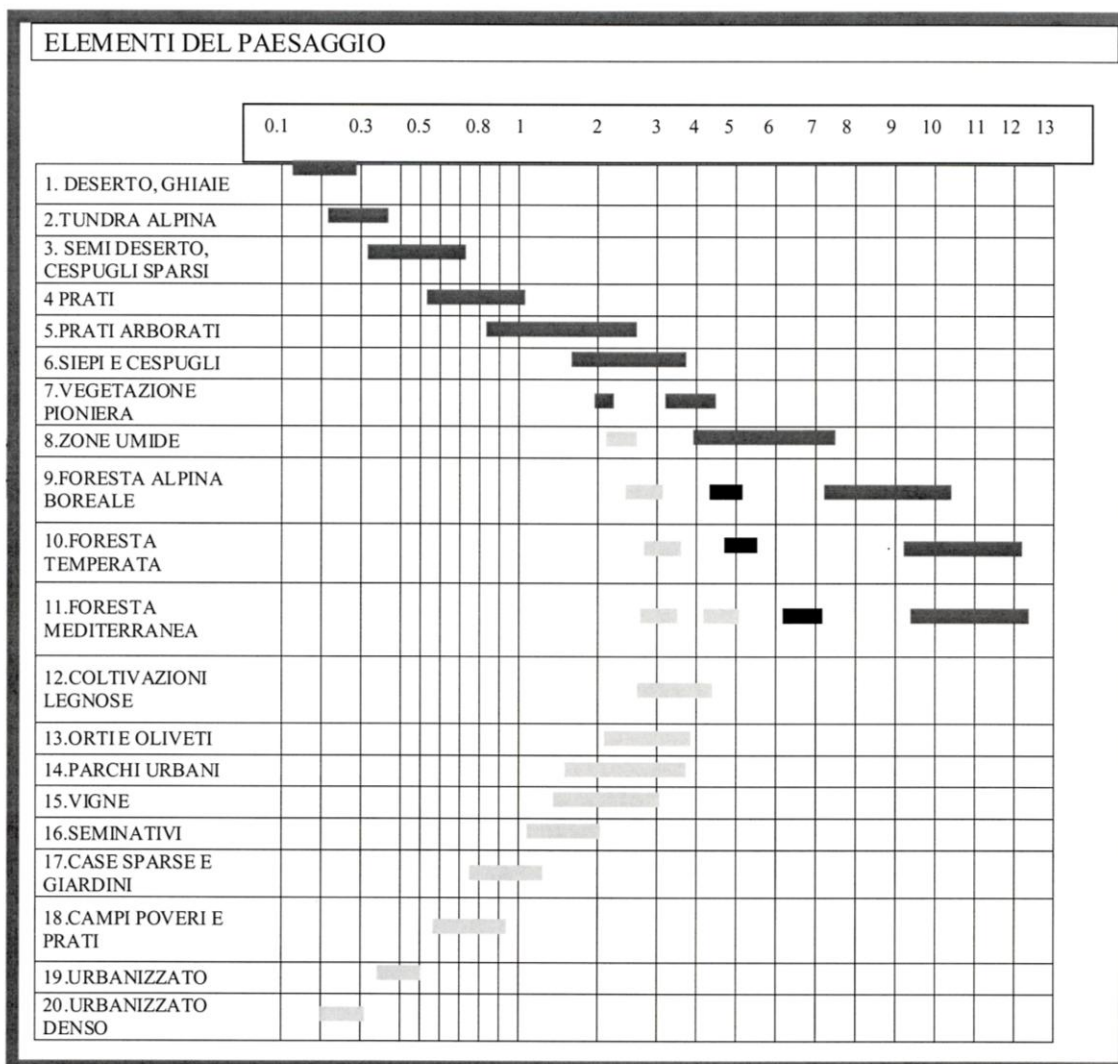


$dS/S = R/B =$ rateo di mantenimento della struttura.

$$Btc_i = \frac{1 + (a_i + b_i) \cdot R}{2}$$

Nella tabella seguente, vengono indicati gli intervalli di valori di Btc da assegnare alle diverse unità paesaggistiche.

Come si può notare, i valori di BTC variano da 0,1 a 13 all'interno di una scala ad intervalli disomogenei. Sono indicati i valori per una condizione naturale e per una maggiormente antropizzata; è presente anche una terza condizione intermedia appartenente a tutte quelle unità che subiscono una parziale forma di gestione. Ad ogni unità paesaggistica è assegnato un "range" di valori di diversa ampiezza, che è tanto maggiore quanto più naturale è un sistema (i seminativi, ad esempio, possono assumere valori che vanno da 1 a 2, mentre la foresta mediterranea possiede un range tra 2,5 e 12,5).



0.1

2.4

CRITERI DI ATTRIBUZIONE
E STABILITA' PREVALENTE

RECUPERO

RESISTENZA




-  Condizioni naturali
-  Condizioni antriche
-  Bosco ceduo. foresta immatura....

Tabella 4.5-1: Stima dei valori di BTC, calcolati per i principali tipi di elementi paesaggistici dell'Europa centro-meridionale. Valori in Mcal/m²/anno (Ingegnoli, 1993)

Come accennato, i valori più elevati corrispondono a sistemi molto resistenti e poco resilienti (ad es. le varie forme di foresta a diverse latitudini), mentre le unità urbanizzate o i prati, che facilmente vengono disturbati ma sono in grado di recuperare in fretta le condizioni iniziali, assumono valori più bassi.

In base ai "range" indicati in tabella, è necessario stabilire, per le unità paesaggistiche presenti nell'area di studio, dei valori più precisi e più conformi alla situazione reale.

Nel caso oggetto della presente relazione sono state individuate le seguenti unità ambientali omogenee, ciascuna contraddistinta da un valore di Btc dedotto dal confronto tra i "range" di valori individuati da Ingegnoli e le caratteristiche delle unità ambientali presenti nell'area d'intervento:

Nel caso specifico la realizzazione dell'infrastruttura in oggetto genera le maggiori interferenze a carico di aree a seminativo alle quali è stato assegnato un valore di BTC pari a 1,1, mentre per le modeste superfici di filari arborei interferite è stato assegnato un valore di BTC pari a 1,5. Per quanto riguarda la sovrapposizione con la viabilità esistente (di cui tener conto nei ripristini ambientali) ad essa è stato assegnato un valore di BTC pari a 0.

Per quanto attiene il complesso degli interventi a verde, le differenti tipologie progettuali sono state suddivise nelle seguenti 2 macrocategorie:

- Sistemazione delle scarpate mediante inerbimento e messa a dimora di arbusti al piede: è stato assegnato un valore di BTC (intermedio fra quelli previsti da Ingegnoli per le superfici a prato - rinverdimento scarpate e pertinenze - e delle siepi) pari a 2.
- Sistemazione delle rotatorie e delle aree intercluse mediante realizzazione di macchia arborea arbustiva: è stato assegnato un valore di BTC pari a 2.6

Dopo aver assegnato i valori di BTC alle varie tipologie, si confronterà la situazione ante operam, con quella post operam, ad interventi di recupero avvenuti. A tal fine è stata calcolata, per ogni unità ambientale, la rispettiva area occupata in ettari, che sarà in seguito relazionata al valore di BTC.

4.5.8.2 Situazione ante operam

Nella tabella seguente si indicano le superfici sottratte permanentemente a seguito della costruzione dell'infrastruttura in progetto ed alla realizzazione degli interventi a verde compensativi, nonché il relativo valore di BTC totale (ottenuto moltiplicando il valore di BTC/unità di superficie con l'estensione in ettari interessata).

Tabella 4.5-2: Stima dei valori di BTC nella situazione ante – operam

	ELEMENTI PAESAGGIO	DI SUPERFICIE (ha)	Btc MEDIA PER HABITAT (Mcal/ha/anno)	VALORE DI Btc x SUPERFICIE
Realizzazione strada (A)	Seminativi	4.08	1.10	4.49
	Filari arborei	0.50	1.50	0.75
	Viabilità esistente	0.30	0.00	0.00
Opere di mitigazione	Seminativi	0.77	1.10	0.85
	TOTALE A+B	5.65		6.09



4.5.8.3 Situazione post operam

Si procede, di seguito, al calcolo del valore di BTC totale relativo all'assetto territoriale post operam (ad affermazione degli impianti in progetto).

Tabella 4.5-3: Stima dei valori di BTC nella situazione post - operam

ELEMENTI PAESAGGIO	DI	SUPERFICIE (ha)	Btc MEDIA PER HABITAT (Mcal/ha/anno)	VALORE DI Btc x SUPERFICIE
Sistemazione rilevati con messa a dimora di specie arbustive		2.13	2.00	4.26
Macchie arbustive	arboree	0.77	2.60	2.00
Piano stradale		3.30	0.00	0.00
TOTALI		6.2⁸		6.26

4.5.8.4 Conclusioni

I risultati delle tabelle precedenti indicano che gli interventi a verde di compensazione previsti a fronte della realizzazione dell'opera, consentono di pervenire ad un bilancio ecologico moderatamente positivo (BTC ante operam = **6.09** – BTC post operam a recupero ambientale avvenuto = **6.26**).

Si sottolinea come la superficie agricola sottratta permanentemente per la realizzazione della strada, sarà compensata, dal punto di vista ecologico, dagli interventi di mitigazione che fanno riferimento alla macchia arbustiva (sui rilevati) e arboreo arbustiva (per sistemazione rotatorie e aree intercluse). Le tipologie utilizzate e la scelta del dimensionamento superficiale delle aree è stata effettuata con lo scopo di bilanciare il BTC nella situazione ante e post operam.

⁶ Il valore di superficie totale post operam risulta maggiore di quello ante operam in quanto si è tenuto conto delle superfici inclinate delle scarpate dei rilevati

4.6 Paesaggio

4.6.1 Lineamenti generali del paesaggio

L'area di intervento si colloca nel settore della Pianura Padana a sud di Brescia. A livello di area vasta l'assetto del paesaggio agrario discende dalle bonifiche operate in epoca storica con la scomparsa delle grandi foreste del Querceto Misto Padano a favore delle coltivazioni irrigue e seccagne. Sporadici elementi di sopravvivenza del paesaggio naturale sussistono in aree residuali isolate di ridotte dimensioni e lungo la rete idrografica principale, nel caso specifico costituita dal Fiume Chiese.

Il disegno del paesaggio agrario presenta, seguendo le trasformazioni recenti, una notevole dinamica evolutiva che configura, nella fascia della pianura, assetti agrari sempre meno caratterizzati nel loro disegno distributivo e sempre più rivolti a un'organizzazione di tipo estensivo monoculturale. Sotto questo profilo diventa anche più labile la tradizionale distinzione fra alta e bassa pianura che un diverso regime idraulico aveva, fino a qualche decennio or sono, fortemente connotato e distinto.

A tali considerazioni si aggiunge la forza modificatrice del fenomeno urbano tale da configurare ormai diffusamente la Pianura Padana come "campagna urbanizzata" in cui l'affollamento della trama infrastrutturale, degli equipaggiamenti tecnologici, dell'urbanizzazione "di strada" o di espansione del già consistente tessuto insediativo storico delinea una situazione paesaggistica fortemente compromessa almeno nei suoi caratteri di pregio ambientale. Si evidenzia al riguardo la fitta rete infrastrutturale, anche di origine storica, sia in senso est – ovest che in senso nord – sud.

L'ambito territoriale in cui ricade la nuova viabilità in progetto può essere ricondotto alla tipologia di paesaggio della pianura irrigua, come denota la ricca trama di filari e siepi nelle zone circostanti il tracciato.

Il limite fra la bassa e l'alta pianura corre lungo la "fascia dei fontanili". Il paesaggio che ne discende, fatta salva la sempre crescente espansione delle aree urbane, si compone di prati stabili avvicendati e di campi a prevalenza di grano o granturco

L'introduzione di nuove colture e la meccanizzazione dei lavori nei campi tende a impoverire la tessitura minuta del paesaggio agrario, con l'eliminazione delle alberature, delle partizioni, della trama irrigua e di collegamento viario minore.

Questa tipologia di paesaggio merita una forte attenzione, rispettandone la straordinaria tessitura storica nonché la condizione agricola altamente produttiva che identifica la tradizionale prosperità del suolo lombardo

4.6.2 Caratteristiche del paesaggio locale

Le caratteristiche del paesaggio locale sono illustrate in allegato 13 *Paesaggio ed emergenze storico monumentali* (IN0500DE2N4SA000A0561) e nelle successive figure.

Gli elementi salienti di questo paesaggio sono costituiti dalla presenza di campi a seminativo e appezzamenti di prati avvicendati, bordati da un ricco reticolo di siepi e filari che rispecchiano la trama minuta dei corsi d'acqua irrigui.

In un paesaggio di questa natura le visuali sono di breve raggio, continuamente delimitate e frammentate dagli elementi arborei e arbustivi, con indubbie ricadute in termini di salvaguardia della qualità del paesaggio visivo a fronte dell'inserimento di una infrastruttura lineare di trasporto. Queste caratteristiche consentono inoltre, almeno entro certi limiti, di mantenere le caratteristiche del paesaggio agrario a fronte dell'incombente espansione dei centri urbani posti immediatamente a nord della nuova viabilità.



Figura 4.6-1: Filare arboreo presente lungo la viabilità interpodereale esistente costeggiata da seminativi.



Figura 4.6-2: Nella ripresa fotografica sono ben visibili i filari naturali che si sviluppano lungo la rete idrografica minore.



Figura 4.6-3: Nell'immagine è ripreso un appezzamento di prato stabile di pianura con filari di vegetazione naturale sullo sfondo.



Figura 4.6-4: Nella ripresa fotografica è visibile la Chiesa dell'abitato di Capodimonte in prossimità della fine dell'intervento in progetto.



Il territorio interessato dall'infrastruttura in progetto risulta anche caratterizzato da diffuse aree di cava, talvolta di piccole dimensioni, in attività o meno. Il termine delle attività spesso coincide con la sistemazione dei laghetti per uso turistico ricreativo.

4.6.3 Elementi di rilievo ed elementi detrattori

Come esposto, il paesaggio locale, per l'integrazione tra spazi aperti delle coltivazioni e limiti visivi determinati dalla trama dei filari e delle siepi, costituisce di per sé un elemento qualificante, pur in assenza di fattori di forte richiamo.

Non si segnala inoltre la presenza di elementi detrattori di forte evidenza percettiva.

4.6.4 Modificazioni indotte dall'opera in progetto

Dal punto di vista del potenziale impatto paesaggistico la nuova infrastruttura si inserisce in un contesto caratterizzato da un reticolo di siepi e filari sufficientemente fitto da impedire visuali ad ampio raggio e tale, di conseguenza, da mascherare la nuova infrastruttura, che risulta visibile solo per brevi tratti e da punti di vista collocati nel suo immediato intorno.

Il tracciato mantiene costantemente un profilo radente rispetto al piano campagna, ad esclusione di un breve tratto di superamento della viabilità locale.

Questo, unitamente alla copertura del suolo descritta, consente di evitare alterazioni significative nella percezione del paesaggio locale. In altri termini si può ragionevolmente ritenere basso il livello di impatto paesaggistico della nuova infrastruttura. Una situazione rappresentativa dell'inserimento della nuova infrastruttura viene illustrato nella successiva figura.

La collocazione di una fascia arbustiva al piede del rilevato, nel tratto di raccordo con il fosso di guardia, permette di realizzare un ulteriore elemento di continuità con l'attuale copertura del suolo, favorendo un compiuto inserimento della nuova infrastruttura nel paesaggio locale. Questa tipologia di sistemazione viene illustrata nello specifico elaborato dedicato alle opere di mitigazione (allegato 7, Localizzazione e predimensionamento delle misure di mitigazione, IN0500DE2N5SA000P0060).

Occorre infine segnalare, a livello sia di mitigazione paesaggistica dell'infrastruttura sia di qualificazione del paesaggio percepito dagli utenti della nuova strada, il ruolo delle rotonde, in cui è prevista la sistemazione arbustiva e arborea del nucleo centrale.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
124

Figura 4.6-5



4.7 Archeologia

4.7.1 Generalità

La nuova strada in progetto costituisce un breve segmento che collega la S.P. 23 e la S.P. 77 in corrispondenza di Borgosatollo, costituendo di fatto un tratto della tangenziale al centro di Borgosatollo, in corrispondenza della frazione Capodimonte di Castenedolo

La nuova infrastruttura è tracciata nell'ambiente delle cave lungo il tracciato del torrente Garza, dove sono cresciuti insediamenti produttivi, in particolare concentrate oltre la periferia E del paese.

La nuova strada in progetto attraversa un breve tratto di pianura, talora degradato per via dei numerosi laghi di cava, raccordando l'area industriale di Borgosatollo, con la nuova autostrada in progetto (BREBEMI), dove è svincolata in corrispondenza del futuro casello di Borgosatollo.

Sul piano archeologico si segnala unicamente un sito collocato al piede della collina della frazione Capodimonte di Castenedolo nel breve tratto di pianura compreso tra il torrente Garza e la collina.

Nonostante la limitatezza di evidenze archeologiche, si può qualificare l'area come potenzialmente interessante per la colonizzazione romana, anche se la presenza di grandi laghi di cava non sembrano aver condotto a rinvenimenti significativi, pertanto possiamo presumere che il breve tratto di pianura entro il quale si sviluppa la nuova strada in progetto sia da ascrivere a una porzione periferica e marginale, rispetto alla struttura insediativa romana fatta di pagi e di vichi distribuiti nella campagna. È ben visibile la maglia centuriale romana.

Gli elementi di valutazione e di documentazione sono riportati nell'elaborato Allegato 14.

4.7.2 Emergenze archeologiche e storico-monumentali

CASTENEDOLO (BS)

Capodimonte (259)

Reperti di età romana (I-II sec. d.C.) ⁹

⁹ CARTA ARCHEOLOGICA BRESCIA 1991, p.51, sito 043/001, scheda n. 322



4.7.3 Valutazione dei livelli di impatto archeologico

Sulla base dei risultati della ricerca bibliografica, si è suddiviso il territorio in base alla sua sensibilità, definita in relazione alle concentrazioni di ritrovamenti archeologici e di evidenze storiche ed architettoniche presenti. Bisogna tenere presente però che, mentre per la parte che si riferisce ai monumenti ed edifici di interesse storico, la ricerca si conclude con la loro elencazione e ubicazione lungo il tracciato, Per la parte archeologica il discorso è più complesso, in quanto il fatto di aver individuato delle zone a rischio non esclude che anche là, dove non esistono delle segnalazioni, vi sia la possibilità di effettuare rinvenimenti di evidenze archeologiche.

Una maggior puntualizzazione della valutazione degli impatti potrà avvenire quando alle indagini sin qui compiute si aggiungeranno altre attività condotte direttamente sul terreno, quali la *survey* in estensione e sondaggi preliminari nelle zone maggiormente indiziate di presenze archeologiche; dette indagini andranno eseguite sotto il controllo della Soprintendenza Archeologica della Lombardia, secondo quanto in merito riportato nella delibera CIPE.

Al riguardo si osserva che nell'ambito di questo studio archeologico sono stati considerati i dati derivanti dalle indagini archeologiche di superficie, effettuate nel periodo novembre – dicembre 2005, relative alle aree di cava previste al servizio delle opere in progetto e localizzate nelle tre province di Bergamo, Brescia e Verona. Nel caso della strada in variante all'abitato di Ghedi e di Borgosatollo queste indagini non hanno fornito elementi puntuali aggiuntivi di valutazione, non essendo presenti cave nelle vicinanze. Tuttavia è stato possibile inserire il tracciato in variante all'interno della maglia centuriale romana.

Dalle informazioni sin qui ottenute si è giunti alla stesura di carte tematiche che indicano, oltre all'evidente interferenza tra l'opera in progetto e le preesistenze archeologiche, aree di forte antropizzazione antica, in considerazione delle quali anche zone in cui non si segnalano allo stato attuale rinvenimenti possono essere considerate a potenziale rischio archeologico.

In realtà bisogna prendere atto degli imprevisti che realmente esistono per la componente archeologia e, in un certo qual modo, tenere presente la possibilità che spesso la terra nasconda evidenze di cui nessuno ha notizia fino al rinvenimento. Pertanto, sia le aree a rischio, sia gli altri tratti, necessitano di un attento controllo nella fase della cantierizzazione.

I criteri da attuare nell'ambito delle aree di interesse archeologico devono essere quelli previsti dalla legislazione vigente.

In merito, l'unico criterio proponibile, in base alle leggi di tutela vigenti, che certificano la proprietà dello Stato di qualsiasi reperto collocato sottoterra, è l'assistenza archeologica nella fase di cantierizzazione e costruzione. Di conseguenza, l'assistenza archeologica deve essere prevista su tutto il tracciato della viabilità in progetto; il fatto di aver individuato delle zone a rischio non è infatti sufficiente a stabilire con sicurezza la reale consistenza del patrimonio archeologico della zona interessata dal tracciato.

Nello specifico, Il tracciato della nuova strada attraversa un'area di elevato interesse archeologico per via di un'intensa antropizzazione di età classica, evidente in numerosi ritrovamenti a breve distanza o addirittura quasi in asse.

L'attuazione di un programma di assistenza agli scavi e ai movimenti di materie costituisce di fatto una misura di mitigazione o anche annullamento, dei potenziali impatti.

In questa fase di studio, il complesso di interventi può essere distinto in tre fasi fondamentali:

- indagini e prospezioni preliminari,
- assistenza archeologica ai lavori di costruzione,
- scavo di salvataggio o di bonifica.

Per ognuna di queste attività si prevedono azioni specifiche che la committenza può attivare di volta in volta con l'obiettivo di pianificare adeguatamente i lavori di costruzione dell'opera.

Al fine della valutazione del rischio archeologico assoluto, per le aree segnalate sono state analizzate le potenzialità di rischio archeologico in base alla concentrazione dei ritrovamenti ed al loro interesse storico.

Per la valutazione del rischio relativo si è invece tenuto conto dell'impatto delle opere in progetto sulle aree considerate, verificando come, sulla base delle informazioni reperite, il grado di rischio riscontrato risulta sostanzialmente coincidente.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
127

Allegato 1 - tav. 1/1

Analisi riepilogativa delle evidenze storiche, architettoniche e archeologiche

L'area oggetto d'indagine è piuttosto contenuta e riguarda un unico ambiente pianeggiante prevalentemente dislocato al margine W in destra orografica del torrente Garza.

Il nuovo manufatto si colloca in un'estensione di campagne di modesto interesse archeologico, tutte piuttosto lontane dall'unico sito archeologico noto, localizzato presso Capodimonte in sinistra orografica.

Valutazione del rischio archeologico

L'area compresa in questa tavola risulta, come già osservato, distribuita entro un ambiente di cave di cui permangono evidenti laghi conseguenti al mancato recupero ambientale delle vasche, il cui potenziale impatto su livelli di interesse archeologico è contenuto. Si è pertanto partiti da questa considerazione per definire medio il livello di potenziale impatto archeologico esercitato dal nuovo tracciato stradale per tutta la sua lunghezza.

4.7.4 Bibliografia

CARTA ARCHEOLOGICA BRESCIA 1991

FILLI ROSSI (a cura di), Carta Archeologica della Lombardia. La Provincia di Brescia, I, Modena, 1991.

BREDA 1988-89a

Breda A., *Castenedolo (BS). Resti di insediamenti rurali d'età romana*, in *Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia*, 1988-89, pp. 86-87.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
128

SCHEDE RINVENIMENTI

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
129

SCHEDA DI RINVENIMENTO N. 111 BS

Provincia: **BRESCIA**

Comune: CASTENEDOLO

Località: frazione Capodimonte

Tav. 3

PKm:

Tipologia del rinvenimento: **reperti sporadici**

Modalità del rinvenimento: rinvenimento fortuito in seguito a lavori di estrazione della sabbia

Cronologia: I –II d.c.

Anno di rinvenimento: **1887**

Descrizione: rinvenimento di materiali ceramici e vitrei di vario tipo: tre lucerne a disco figurato, due anforette, cinque balsamari in vetro, due vasetti fittili ed una coppa in vetro bacellata di colore azzurro

Grado di ubicabilità: **incerto**

Distanza dal tracciato:

Bibliografia:

Carta Archeologica della Lombardia, vol. I scheda n. 322 p. 51



4.8 Rumore

4.8.1 Premessa

Il presente capitolo contiene la valutazione del potenziale impatto acustico introdotto dalla realizzazione ed esercizio della riqualificazione della strada Ghedi-Borgosatollo che consentirà un collegamento tra la S.P.23 e la S.P.77, che non comporti l'attraversamento del centro abitato di Borgosatollo. L'infrastruttura in esame interessa i comuni di Borgosatollo e Castenedolo, lambendo in alcuni tratti i confini dei comuni di Montirone e Ghedi.

Lo studio si articola nelle seguenti fasi:

- * Analisi della normativa di riferimento;
- * Censimento dei Ricettori: modalità e criteri di censimento dei Ricettori individuati dall'Ambito di Indagine;
- * Stima degli impatti: le stime dei livelli sonori verranno effettuate in corrispondenza di postazioni specifiche, identificate in seguito al censimento dei ricettori presenti nell'ambito territoriale di studio;
- * Interventi di mitigazione: individuazione degli eventuali interventi di mitigazione da adottare al fine di contenere i livelli di emissione dell'infrastruttura entro i limiti di legge prescritti e successiva verifica dei livelli acustici.

4.8.2 Normativa di riferimento

La componente ambientale rumore costituisce un aspetto centrale della qualità della vita di ciascun individuo.

Gli strumenti di pianificazione rappresentano lo strumento mediante il quale le Amministrazioni definiscono i criteri di sviluppo ed assetto territoriale, in funzione delle necessità di chi vi abita e ne fa uso. I piani contengono, quindi, la previsione di ciò che le differenti matrici ambientali, i siti produttivi e le città possono diventare, regolamentando attraverso norme e prescrizioni specifiche le differenti attività.

L'insieme di tutte queste indicazioni, dal livello più generale e strategico, sino a giungere alla singola attività o unità immobiliare, costituisce un importante strumento di regolamentazione per i programmi ed i progetti dei soggetti che operano nel territorio.

Al panorama dei piani di coordinamento, d'area, ai piani regolatori e di classificazione acustica, va aggiunto e sovrapposto quello legislativo e normativo che regola, mediante permessi e divieti, le differenti attività umane.

Legge 26 ottobre 1995, n. 447

La legge 447/95 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico" definisce l'ambito di riferimento, in materia di acustica ambientale, entro il quale attuare la regolamentazione ed il controllo dell'inquinamento acustico prodotto dalle differenti attività umane che operano sul territorio, introducendo il concetto che tutte le sorgenti sonore presenti nel territorio devono rispettare dei livelli massimi prestabiliti.

Qualora tale condizione non risulti verificata, il soggetto interessato deve attuare tutte gli interventi di mitigazione e contenimento del rumore, necessari a riportare i livelli acustici dell'area entro i limiti prescritti dalla normativa.

Il testo fornisce le indicazioni generali in materia di acustica ambientale, demandando a specifici decreti attuativi la definizione di criteri e modalità di prevenzione, valutazione e contenimento dell'inquinamento acustico.

In particolare, il Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142, rappresenta lo strumento normativo in materia di inquinamento derivante da traffico veicolare previsto dalla Legge.



Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142

Il DPR 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447", stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali come definite dall'allegato 1 del decreto e dall'articolo 2 del DL n. 285 del 1992, e successive modificazioni.

In base a tale classificazione, il decreto identifica le fasce territoriali di pertinenza acustica e i rispettivi limiti di immissione da applicarsi:

- * alle infrastrutture esistenti, al loro ampliamento in sede e alle nuove infrastrutture in affiancamento a quelle esistenti, alle loro varianti;
- * alle infrastrutture di nuova realizzazione.

I Valori Limite di Immissione, valutati in corrispondenza dei recettori, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 4.8-1: Valori Limite di Immissione per strade di nuova realizzazione (DPR 30/03/04)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01-Norme funz. e geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di Pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A – autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C – extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F – locale		30				

Tabella 4.8-2: Valori Limite di Immissione per strade esistenti e assimilabili (DPR 30/03/04)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01-Norme funz. e geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di Pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

Qualora i valori limite prescritti non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Al di fuori delle fasce di pertinenza così definite, sono validi i limiti definiti dal Piano di Classificazione Acustica.

Il decreto definisce, oltre alle modalità di verifica e valutazione dei livelli di immissione delle strutture, anche criteri, modalità e soggetti responsabili degli interventi di risanamento, da realizzarsi in base alle tipologie di recettori esposti.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
133

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997

Il d.p.c.m. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", prevede la classificazione del territorio comunale in zone di sei classi.

Classe I - Aree particolarmente protette

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per il loro utilizzo: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.

Classe III - Aree di tipo misto

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

Classe IV - Aree di intensa attività umana

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.

Classe V - Aree prevalentemente industriali

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.

Classe VI - Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

In base alla classificazione del territorio comunale come descritta nelle pagine precedenti, vengono prescritti dei Valori Limite specifici per ciascuna classe, in relazione al Tempo di Riferimento ossia il periodo, nell'arco delle 24 ore, durante il quale si manifesta il fenomeno acustico:

- * periodo diurno dalle ore 06:00 alle ore 22:00;
- * periodo notturno dalle ore 22:00 alle ore 06:00.

I Valori Limite di Immissione prescritti nel d.p.c.m. 14/11/97, vale a dire il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei recettori, sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.8-3: Limiti massimi di immissione per le diverse aree (d.p.c.m. 14/11/97)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (06:00 – 22:00)	Periodo notturno (22:00 – 06:00)
Classe I - Aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)
Classe II - Aree destinate ad uso residenziale	55 dB(A)	45 dB(A)
Classe III - Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)
Classe IV - Aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)
Classe V - Aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)
Classe VI - Aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)

Per quanto riguarda i Valori Limite di emissione, ovvero il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in sua prossimità, abbiamo i seguenti limiti.

Tabella 4.8-4: Limiti massimi di emissione per le diverse aree (d.p.c.m. 14/11/97)

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (06:00 – 22:00)	Periodo notturno (22:00 – 06:00)
Classe I - Aree particolarmente protette	45 dB(A)	35 dB(A)
Classe II - Aree destinate ad uso residenziale	50 dB(A)	40 dB(A)
Classe III - Aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)
Classe IV - Aree di intensa attività umana	60 dB(A)	50 dB(A)
Classe V - Aree prevalentemente industriali	65 dB(A)	55 dB(A)
Classe VI - Aree esclusivamente industriali	65 dB(A)	65 dB(A)

I livelli di pressione sonora, ponderati con la curva di pesatura (A), devono essere mediati attraverso il Livello Equivalente (Leq).

Regione Lombardia – Legge Regionale n. 13 del 10 agosto 2001

La Legge n. 13 “Norme in materia di inquinamento acustico” definisce i criteri di redazione delle classificazioni acustiche comunali e dei piani di risanamento.

In particolare, il testo preclude l’inserimento di aree in Classe I, qualora queste si trovino entro fasce di pertinenza di infrastrutture stradali e ferroviarie e all’interno delle fasce di rispetto aeroportuale (punto d), comma 3 dell’art. 2).

Regione Lombardia – Deliberazione n. VII/8313 del 8 marzo 2002

La Delibera Regionale contiene le modalità ed i criteri tecnici di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico.

In particolare, l’art. 2 (Infrastrutture stradali) fornisce il quadro di riferimento rispetto al quale devono essere realizzati gli studi di impatto acustico sulle strade di nuova realizzazione: il testo riporta indicazioni precise sui contenuti minimi degli elaborati, sulla programmazione e predisposizione delle attività di monitoraggio che interesseranno l’opera nelle sue differenti fasi..



Piano di Classificazione Acustica Comunale

La Classificazione Acustica di un Comune rappresenta la suddivisione del territorio in zone acusticamente omogenee rispetto alla suddivisione in classi indicata nella Tabella A del d.p.c.m. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Mediante questo strumento viene predisposto il quadro di riferimento per valutare i livelli di rumore presenti o previsti nel territorio comunale, programmando tutti gli interventi e le misure necessarie al controllo ed alla riduzione dell'inquinamento acustico. L'obiettivo fondamentale è, pertanto, quello di prevenire il deterioramento di aree non inquinate e di risanare quelle dove vengono riscontrati livelli di rumorosità ambientale superiori ai valori limite prescritti.

Il processo di zonizzazione non si limita quindi a "fotografare l'esistente" bensì, in funzione degli obiettivi di pianificazione urbanistica e risanamento ambientale, deve fornire gli strumenti volti alla migliore protezione dell'ambiente abitativo dal rumore: rappresenta, pertanto, uno strumento di "controllo" efficace, seppure graduato nel tempo, dei livelli di rumorosità ambientale

La definizione delle zone consente di stabilire per tutto il territorio comunale i valori limite da rispettare, imponendo in questo modo i limiti massimi di rumore che ogni impianto, infrastruttura, sorgente sonora non temporanea deve rispettare, permettendo la valutazione di eventuali interventi di mitigazione o bonifica dell'inquinamento acustico utili al miglioramento della qualità ambientale dell'area.

Nel caso in esame, stante il dettato del DPR 142/2004, i limiti di zonizzazione acustica costituiscono il riferimento per le attività relative alla fase di cantierizzazione, con possibilità di richiesta di deroga per attività temporanee.

4.8.3 Inquadramento territoriale

Il progetto prevede la realizzazione di un'infrastruttura stradale che consenta il collegamento tra le Strade Provinciali n. 77 e n. 23 ed il futuro Casello Autostradale BRE-BE-MI, evitando l'attraversamento degli insediamenti abitativi di Borgosatollo.

La nuova opera interesserà il territorio dei Comuni di Borgosatollo e Castenedolo, lambendo in alcuni tratti i confini dei comuni di Montirone e Ghedi; i connotati insediativi sono quelli tipici dei piccoli nuclei abitati, caratterizzati da una maggiore aggregazione delle attività e dei fabbricati concentrata lungo la sezione urbana della SP 23, da ampie porzioni del territorio destinate ad attività agricole, con presenza di insediamenti rurali, e da zone destinate ad attività produttive ed artigianali sviluppatesi all'esterno del centro urbano.

Per quanto riguarda la suddivisione del territorio comunale in classi acustiche, ricordiamo che i Comuni dotati di Piano di Classificazione Acustica, fanno riferimento ai limiti definiti dal DPCM 14/11/97. Nel caso specifico il Comune di Borgosatollo ha adottato il Piano di Zonizzazione Acustica con Delibera del Consiglio Comunale n. 6 del 01/02/2012, il Comune di Castenedolo ha approvato il Piano di Zonizzazione Acustica con Delibera del Consiglio Comunale n. 13 del 22/04/2008, il Comune di Montirone ha approvato il Piano di Classificazione Acustica con Delibera del Consiglio Comunale n. 10 del 09/03/2010, il Comune di Ghedi ha approvato il Piano di Classificazione Acustica con Delibera del Consiglio Comunale n. 16 del 31/03/2009.

La porzione di territorio interessata dall'attraversamento dell'infrastruttura stradale in progetto è per la maggior parte classificata in classe III (valori limite di immissione pari a 60 dB(A) nel periodo diurno e 50 dB(A) nel periodo notturno).

Ambito territoriale di indagine

Come prescritto dal DPR 30 marzo 2004, n. 142 per le infrastrutture di nuova realizzazione, la fascia di pertinenza acustica corrisponde all'estensione di 250 m per lato, calcolata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale: entro tale fascia devono essere verificati i limiti prescritti in corrispondenza dei ricettori abitativi e di quelli a maggiore sensibilità (scuole, ospedali, case di riposo).

Nella fascia da 0 a 500 m nel caso in esame è presente un unico ricettore ad elevata sensibilità, nello specifico una scuola (G-B_002_N_057), distante circa 250 m dalla strada in progetto.

Censimento dei Ricettori

I ricettori potenzialmente interessati dall'infrastruttura in progetto sono stati individuati e documentati. La localizzazione dei ricettori è contenuta nell'Allegato 17. La relativa descrizione è stata eseguita sulla base del modello della scheda ricettori presentata in Allegato 4.8/2.

La numerazione dei Ricettori si riferisce alle progressive chilometriche secondo i criteri di seguito descritti.

La cartografia consente di identificare la singola scheda di censimento.

I criteri di identificazione dei Ricettori censiti sono i seguenti:

- * Codice Ricettore: KXXX-Y-ZZ
 K = Infrastruttura
 G-B = Riqualficazione strada Ghedi-Borgosatollo
 XXX = Progressiva chilometrica
 Y = lato: N = nord S = sud
 ZZ = n. progressivo ricettore
- * Fascia DPR 142/04
 - Fascia fino a 250 m
 - Fino a 500 m (scuole, ospedali, etc.)
- * Destinazione d'uso dei Fabbricati
 - Edificio residenziale o per servizi
 - Edificio industriale o artigianale
 - Edificio scolastico
 - Edificio ospedaliero
 - Edificio dimesso o rudere
 - Baracca o magazzino
- * Altezza Fabbricati: n. piani fuori terra dell'edificio

Per comodità di lettura, si riporta di seguito l'elenco dei ricettori abitativi e sensibili censiti e della progressiva corrispondente.

PROVINCIA	COMUNE	CODICE RICETTORE	PROGRESSIVA
BS	Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 002	0+100
BS	Montirone	G-B 000 _ S _ 002	0+040
BS	Montirone	G-B 000 _ S _ 006	0+100
BS	Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 007	0+010
BS	Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 008	0+090

BS	Borgosatollo	G-B 001 _ N _ 009	0+510
BS	Castenedolo	G-B 001 _ N _ 012	0+670
BS	Castenedolo	G-B 000 _ N _ 018	0+420
BS	Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 019	0+430
BS	Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 020	0+390
BS	Castenedolo	G-B 001 _ S _ 021	0+580
BS	Castenedolo	G-B 000 _ S _ 024	0+340
BS	Castenedolo	G-B 000 _ S _ 025	0+350
BS	Castenedolo	G-B 001 _ S _ 026	0+630
BS	Castenedolo	G-B 001 _ S _ 027	0+640
BS	Castenedolo	G-B 001 _ S _ 029	0+650
BS	Castenedolo	G-B 001 _ S _ 030	0+630
BS	Castenedolo	G-B 001 _ S _ 032	0+940
BS	Borgosatollo	G-B 000 _ S _ 034	0+980
BS	Castenedolo	G-B 001 _ N _ 036	1+150
BS	Castenedolo	G-B 001 _ N _ 037	1+130
BS	Castenedolo	G-B 001 _ N _ 038	1+350
BS	Castenedolo	G-B 001 _ N _ 039	1+390
BS	Castenedolo	G-B 002 _ S _ 043	1+700
BS	Castenedolo	G-B 002 _ S _ 045	1+640
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 046	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 047	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 048	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 049	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 050	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 051	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 052	1+970
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 052	1+970
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 052	1+970
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 053	1+970
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 054	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 055	1+970
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 056	1+980
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 057	1+970
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 058	1+930
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 059	1+900
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 060	1+900
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 061	1+900
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 062	1+900
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 063	1+900
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 064	1+930
BS	Castenedolo	G-B 002 _ N _ 065	1+930



4.8.4 Descrizione dell'infrastruttura

Caratteristiche geometriche del tracciato

La strada presenta caratteristiche geometriche e di sezione equivalenti alle strade extraurbane secondarie Tipo C1 secondo quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade D.M. 05.11.2001, alla luce del nuovo codice stradale.

Secondo tale Norme l'intervallo di velocità progetto è fissato pari a 60-100 Km/h, mentre la piattaforma stradale è caratterizzata da due corsie da m. 3.75 più la banchina in dx e sx da m 1,50.

Lungo il tracciato sono presenti alcune intersezioni che sono state risolte mediante inserimento di rotatorie che meglio gestiscono il traffico in ambito urbano e suburbano.

La soluzione adottata prevede una rotatoria con due corsie da 4,00 m, una di marcia normale e per le manovre di svincolo ed una per la marcia veloce ed il sorpasso, le banchine sono di 1,50 m in sinistra e in destra.

Dal punto di vista altimetrico le rotatorie sono state posizionate in piano al fine di limitare le difficoltà di guida dell'utente.

Nel progetto si è inoltre tenuta in considerazione la ricucitura delle viabilità locali mediante ripristino dei numerosi accessi interpoderali e delle viabilità minori interferite.

Pavimentazione stradale

Il progetto prevede la realizzazione di un manto stradale con proprietà drenanti e fonoassorbenti.

Si prevede l'impiego di un conglomerato bituminoso tipo "Double draining layer" (DDL) ad alta capacità drenante e fonoassorbente, costituito da due strati composti da aggregati di taglia differenziata legati con sabbia, additivo ed impastati a caldo con bitume modificato.

La porosità caratteristica di questa tipologia di asfalto, contribuisce al contenimento delle emissioni acustiche grazie alla elevata percentuale di vuoti, che consente la dissipazione delle onde sonore: le molecole di aria presenti all'interno delle cavità, vibrando ed interagendo con gli inerti consentono la trasformazione dell'energia acustica in energia termica.

L'utilizzo di tale tipologia di pavimentazione stradale consente, soprattutto in condizioni di viabilità extraurbana con traffico scorrevole, un'attenuazione dei livelli di rumorosità di almeno 3 dBA, valore che viene ulteriormente incrementato in funzione della granulometria e dello spessore in opera.

4.8.5 Stima degli impatti in fase di esercizio

Inquadramento della problematica di emissione

Inquadrare correttamente le caratteristiche emissive di una sorgente quale un'infrastruttura stradale, richiede alcune precisazioni sulle caratteristiche specifiche di tale fonte.

Senza entrare nel merito delle leggi di propagazione e delle peculiarità emissive delle diverse fonti di rumore, è noto che le sorgenti sonore vengano suddivise in sorgenti fisse o mobili, a seconda che siano correlate ad attività e luoghi ben definiti (insediamenti produttivi, locali pubblici di intrattenimento, etc.), oppure che rappresentino la manifestazione sonora di un evento senza caratteristiche di stabilità in un dato sito, per il quale non è possibile stabilire a priori la localizzazione.

La Legge 447/95 (art. 2, comma 1, lett. c) fornisce una precisa definizione delle sorgenti sonore fisse, inserendo in tale categoria anche le infrastrutture di trasporto.

Le emissioni sonore correlate al traffico veicolare sono caratterizzate da sorgenti di differente natura che contribuiscono in maniera diversa a definire i livelli di rumorosità di un'infrastruttura stradale.

In particolare sono individuate le seguenti fonti:

- * rotolamento – l'interazione pneumatico e superficie stradale, rappresenta la principale sorgente di rumore, particolarmente significativa in condizioni di traffico extraurbano con velocità di percorrenza superiore ai 50 km/h;
- * motore e sistema di scarico dei gas combustibili – tali sorgenti rappresentano la componente principale in corrispondenza di sistemi semaforici ed in condizioni di collasso del sistema viabilistico;
- * segnalatori acustici;
- * componente aerodinamica – gli effetti dovuti alle mutue azioni dinamiche tra carrozzeria ed aria circostante risultano trascurabili sia a velocità contenute, sia in condizioni di traffico extraurbano.

Lo spettro di emissione del rumore di origine veicolare è caratterizzato principalmente da basse frequenze, con una distribuzione dei picchi sonori che varia in funzione della tipologia del veicolo: gli autocarri e le macchine agricole presentano dei livelli massimi di rumorosità più elevati rispetto a quelli dei veicoli leggeri.

La velocità dei veicoli rappresenta un importante parametro per la definizione dei livelli di rumorosità, in quanto l'incremento delle emissioni acustiche varia in maniera direttamente proporzionale all'aumento della velocità di percorrenza e dell'accelerazione dei veicoli.

Limiti di riferimento

La stima degli impatti è stata realizzata in riferimento a quanto prescritto dal DPR 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447", il quale prevede, per infrastruttura analoghe a quella in progetto, i seguenti limiti.

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01-Norme funz. e geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di Pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
C – extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55

Flussi di traffico veicolare previsto e velocità medie di transito

La valutazione dell'impatto acustico indotto dalla realizzazione della nuova infrastruttura è stata realizzata considerando gli ultimi rilevamenti dei flussi di traffico realizzati sulle infrastrutture esistenti ed i dati storici disponibili.

Nel caso specifico sono stati considerati i seguenti parametri:

TGM (veic/h)	=	20.000
M/ADT giorno	=	0,06
M/ADT notte	=	0,01
Veicoli Pesanti	=	10%
Velocità (km/h)	=	70

L'indice M/ADT rappresenta il rapporto tra la Media oraria dei Veicoli (M = Veic/h) e il Traffico Giornaliero Medio (ADT = Average Daily Traffic).

Il totale dei veicoli previsti, considera il numero dei mezzi in transito a seguito della deviazione del traffico, compensato dall'incremento decennale valutato su basi storiche.

Modellistica matematica sul rumore (si veda anche Allegato 4.8/1)

La stima dei livelli di rumore correlati all'esercizio della nuova infrastruttura è stata realizzata con il modello matematico Soundplan ver. 6.2 agg. 2004 prodotto dalla Braunstein + Bernt Gmb; il software consente, attraverso i suoi moduli, di sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio: rumore di origine industriale, stradale, ferroviario e aeroportuale.

Il calcolo è stato condotto considerando le differenti tipologie di tracciato (rilevato, trincea, viadotto) ciascuna alle quote specifiche indicate negli elaborati di progetto..

La costruzione del modello avviene secondo differenti steps:

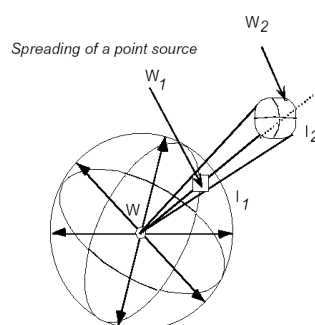
- * inserimento della corografia e costruzione del modello del terreno: in questa fase vengono inserite le altimetrie e tutti gli elementi caratterizzanti il territorio quali punti quota, curve altimetriche, scarpate;
- * inserimento dei fabbricati: vengono caratterizzati geometricamente i singoli edifici, individuando le volumetrie ed il n° di piani che compongono i fabbricati;
- * inserimento delle sorgenti e loro caratterizzazione mediante livelli di potenza acustica e di pressione sonora. Nel caso in oggetto le sorgenti da caratterizzare sono strade, sorgenti di tipo puntuale, aree destinate a parcheggio. È anche possibile caratterizzare un edificio come "sorgente", attribuendo dei livelli di emissione specifici alle differenti superfici;
- * Simulazione degli scenari di progetto.

Tecnica di ritracciamento dei raggi (Raytracing)

Nel calcolo dei livelli acustici presenti nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona, è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento. Tale tecnica consiste nell'inviare dei raggi dalle diverse sorgenti; quando uno di questi raggi colpisce un ostacolo, il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

La figura a lato rappresenta in maniera schematica quanto descritto.

In ultimo, viene calcolato il contributo fornito dai differenti raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.



Emissione dei raggi di tracciamento

Le tipologie di sorgenti

Come sappiamo le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- * **puntiformi**
- * **lineari**
- * **areali**

Per le sorgenti **puntiformi** vale la legge generale della divergenza geometrica per cui abbiamo che ad ogni raddoppio della distanza un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, come in pratica sono rappresentate tutte le sorgenti varie abbiamo una situazione che viene descritta nella Figura a.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie e diviene molto importante nella valutazione di impianti e strutture industriali (Figura b).

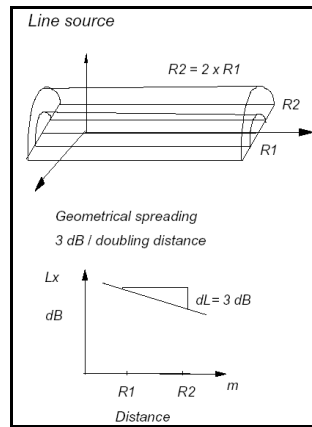


Figura a –
Emissione lineare

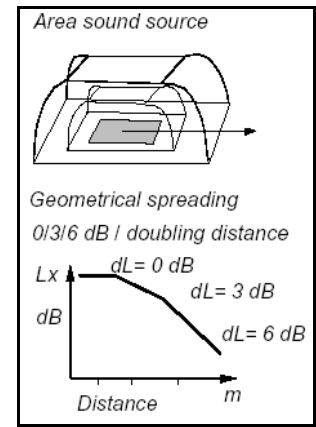
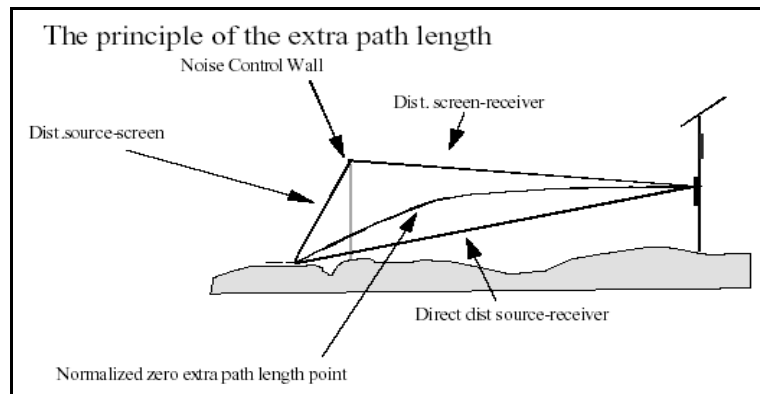


Figura b –
Emissione areale

La diffrazione degli ostacoli

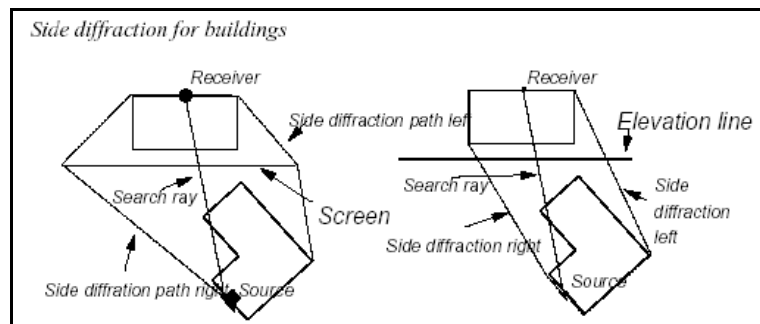
Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.



Diffrazioni verticali

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

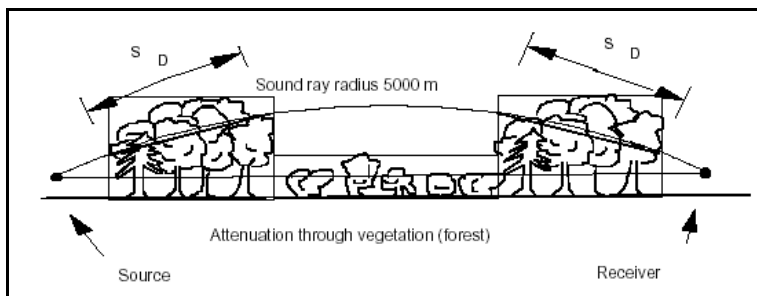


Diffrazioni laterali

L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

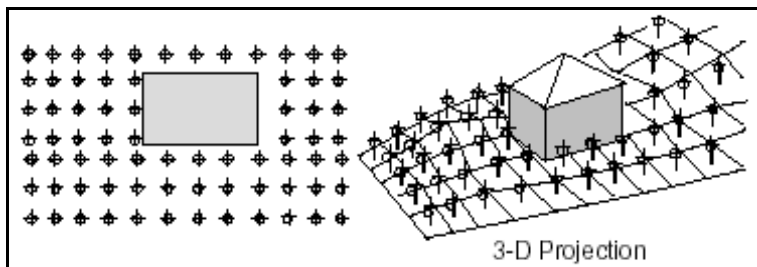
Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.



Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno

Riferimenti normativi del modello utilizzato

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese, e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- * **ISO 9613 - 1** "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- * **ISO 9613 - 2** "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- * **VDI 2714** "Sound propagation outdoors"
- * **VDI 2720** "Noise control by screening"
- * **RLS90** "Guideline for noise protection along highways"
- * **SHALL 03** "Guideline for calculating sound immersion of railroads"
- * **VDI 2751** "Sound radiation of industrial buildings"

Valutazione dei livelli di pressione sonora

La valutazione degli impatti è stata realizzata considerando come unica sorgente sonora la nuova infrastruttura stradale di progetto.

La verifica dei livelli è stata condotta mediante stime puntuali realizzate ad 1 m di distanza dal fronte del ricettore maggiormente esposto, in corrispondenza di Piano Terra, Primo ed Ultimo Piano dell'edificio.

Sulla base delle prescrizioni di legge vigenti, considerati i limiti massimi di immissione da rispettare per le infrastrutture di nuova realizzazione analoghe a quella in progetto (DPR 142/04), le simulazioni hanno evidenziato che, in condizioni di tracciato con andamento costante e lineare, tali prescrizioni vengono soddisfatte a partire da una distanza minima di 30 metri; variazioni di tracciato ed altimetriche specifiche, possono modificare la profondità di tale fascia.

Di seguito riportiamo la sintesi di tali stime, nella tabella seguente sono riportati:

- * Comune di appartenenza
- * Codice Ricettore
- * Piano di Riferimento dell'edificio
- * LrD: Livello di Pressione Sonora Diurno in dBA
- * LrN: Livello di Pressione Sonora Notturno in dBA

I livelli acustici riportati in tabella comprendono il contenimento del rumore derivante dalla pavimentazione stradale drenante e fonoassorbente. In tal senso il modello di simulazione, che prevede l'opzione di uno specifico parametro relativo al tipo di pavimentazione stradale, è stato calibrato affinché i livelli di pressione sonora stimati per tracciati con caratteristiche geometriche e di velocità di percorrenza uguale o superiore a 70 km/h, risultassero, con la pavimentazione fonoassorbente, mediamente inferiori di 3 dB(A) rispetto alla pavimentazione ordinaria. Quando la velocità si riduce per il mutare della geometria del tracciato, ad esempio in corrispondenza delle rotatorie, la procedura di calcolo provvede alla corrispondente riduzione del beneficio acustico sopra indicato.

Per quanto riguarda i ricettori G-B 000-N-019, G-B 000-N-046, si precisa che, benché la vicinanza con l'infrastruttura stradale risulti inferiore a 30 metri, in relazione alla presenza delle due rotatorie, poste all'estremità dell'infrastruttura in progetto, che costituiranno l'assetto finale della stessa, in prossimità dei fabbricati si ha una riduzione della velocità di transito dei veicoli con conseguente riduzione delle emissioni sonore.

Tabella 4.8-5: Livelli di pressione sonora al recettore

Comune	Codice Ricettore	Piano di Riferimento	LrD dBA	LrN dBA
Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 002	Piano Terra	57.1	49.3
Montirone	G-B 000 _ S _ 004	Piano Terra	61.3	63.6
Montirone	G-B 000 _ S _ 006	Piano Terra	60.1	52.3
Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 007	Piano Terra	59.2	51.5
		Piano Primo	60.8	53.0
Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 008	Piano Terra	51.1	43.3
Borgosatollo	G-B 001 _ N _ 009	Piano Terra	50.1	42.3
Castenedolo	G-B 001 _ N _ 012	Piano Terra	48.6	40.8
Castenedolo	G-B 000 _ N _ 018	Piano Terra	57.0	49.2
		Piano Primo	57.9	50.1
Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 019	Piano Terra	61.3	51.8
		Piano Primo	63.1	52.1
Borgosatollo	G-B 000 _ N _ 020	Piano Terra	61.5	51.8
		Piano Primo	63.1	52.2
Castenedolo	G-B 001 _ S _ 021	Piano Terra	52.6	44.9
		Piano Primo	53.1	45.3
Castenedolo	G-B 000 _ S _ 024	Piano Terra	53.6	45.8
		Piano Primo	54.1	46.3
Castenedolo	G-B 000 _ S _ 025	Piano Terra	51.2	43.5
		Piano Primo	53.0	45.2
Castenedolo	G-B 001 _ S _ 026	Piano Terra	45.8	38.0
		Piano Primo	47.8	40.0
Castenedolo	G-B 001 _ S _ 027	Piano Terra	50.8	43.0
		Piano Primo	51.2	43.4
Castenedolo	G-B 001 _ S _ 029	Piano Terra	48.6	40.8
		Piano Primo	49.8	42.0
Castenedolo	G-B 001 _ S _ 030	Piano Terra	48.6	40.8
		Piano Primo	50.0	42.3
Castenedolo	G-B 001 _ S _ 032	Piano Terra	57.7	49.9
Borgosatollo	G-B 000 _ S _ 034	Piano Terra	60.7	52.9
Castenedolo	G-B 001 _ N _ 036	Piano Terra	53.7	45.9
		Piano Primo	54.1	46.3
Castenedolo	G-B 001 _ N _ 037	Piano Terra	53.6	45.8
		Piano Primo	54.2	46.4
Castenedolo	G-B 001 _ N _ 038	Piano Terra	49.5	41.8
		Piano Primo	49.7	41.9
Castenedolo	G-B 001 _ N _ 039	Piano Terra	55.4	47.6
Castenedolo	G-B 002 _ S _ 043	Piano Terra	50.1	42.3
		Piano Primo	50.8	43.0
Castenedolo	G-B 002 _ S _ 045	Piano Terra	50.6	42.9
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 046	Piano Terra	58.0	50.2
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 047	Piano Terra	55.0	47.2

Comune	Codice Ricettore	Piano di Riferimento	LrD dBA	LrN dBA
		Piano Primo	55.9	48.1
		Piano Secondo	56.2	48.4
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 048	Piano Terra	56.9	49.1
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 049	Piano Terra	55.5	47.7
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 050	Piano Terra	53.7	45.9
		Piano Primo	54.7	46.9
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 051	Piano Terra	51.6	43.8
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 052	Piano Terra	52.3	44.5
		Piano Primo	53.0	45.2
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 053	Piano Terra	50.8	43.0
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 054	Piano Terra	46.3	38.5
		Piano Primo	50.0	42.2
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 055	Piano Terra	50.1	42.3
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 056	Piano Terra	47.7	39.0
		Piano Primo	48.4	40.6
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 057	Piano Terra	49.3	41.5
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 058	Piano Terra	53.0	45.2
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 059	Piano Terra	49.5	41.7
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 060	Piano Terra	52.8	45.0
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 061	Piano Terra	48.2	40.4
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 062	Piano Terra	55.8	48.0
		Piano Primo	56.2	48.4
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 063	Piano Terra	60.3	52.5
		Piano Primo	61.5	53.7
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 064	Piano Terra	55.4	47.2
		Piano Primo	55.9	48.1
Castenedolo	G-B 002 _ N _ 065	Piano Terra	53.4	45.7
		Piano Primo	54.2	46.4

4.8.6 Stima degli impatti in fase di costruzione

Fronte avanzamento lavori

Le attività relative al fronte di avanzamento lavori sono tutte quelle attività che riguardano direttamente la realizzazione dell'opera e che quindi si svolgono lungo l'infrastruttura in progetto. Queste attività presentano la caratteristica di essere mobili, ossia si spostano con continuità lungo l'infrastruttura, man mano che questa viene realizzata.

I ricettori presenti lungo il tracciato sono interessati dalle emissioni acustiche di queste attività solamente per un periodo di tempo limitato, la cui entità è funzione della tipologia costruttiva prospiciente il ricettore. Questa caratteristica determina una situazione di temporaneità degli impatti acustici ad esse ascrivibili. L'analisi acustica delle attività relative al fronte di avanzamento condotta con riferimento alla tipologia costruttiva rilevato.

Occorre inoltre considerare le attività richieste per l'esecuzione della sovrastruttura e l'attività relativa al trasporto dei materiali necessari per l'espletamento dei lavori sopra citati.

La definizione delle sorgenti di rumore comporta la determinazione e caratterizzazione delle sorgenti di rumore significative, funzionanti in corrispondenza del fronte di avanzamento lavori. Per ciascuna sorgente viene quindi definito il livello di emissione e la durata/articolazione nel tempo. Si procede quindi al calcolo delle mappe isolivello nell'area di calcolo (fino a 500 m per lato dalla linea in costruzione).

Costruzione del rilevato

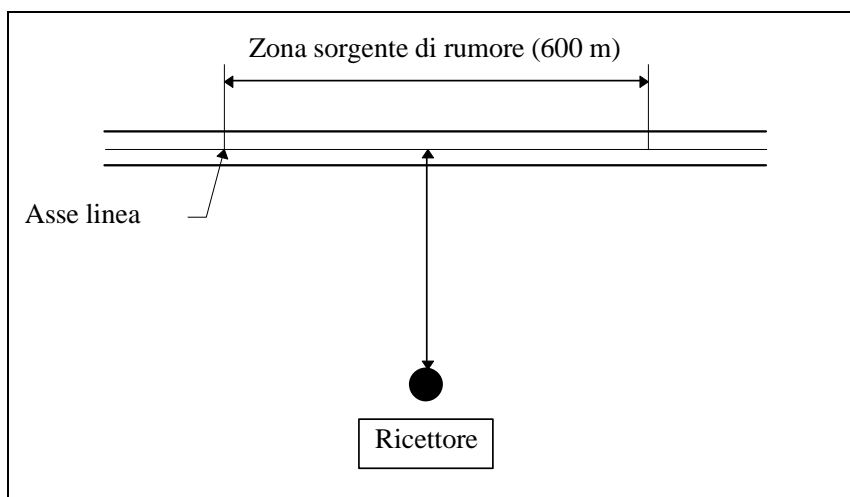
Per quanto riguarda la determinazione delle isofoniche di emissione si deve precisare che tale attività ha richiesto una preventiva schematizzazione delle attività relative al fronte di avanzamento. Sono state adottate le ipotesi di seguito descritte.

- * Zona di lavoro/sorgenti di rumore - Per quanto riguarda il rilevato, la posizione dei macchinari varia in modo casuale durante la giornata lavorativa e quindi non è possibile determinare in modo esatto le singole traiettorie. Data la ristrettezza della zona in cui operano le singole macchine è stato ipotizzato che la posizione in corrispondenza della quale si ha la maggiore probabilità di trovare una macchina operatrice è quella relativa all'asse dell'infrastruttura.
- * Trasporto inerti fronte di avanzamento - Oltre alle emissioni relative ai macchinari occorre considerare anche le emissioni relative al trasporto degli inerti al fronte di avanzamento lavori. Questa attività si svolge essenzialmente lungo le piste di cantiere che sono disposte parallelamente all'asse dell'infrastruttura. La notevole vicinanza tra le piste di cantiere e l'asse dell'infrastruttura ha permesso di localizzare in corrispondenza di quest'ultima anche le emissioni acustiche relative all'attività in oggetto.
- * Area di calcolo – Si è considerata una fascia di calcolo estesa per 500 m su ciascun lato dell'infrastruttura in costruzione.
- * Zona sorgente di rumore - In corrispondenza del fronte di avanzamento del rilevato si svolgono diverse attività che possono essere considerate suddivise nelle seguenti fasi temporali:
 - sbancamento;
 - stesa strati;
 - compattazione.

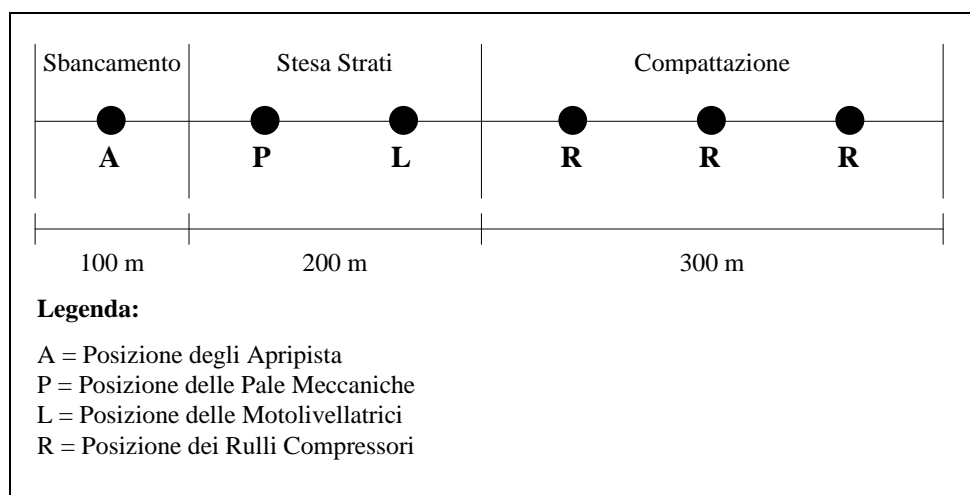
Prendendo come riferimento la sequenza temporale di esecuzione precedentemente presentata a proposito del "rilevato", l'analisi del fronte di avanzamento per questa tipologia è stata basata su di un tratto di infrastruttura di lunghezza pari 600 m, che rappresenta il tratto

standard. Sulla base di queste ipotesi, la zona sorgente di rumore è stata assunta cautelativamente pari ad un tratto di infrastruttura in costruzione di 600 m. Questo tratto può essere considerato composto da tre segmenti, ciascuno dei quali relativo ad una delle fasi di esecuzione previste. E' stato quindi ipotizzato di localizzare in corrispondenza del baricentro di ciascun segmento le sorgenti di rumore relative. A scopo esemplificativo nella figura seguente è stato riportato lo schema della localizzazione.

- * Isofoniche di emissione – La determinazione delle emissioni sonore delle attività relative al fronte di avanzamento è stata effettuata per mezzo di curve isofoniche. Le curve isofoniche sono state ottenute per mezzo del modello di calcolo Raynoise rev. 3.0. Dette curve sono state calcolate prendendo come riferimento una situazione standard, caratterizzata dalla presenza contemporanea dei macchinari indicati nella tabella.



Schematizzazione zona sorgente di rumore



Schema di costruzione tipologia rilevato

Tabella 4.8-6: Macchinari considerati per la tipologia di rilevato

Mezzi	Lw (dBA)	Numero	Tempo di funzionamento (ore/giorno)
Camion	109.0	2	8
Apripista	116.0	2	6
Pale meccaniche	116.0	2	6
Motolivellatrici	113.0	2	6
Rulli	108.0	3	6

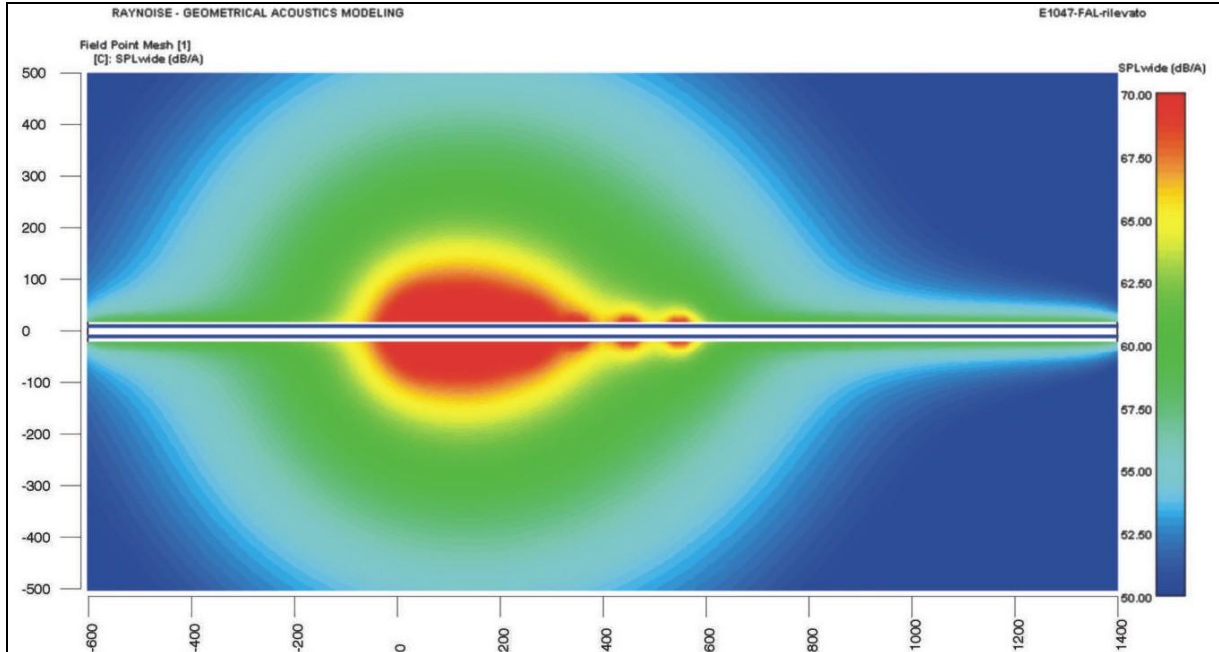
Queste ultime sono state valutate considerando la traiettoria dei camion che trasportano il materiale coincidente con l'asse dell'infrastruttura, e statisticamente provenienti sia dal lato di avanzamento, sia da quello opposto del cantiere. Questa considerazione ha permesso di sommare le emissioni acustiche relative al trasporto dei materiali con quelle relative alle altre macchine operatrici.

Questo punto comprende tutte le attività relative al trasporto dei materiali al fronte di avanzamento lavori. E' stato ipotizzato che tutte le attività di trasporto al fronte di avanzamento lavori siano svolte utilizzando prevalentemente le piste di cantiere.

Per l'approvvigionamento del fronte di avanzamento lavori del rilevato sono previsti circa 60 camion/giorno (120 transiti).

Sulla base delle assunzioni sopra descritte, sono state determinate le curve delle isofoniche che sono state riportate nella figura seguente.

Figura 4.8-1: Curve di isolivello



Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A"
Tempo di riferimento: Diurno

Fronte avanzamento lavori - RILEVATO (valori espressi in dB(A))

500m	49.1	51.1	53.1	54.4	54.7	53.9	52.3	50.4	48.6	46.8	45.2
400m	49.9	52.2	54.5	56.4	56.8	55.6	53.6	51.4	49.3	47.5	45.7
300m	50.5	53.2	56.1	58.8	59.3	57.5	54.9	52.3	50.1	48.2	46.3
200m	51.2	54.1	57.7	61.8	62.6	59.7	56.5	53.3	51.0	49.2	47.2
100m	52.2	55.3	59.2	66.2	67.4	62.5	58.8	54.7	52.6	51.3	49.0
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-100m	52.2	55.3	59.2	66.2	67.4	62.5	58.8	54.7	52.6	51.3	49.0
-200m	51.2	54.1	57.7	61.8	62.6	59.7	56.5	53.3	51.0	49.2	47.2
-300m	50.5	53.2	56.1	58.8	59.3	57.5	54.9	52.3	50.1	48.2	46.3
-400m	49.9	52.2	54.5	56.4	56.8	55.6	53.6	51.4	49.3	47.5	45.7
-500m	49.1	51.1	53.1	54.4	54.7	53.9	52.3	50.4	48.6	46.8	45.2
	-600m	-400m	-200m	0	200m	400m	600m	800m	1000m	1200m	1400m



4.8.7 Conclusioni

La stima dell'impatto acustico indotto dalla nuova infrastruttura in progetto, non ha messo in evidenza alcuna criticità lungo il previsto tracciato stradale.

Dalle simulazioni di propagazione delle emissioni sonore, realizzate in corrispondenza dei Ricettori sensibili presenti nell'ambito territoriale di indagine, risulta che i livelli di emissione della futura strada non eccederanno i limiti di legge.

L'adozione di un manto stradale fonoassorbente, come previsto da progetto, consentirà il contenimento dei livelli di rumore correlati al transito dei veicoli, soprattutto in quei tratti di tracciato ove la velocità di percorrenza sarà superiore ai 60 km/h, in quanto questa tipologia di pavimentazione garantisce le migliori prestazioni con velocità elevate.

Ricordiamo che tali risultati sono verificati, fermi restando la configurazione geometrica del tracciato, le condizioni di esercizio attualmente ipotizzate e l'efficacia del manto stradale fonoassorbente.

Per ciò che riguarda la fase di costruzione, le attività relative al fronte di avanzamento lavori sono caratterizzate da un continuo spostamento lungo il tratto di intervento, determinando una situazione di temporaneità degli impatti acustici ad esse ascrivibili.

Tenendo conto della velocità di spostamento del cantiere (stimata in circa 400 - 500 m/mese), il tempo di esposizione risulta inferiore a 40 giorni per i ricettori potenzialmente soggetti al rumore proveniente dalle attività di costruzione (periodo di tempo durante il quale viene realizzato il rilevato in corrispondenza del ricettore, funzione della velocità di spostamento del cantiere e della lunghezza della zona sorgente di rumore).

In conclusione, allo stato attuale delle ipotesi di assetto del cantiere, si può prevedere che le attività di costruzione modifichino solo transitoriamente in modo significativo i livelli acustici attuali lungo il fronte avanzamento lavori. Questa valutazione verrà verificata nella successiva fase di progettazione esecutiva alla luce di una determinazione più avanzata delle attività previste e della loro organizzazione.

Qualora i livelli previsti nelle zone di attività risultino superiori ai limiti delle zonizzazioni in atto, sarà necessario richiedere ai Comuni direttamente interessati, l'autorizzazione temporanea in deroga per attività di cantiere prevista dalla legge 447/1995. In tale sede si identificherà la localizzazione degli interventi di mitigazione eventualmente necessari, consistenti in barriere acustiche mobili, del tipo dei pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti montati su new jersey, con particolare attenzione ad eventuali tratti di viabilità esistente corrispondenti a situazioni in cui il traffico di cantiere transiti in prossimità di ricettori sensibili.

4.9 Salute pubblica

4.9.1 Stato di fatto

La provincia di Brescia al 01/01/2012 conta circa il 13% della popolazione della regione Lombardia con un indice di vecchiaia pari a 124,5, al di sotto dei valori regionale (145,6) e nazionale (148,6). Tale indice negli ultimi anni ha subito anche a livello provinciale un incremento grazie al continuo allungarsi della speranza di vita. L'indice di dipendenza strutturale provinciale è pari a 52,5, al di sotto dei valori regionale (54,1) e nazionale (53,5), mentre l'indice di dipendenza degli anziani provinciale è pari a 29,1, al di sotto dei valori regionale (32) e nazionale (32) (*Dati ISTAT 2014, www.istat.it*).

Figura 4.9-1 Indicatori demografici in Regione Lombardia al 1/1/2012 (Fonte: ASR Lombardia 2013)

	Indici di (1):					
	Vecchiaia	Dipendenza			Ricambio popolaz. età lavorativa	Quota popolazione 65 e +
		Totale	giovanile	anziani		
Varese	151,7	54,5	21,7	32,9	143,1	21,3
Como	143,3	53,1	21,8	31,3	141,4	20,4
Sondrio	149,2	53,0	21,2	31,7	131,9	20,7
Milano	159,5	55,9	21,5	34,3	148,8	22,0
Bergamo	117,6	51,4	23,6	27,8	126,1	18,3
Brescia	124,5	52,5	23,4	29,1	127,6	19,1
Pavia	181,3	55,5	19,7	35,8	163,1	23,0
Cremona	164,2	54,9	20,8	34,1	151,7	22,0
Mantova	157,4	55,6	21,6	34,0	148,8	21,9
Lecco	141,3	54,0	22,4	31,6	139,5	20,5
Lodi	134,7	51,0	21,7	29,3	137,5	19,4
Monza e Brianza	136,6	52,6	22,2	30,4	138,8	19,9
Lombardia	145,6	54,1	22,0	32,0	141,2	20,8
Italia	148,6	53,5	21,5	32,0	129,8	20,8

Fonte: Istat, Movimento anagrafico della popolazione residente

(1) Formule di calcolo degli indicatori:

Indice di vecchiaia: rapporto percentuale tra la popolazione in età da 65 anni in poi e quella della classe 0-14 anni.

Indice di dipendenza totale: rapporto percentuale avente al numeratore la somma tra la popolazione in età 0-14 anni e quella in età da 65 anni in poi e al denominatore la popolazione in età 15-64 anni.

Indice di dipendenza giovanile: rapporto percentuale tra la popolazione in età 0-14 anni e quella in età 15-64 anni.

Indice di dipendenza degli anziani: rapporto percentuale tra la popolazione in età da 65 in poi e quella in età 15-64 anni.

Indice di ricambio della popolazione in età lavorativa: rapporto percentuale tra la popolazione della classe 60-64 anni e quella della classe 15-19 anni.

La misura della "Salute di una popolazione" si traduce spesso nella misurazione della "assenza di salute" che trova nell'evento morte la sua espressione negativa più certa e più facilmente misurabile. Lo stato di salute dell'individuo e quindi di una popolazione è influenzato da un insieme di fattori in stretta e mutua interdipendenza: fattori biologici, fattori comportamentali, fattori ambientali, fattori legati al sistema sanitario interagiscono, talora in maniera sinergica, nel determinare la condizione di benessere o malattia.

Per il periodo 2002-2012 i tassi di mortalità e natalità nella provincia di Brescia sono riportati nella tabella che segue (*Dati ISTAT 2014, www.istat.it*).

Tabella 4.9-1: Tassi di mortalità e natalità dal 2002 al 2012 nella Provincia di Brescia

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tasso Mortalità ¹⁰	8,7	9,1	8,2	8,2	8,2	8,3	8,5	8,7	8,6	8,5	8,9
Tasso Natalità ¹¹	10,5	10,3	10,9	10,5	11,0	11,2	11,2	11,2	11,1	10,4	9,8

Nel 2012 il tasso di mortalità della provincia di Brescia (8,9) è stato inferiore a quello regionale (9,6) e a quello nazionale (10,3).

La salute rappresenta un elemento centrale del benessere individuale e della vita stessa. Nel 2010, nella provincia di Brescia la speranza di vita si attesta su livelli mediamente più alti rispetto alla media nazionale: 79,5 anni contro 79,4 per gli uomini e 84,7 anni contro 84,4 per le donne.

Questo dato è stemperato da alcuni elementi di criticità: negli ultimi anni il tasso di mortalità infantile si è attestato a livelli superiori alla media nazionale e regionale passando da 25,4 nati per 10.000 nati vivi nel 2006 a 39,7 nel 2010, in controtendenza rispetto al dato nazionale che da 37,0 nel 2006 passa a 31,0 nel 2010. Questa tendenza è determinata, almeno in parte, dalla diversa incidenza della mortalità infantile per la componente straniera (con la cautela necessaria per l'esiguità dei casi) rispetto a quella italiana: nel 2011 i morti stranieri entro il primo anno di vita costituivano il 63,6% del totale.

Il tasso di mortalità per tumore è in diminuzione, passando da 11,4 per 10.000 residenti in età 20-64 anni nel 2006 a 9,8 nel 2010, in coerenza con la tendenza generale, ma risulta superiore per livello sia al dato regionale (9,2) sia a quello nazionale (9,0) nel 2010.

Anche il tasso di mortalità per demenze e malattie nervose, passato da un valore di 19 per 10.000 residenti in età 65 anni e oltre del 2006 al 27,6 del 2010, risulta sempre superiore alla media regionale e nazionale. Una delle ragioni presumibilmente deriva dall'invecchiamento della popolazione residente, con una sempre maggiore presenza di anziani oltre gli 80 anni (dal 6,4% del 2006 al 7,3% del 2010).

I tassi di mortalità da incidente stradale sono in netto calo (dall'1,6 per 10 mila residenti in età 15-34 anni del 2006 all'1,1 del 2010), grazie anche alle politiche di contrasto del fenomeno, ma risultano quasi sempre superiori alla media regionale e nazionale, anche a causa della elevata motorizzazione della Provincia, ad una rete stradale molto trafficata sulle direttrici di pianura e morfologicamente complessa a causa del territorio montuoso. L'incidentalità ha una forte connotazione di genere, con i tassi maschili che raggiungono un valore di 2,9 nel 2010 contro lo 0,3 di quelli femminili.

Nel 2006 la morte per malattie cardiovascolari è prevalente in quasi tutte le province italiane, a esclusione di Milano, Brescia, Cremona, Ravenna e Carbonia-Iglesias dove la prima causa di morte è rappresentata dai tumori. I valori più bassi del tasso di mortalità per malattie cardiovascolari si osservano a Milano, Brescia, Trento, Treviso e Firenze, dove i tassi di mortalità si collocano al di sotto dei 29 decessi per diecimila residenti (*Fonte: Urbes 2013 Brescia V7.4*).

¹⁰ Tasso di mortalità: Decessi per 1.000 abitanti calcolato come Dec/Pop*1.000

¹¹ Tasso di natalità per 1.000 abitanti calcolato come Nvivi/Pop*1.000

4.9.2 Stima degli impatti

Come di seguito descritto, nell'ambito delle indagini relative alle diverse componenti e fattori ambientali, si è provveduto a valutare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere progettuali con gli standards ed i criteri per la salvaguardia del benessere e della salute umana, sia a breve che a medio e lungo periodo, definiti dalle normative di settore. In tal senso, con riferimento sia alla fase di esercizio che alla fase di costruzione, si riprendono sinteticamente i risultati riguardanti gli studi di settore, che direttamente o indirettamente possono avere attinenza con la salute pubblica. Le valutazioni esposte riguardano tutti gli aspetti che possono dare luogo a emissioni inquinanti o anche solo a situazioni di disturbo.

Le componenti e i fattori ambientali esaminati sono i seguenti:

- atmosfera, in termini di qualità dell'aria;
- rumore, in termini di disturbo indotto dalle emissioni sonore;
- vibrazioni, in termini di disturbo indotto dall'esposizione a vibrazioni.

A questo riguardo si richiama anche il programma di monitoraggio di seguito esposto.

Qualità dell'aria

La realizzazione del tratto viario in esame contribuisce ad un alleggerimento dei flussi viari transitanti in aree a più elevata densità abitativa e a più fluide condizioni di marcia. In questo senso si ritiene che in fase di esercizio possa determinarsi un bilancio complessivamente positivo sotto il profilo dello stato di qualità dell'aria, e quindi della salute umana, presso i ricettori presenti.

Per quanto riguarda la fase di costruzione, pur tenendo conto del carattere temporaneo delle emissioni, è stata prevista l'adozione di un insieme di misure finalizzate al contenimento dei valori di concentrazione che possono essere distinte in:

- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nelle aree di attività e dei motori dei mezzi di cantiere;
- interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevarimento di polveri.

Rumore

Considerazioni analoghe a quelle sopra esposte possono essere estese anche al fattore rumore, per il quale si può prefigurare un bilancio complessivamente positivo in termini di esposizione della popolazione a questo tipo di disturbo.

Si evidenzia peraltro le valutazioni sono state orientate:

- all'individuazione di eventuali situazioni che potrebbero presentare livelli di esposizione superiori ai limiti normativi fissati;
- ove presenti tali situazioni potenzialmente critiche, alla definizione delle opportune misure di mitigazione.

Per quanto detto non sono previsti impatti a carico della componente salute pubblica conseguenti all'esposizione al rumore in fase di costruzione e di esercizio.

Vibrazioni

Le problematiche che insorgono per effetto della vibrazione sul corpo umano sono di diversa entità e qualità: la vibrazione può essere fonte di fastidio se interferisce con lo svolgimento desiderato di

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 06264_02

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2RGSA0000007

Rev.
0

Foglio
154

un'attività, può causare malesseri momentanei, affaticamento con progressiva riduzione nelle capacità di svolgere un'attività, può essere, infine, causa prima, o concausa scatenante, di patologie.

L'analisi delle normative di settore mette in evidenza, comunque, che la soglia del disturbo indotto dalle vibrazioni è nettamente inferiore a quella relativa al danno strutturale (indotto su edifici residenziali e simili). Date le assunzioni realizzative e di esercizio adottate, si può ragionevolmente ritenere che questo fattore ambientale non generi condizioni né di rischio, né di potenziale disturbo per la salute pubblica.

Relativamente alla fase di cantierizzazione, ove potessero essere raggiunti i valori indicati dalle norme tecniche, si provvederà a verifiche di dettaglio in merito ai suddetti effetti ed al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione.



4.10 Indirizzi per il monitoraggio ambientale

Generalità

Nel presente capitolo vengono espone le linee guida per la predisposizione del programma di monitoraggio, da raccordarsi al sistema in tal senso predisposto nell'ambito della progettazione definitiva della linea A.C. Milano – Verona, di cui la Brescia-Verona è una parte. I dati del monitoraggio, così come tutte le attività valutative ad essi correlate, faranno parte di un sistema informativo opportunamente predisposto per la corretta rappresentazione delle informazioni; gli stessi dati costituiscono anche uno strumento gestionale per il controllo e per la mitigazione di eventuali situazioni di criticità. La realizzazione del monitoraggio consentirà la verifica dell'effettiva evoluzione dei diversi comparti ambientali e dell'efficacia degli interventi di mitigazione. Tale operazione costituisce quindi la garanzia del rispetto di tutti i parametri ambientali che saranno fissati nel corso dell'iter autorizzativo.

Il progetto di monitoraggio ambientale sarà elaborato di concerto con gli enti competenti affinché le attività di misura, analisi, gestione ed interpretazione dei risultati possano perseguire i seguenti obiettivi:

- misurare lo stato ante operam, lo stato in corso d'opera e post operam al fine di documentare l'evolversi della situazione ambientale;
- controllare le previsioni di impatto durante le fasi di costruzione ed esercizio;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione adottati al fine di intervenire per risolvere eventuali emergenze ambientali residue;
- garantire il controllo di situazioni particolari in modo da indirizzare le azioni di progetto nel senso del minore impatto ambientale;
- fornire elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire, i requisiti del progetto di monitoraggio ambientale dovranno essere:

- programmazione delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;
- coerenza con la normativa vigente nelle modalità di rilevamento e nell'uso della strumentazione;
- tempestività nella segnalazione di eventuali anomalie;
- utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- restituzione delle informazioni in maniera strutturata, di facile utilizzo e con possibilità di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche;
- utilizzo di parametri ed indicatori che siano facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità / criticità dell'ambiente interessato;
- frequenza delle misure adeguata ai fenomeni che si intende monitorare;
- integrazione con la rete di monitoraggio per l'alta capacità e con le reti di monitoraggio esistenti gestite da enti territoriali o altri enti.

Ambiti di monitoraggio ed estensione temporale

Nel corso degli studi ambientali e della progettazione della tratta sono state identificate le componenti ambientali con le quali l'infrastruttura interferirà:

- atmosfera,
- ambiente idrico superficiale,
- ambiente idrico sotterraneo,
- suolo,
- vegetazione,
- rumore,
- vibrazioni.

Il progetto di monitoraggio si articolerà in tre fasi temporali distinte, come già definito negli obiettivi:

- monitoraggio ante operam, che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale;
- monitoraggio in corso d'opera, che riguarda l'intero periodo di realizzazione della linea ferroviaria;
- monitoraggio post operam, comprendente la fase di esercizio fino a 24 mesi dal termine della fase di costruzione.

Nei successivi paragrafi, si richiamano in sintesi, le attività di monitoraggio previste per gli aspetti ambientali segnalati.

Atmosfera

Il progetto di monitoraggio della componente atmosfera, sarà finalizzato in particolare alla determinazione dello stato di qualità dell'aria durante la fase di cantiere, per le interferenze dovute:

- all'attività dei cantieri;
- al fronte avanzamento lavori;
- all'incremento dei flussi di traffico indotto durante la costruzione.

Gli obiettivi principali del monitoraggio della componente atmosfera coincideranno con il controllo della qualità dell'aria presso i recettori sensibili per la verifica di eventuali alterazioni, anche solo locali, della stessa, o di superamenti dei limiti di normativa fissati sul territorio nazionale con la conseguente predisposizione di opportune misure mitigative.

I parametri potenzialmente soggetti ad alterazione e quindi da sottoporre a controllo sono le polveri, in tutte le forme in cui esse generano impatto (il particolato totale sospeso - PTS; il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 μm - PM10 - ovvero la frazione respirabile del particolato; le polveri sedimentabili), e, per il monitoraggio dell'inquinamento dovuto al traffico dei mezzi pesanti, oltre al particolato, i principali inquinanti gassosi da traffico veicolare: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NOx: NO2 e NO), ozono (O3), idrocarburi totali escluso il metano (NMHC).

Il controllo della qualità dell'aria dovrà avvenire in primo luogo confrontando i risultati del monitoraggio dei parametri sopra elencati, previa l'opportuna elaborazione, con i valori limite o guida o i livelli di allarme e di attenzione fissati, per ciascuno di essi, dalla normativa nazionale.

Per la corretta valutazione ambientale dei risultati del monitoraggio, sia in termini di relazione ricettore-sorgente di emissione che di determinazione del differenziale dovuto alle attività impattanti, si dovrà prevedere quanto segue:

- la caratterizzazione e la rilevazione del fondo di qualità dell'aria pre-esistente (indagini preliminari) per tutti i parametri considerati nel monitoraggio;
- la correlazione dei dati di qualità dell'aria misurati sia in fase ante operam che in corso d'opera con i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, pressione, umidità e pioggia, radiazione netta e globale);

- l'utilizzo di indicatori (metalli, granulometria, analisi microbiologiche) specifici e peculiari di alcune emissioni in atmosfera come strumento di verifica dell'attribuzione dell'emissione.

La scelta dei punti di monitoraggio sarà funzione delle procedure di concertazione e verifica del progetto con gli Enti territoriali competenti.

Ambiente idrico superficiale

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale sarà effettuato nelle fasi ante operam e corso d'opera e interesserà le sezioni a monte ed a valle di tutti i corsi d'acqua sottoposti a tutela attraversati dalla linea ferroviaria (ivi compreso il Torrente Garza), le sezioni a monte ed a valle dei canali interessati dagli scarichi idrici dei cantieri ed i fontanili limitrofi alle opere da realizzare.

Gli obiettivi delle attività di monitoraggio possono riassumersi come segue:

- Caratterizzare la situazione ante operam in relazione:
 - alla attuale idoneità d'uso dei corpi idrici, definita in funzione delle loro caratteristiche qualitative e delle eventuali specifiche disposizioni di normativa;
 - all'identificazione di eventuali processi in atto e delle metodiche più idonee a seguirne l'evoluzione;
 - allo stato qualitativo ed al regime idrologico di tutti i corsi d'acqua, i canali ed i fontanili potenzialmente interferibili dalla realizzazione della linea ferroviaria.
- Tenere sotto controllo le condizioni qualitative e idrodinamiche dei corpi idrici interessati segnalando le eventuali insorgenze di processi critici, che possano compromettere, direttamente o indirettamente, l'idoneità d'uso della risorsa, durante l'intero sviluppo delle attività di costruzione.
- Evidenziare, durante la realizzazione dell'opera, le eventuali alterazioni della qualità delle acque o del regime idrico correlabili alle attività di costruzione, al fine di predisporre i necessari interventi correttivi.

Relativamente al torrente Garza, si prevede la prosecuzione del monitoraggio operativo già eseguito da ARPA Lombardia - Dipartimento di Brescia in località Bovezzo e Castenedolo, ed, eventualmente, l'esecuzione del monitoraggio di indagine.

Il monitoraggio di indagine è richiesto in casi specifici e più precisamente:

- quando sono sconosciute le ragioni di eventuali superamenti (ad esempio le cause del mancato raggiungimento degli obiettivi o del peggioramento dello stato);
- quando il monitoraggio di sorveglianza indica il probabile rischio di non raggiungere gli obiettivi e il monitoraggio operativo non è ancora stato definito;
- per valutare l'ampiezza e gli impatti di un inquinamento accidentale.

Ambiente idrico sotterraneo

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo dovrà essere finalizzato al controllo dello stato qualitativo e quantitativo delle falde idriche presenti nel territorio interessato dalla costruzione dell'opera in esame e prevenirne qualsiasi possibile alterazione.

A tale scopo dovranno essere individuati punti di monitoraggio da realizzare appositamente, distribuiti lungo il tracciato e nelle aree interessate dalle attività di cantiere; su tutti i punti saranno effettuati controlli mediante misure in situ ed analisi di laboratorio.

Il monitoraggio dovrà prevedere l'esecuzione di due fasi: ante operam e corso d'opera.

Preliminarmente alle attività di misura dovranno essere svolte le seguenti attività:

- verifica di fattibilità in campo;

- esecuzione dei piezometri e dei pozzi;
- caratterizzazione di ciascun punto di misura;
- indagini sulla documentazione esistente e sui dati disponibili presso gli Enti al fine di caratterizzare la risorsa idrica.

Il monitoraggio in corso d'opera dovrà essere svolto controllando periodicamente l'andamento dei parametri indice quali-quantitativi prescelti nel corso dell'intera fase di costruzione. In tal modo sarà possibile evidenziare eventuali situazioni di degrado, riferibili alle operazioni per la realizzazione dell'opera, e prevenirne gli effetti indirizzando la tipologia e le modalità di applicazione di eventuali interventi di salvaguardia e/o ripristino ambientale.

Le attività da programmare, per ogni campagna di monitoraggio, dovranno prevedere:

- misure in situ e campionamento nei punti di controllo;
- analisi chimiche di laboratorio;
- elaborazione dati e valutazione dei risultati;
- restituzione dei risultati.

Suolo

Il monitoraggio del suolo dovrà essere finalizzato alla tutela delle aree agricole o con vegetazione naturale interessate dalla costruzione dell'infrastruttura in progetto, documentandone le caratteristiche dei terreni prima della realizzazione dell'opera, per indirizzare in rapporto a queste le successive attività di ripristino e verificarne la corretta esecuzione. Pertanto, il monitoraggio dei suoli dovrà prevedere, in fase ante operam e post operam, le aree dei cantieri e quelle lungo il sedime stradale destinate al successivo recupero ai fini agricoli e/o vegetazionali.

I principali possibili rischi di degradazione del suolo riconducibili alle operazioni connesse con la realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria sono sintetizzabili come segue:

- riduzione di fertilità dovuta alla rimozione degli strati humiferi superficiali per operazioni di scotico e al dilavamento degli orizzonti sottostanti durante il periodo di accantonamento del terreno;
- deterioramento delle proprietà fisiche del terreno (aggregazione, permeabilità, porosità) a seguito di non corretta realizzazione della fase di accantonamento e/o ripristino
- inquinamento chimico determinato da sversamenti accidentali di sostanze contaminanti durante l'esercizio dei cantieri.

In ordine ai primi due tipi di rischio, in entrambe le fasi previste di monitoraggio, dovranno essere rilevati e determinati, nelle aree individuate, i parametri chimici e fisici normalmente utilizzati nelle indagini pedologiche ai fini della classificazione e come indicatori della funzionalità del suolo.

Il rischio di contaminazione chimica dovrà essere misurato indirettamente mediante indicatori biologici utilizzando alcuni dei più noti e collaudati test ecotossicologici.

I rilievi pedologici di campagna e le analisi fisico-chimiche di laboratorio saranno da effettuarsi secondo metodi ufficiali di analisi chimica e fisica del suolo, in accordo con le normative nazionali e secondo criteri adottati da organismi internazionali.

Nella fase ante operam l'attività di monitoraggio in situ dovrà essere preceduta da un'indagine conoscitiva ad integrazione del quadro informativo esistente, finalizzata in particolare all'acquisizione di dati pedo-agronomici relativi a:

- uso attuale e capacità d'uso dei suoli;
- classificazioni pedologiche;
- produttività;
- pratiche colturali precedenti e fase di produzione agricola contestuale all'insediamento dei cantieri.



Nei punti di monitoraggio, scelti e localizzati nelle aree di cantiere o lungo la viabilità in progetto, in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli dovranno essere investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1,5 metri alternativamente mediante l'esecuzione di:

- scavi (dimensioni usuali di circa 1x1 metri) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici;
- trivellate eseguite con trivella a mano.

Per ciascun tipo di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stagionali dell'area di appartenenza: esposizione; pendenza; quota; uso del suolo; vegetazione; substrato pedogenetico; rocciosità affiorante; pietrosità superficiale; aspetti superficiali; stato erosivo; drenaggio; permeabilità; profondità della falda.

Nella descrizione dei profili dei suoli saranno da definirsi i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi: profondità; tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore allo stato secco e umido; screziatura; tessitura; contenuto in scheletro; contenuto in humus; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl.

In corrispondenza di ogni punto di monitoraggio dovranno essere prelevati campioni di terreno, da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed ecotossicologiche.

Tutti i campioni di terreno prelevati dovranno essere caratterizzati mediante analisi di laboratorio.

Vegetazione

Il monitoraggio di questa componente dovrà riguardare le fasi ante operam, corso d'opera e post operam, allo scopo di tenere sotto controllo, nelle prime due fasi, gli effetti sulla vegetazione esistente dovuti alle attività di costruzione e controllare, in post operam, la corretta realizzazione e l'evoluzione degli interventi di ripristino vegetazionale previsti per l'inserimento ambientale della nuova infrastruttura.

In particolare nelle tre fasi si dovrà operare in funzione delle seguenti linee di indirizzo:

- monitoraggio ante operam: caratterizzazione vegetazionale del tracciato di progetto; caratterizzazione stagionale, pedologica, fitosociologica delle aree di intervento;
- monitoraggio in corso d'opera : verifica, mediante indagini in campo, dell'insorgenza di eventuali modificazioni delle condizioni della vegetazione registrate in fase ante operam;
- monitoraggio post-operam: verifica del conseguimento degli obiettivi tecnici, paesaggistici e naturalistici prefissati in fase progettuale per gli interventi di ripristino vegetazionale mediante indagini in campo, indirizzata a valutare l'efficacia dell'intervento mediante misure dello sviluppo del cotico erboso, nonché del grado di attecchimento e del coefficiente di accrescimento di individui e specie arboree e arbustive.

Rumore

Gli obiettivi delle attività di monitoraggio dovranno coincidere con il controllo la situazione acustica sui ricettori interessati dalla costruzione e dall'esercizio dell'infrastruttura viaria allo scopo di accertare l'efficacia delle misure di mitigazione o di definirle ed attivarle, se necessario, in modo opportuno.

Il monitoraggio della componente rumore dovrà essere programmato per le seguenti fasi:

- ante operam: per definire il clima acustico del territorio prima della costruzione e dell'apertura dei cantieri e acquisire dati di riferimento per le fasi successive.
- costruzione: per caratterizzare la rumorosità dei cantieri, del fronte avanzamento lavori, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento.



- esercizio: per verificare l'ambiente acustico a seguito delle opere realizzate, con riferimento anche all'efficacia delle opere di mitigazione eventualmente adottate.

Durante la fase di costruzione della linea ferroviaria, le emissioni sonore sono legate alla presenza di cantieri, del fronte avanzamento lavori o al traffico indotto e, specificatamente, alle attività di seguito riassunte:

- per i cantieri: le operazioni di trasporto, di carico e scarico, di movimentazione e lavorazione materiali;
- per il fronte avanzamento lavori: la realizzazione della sede viaria e il trasporto degli inerti;
- per il traffico indotto: l'incremento dei flussi di traffico, dovuti principalmente al trasporto degli inerti sui percorsi cava-cantiere.

Durante la fase di esercizio le emissioni sonore sono legate al traffico veicolare. In tal senso le attività di monitoraggio si protrarranno fino alle condizioni di funzionamento "a regime".

Le misure saranno effettuate in osservanza di quanto previsto dal Ministero dell'Ambiente, Decreto 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico, ed in particolare all'Allegato B per quanto attiene le tecniche di esecuzione delle misure, all'Allegato C per le metodologie di misura del rumore stradale, all'Allegato D per le modalità di presentazione dei dati rilevati.

Il monitoraggio previsto per ogni area di indagine si articola secondo i passi di seguito indicati.

- Definizione delle aree di indagine in relazione alle potenziali condizioni di criticità o di rappresentatività delle condizioni di esposizione.
- Localizzazione delle postazioni di misura nell'ambito di ciascuna area di indagine / sopralluogo nell'area di indagine. All'interno dell'area di indagine sono definite puntualmente le postazioni di misura e valutati i vincoli ambientali che potrebbero condizionare la fattibilità od i risultati delle misure. Le postazioni di misura comprenderanno sia i punti di massima esposizione, sia altri eventuali punti significativi o rappresentativi delle condizioni di esposizione più frequenti.
- Individuazione delle postazioni che comportano misure in continuo in relazione alle sorgenti di rumore che caratterizzano il clima acustico
- Individuazione delle postazioni nelle quali sono previste misure con campionamento temporale ripetuto e definizione della durata e ripetizione delle misure commisurate alla variabilità temporale delle sorgenti sonore che caratterizzano il clima acustico oggetto del rilevamento.
- Esecuzione delle misure acustiche e raccolta dei parametri complementari (documentazione fotografica, conteggio dei flussi di traffico, descrizione delle sorgenti sonore attive, dati meteorologici,...).
- Predisposizione di rapporto di misura. I risultati delle misure verranno elaborati e raccolti in un rapporto di misura conforme a quanto richiesto dall'Allegato D del DM 16 marzo 1998 ed in formato idoneo ad essere raccolte nel sistema informativo delle attività di monitoraggio. Dovranno inoltre permettere una verifica dell'efficacia delle opere e misure di mitigazione adottate e fornire indicazione per eventuali integrazioni delle stesse ove non sufficienti.

Le misure in continuo prevedono l'acquisizione, con intervalli di tempo pari a 10 minuti dei valori Leq, min, max (con curva di ponderazione A, campionati parallelamente con le costanti fast, slow ed impulse), dei relativi spettri (20 Hz ÷ 20 kHz lineare, bande di 1/3 di ottava), di 6 livelli percentili (indicativamente L01, L10, L50, L90, L95, L99).

Le misure acustiche con tecnica di campionamento temporale ripetuto prevedono l'acquisizione della time history dei livelli di pressione sonora (adottando curva di ponderazione A) con costanti di integrazione "fast", "slow", ed "impulse", running Leq e composizione spettrale (20 Hz ÷ 20 kHz lineare, bande di 1/3 di ottava). I dati acquisiti consentiranno la determinazione dei livelli percentili e l'elaborazione della curva distributiva.



Si procederà inoltre al riconoscimento dell'eventuale presenza di componenti impulsive, componenti tonali e componenti tonali in bassa frequenza al fine di verificare la necessità di applicazione dei fattori correttivi (K_i, K_t e K_b) al livello ambientale (LA) rilevato. Il riconoscimento verrà condotto secondo le modalità indicate nell'Allegato B punti 8÷11 del DM 16/03/98.

La strumentazione di previsto impiego sarà di classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994) con la possibilità di condurre l'analisi in frequenza in tempo reale per mezzo di filtri digitali in ottava e terzi d'ottava (IEC 225 e ANSI A1-11 tipo 0-AA e 1-D). Il microfono verrà collocato, in ciascun punto di misura, in posizione tale da riprodurre le effettive condizioni di percezione del rumore da parte dei ricettori.

I rilievi condotti durante la costruzione della linea ferroviaria forniranno la documentazioni richiesta nell'ambito dell'autorizzazione comunale per lo svolgimento di attività temporanee (art.6, comma 1 lettera h, L.447/1995).

Vibrazioni

Il monitoraggio della componente vibrazioni, tenendo conto delle caratteristiche dell'opera in progetto sarà finalizzato alla verifica di eventuali situazioni di disturbo connesse alle attività di costruzione.

Le sorgenti di potenziale interferenza vibrazionale sono infatti costituite dalle lavorazioni effettuate nella fase di costruzione nei cantieri e sul fronte di avanzamento lavori, ed in particolare:

- in cantiere e sul fronte avanzamento lavori, durante la costruzione di opere d'arte, in cui operano macchinari quali trivelle, escavatori e betoniere;
- sul fronte avanzamento lavori, durante la realizzazione del rilevato, in cui sono utilizzati apripista, pale meccaniche, motolivellatrici, rulli e camion da cantiere.

Obiettivo principale del monitoraggio delle vibrazioni è quello di verificare le condizioni di criticità ed in particolare la compatibilità con gli standard di riferimento.

Le verifiche, in generale, riguardano gli effetti:

- di "annoyance" sulla popolazione,
- di interferenza con le attività produttive ad alta sensibilità,
- su emergenze archeologiche e di beni monumentali di particolare rilevanza,
- sugli edifici, per quello che riguarda i possibili danni materiali alle strutture.

I parametri rilevati durante l'esecuzione del monitoraggio e presi come riferimento sono gli spettri di accelerazione nelle bande di frequenza:

- da 1 a 80 Hz, per la valutazione del disturbo fisico sul corpo degli individui;
- da 1 a 160 Hz, per la valutazione di eventuali danni alle strutture;
- da 1 a 1000 Hz, per la valutazione del disturbo generato dal rumore trasmesso per via solida.

Il controllo della situazione vibrazionale è effettuato confrontando i livelli misurati con i limiti normativi indicati da:

- UNI 9614 e ISO 2631, per la valutazione dell'"annoyance" alla popolazione;
- UNI 9916, ISO 4866 e DIN 4150/3, per la valutazione degli eventuali danni alle strutture.

I punti di monitoraggio delle vibrazioni dovranno essere individuati nell'ambito delle aree potenzialmente impattate durante la fase di costruzione, ovvero in quelle aree dove possono essere potenzialmente raggiunti i limiti di accelerazione globale ponderata, indicati dalla UNI 9614 per posture non note o variabili.

I risultati delle misure verranno elaborati e raccolti in un rapporto di misura in formato idoneo ad essere raccolte nel sistema informativo delle attività di monitoraggio.

Allegato 4.8/1 – Modellistica matematica del rumore

Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

Direttività della sorgente

Molto spesso nelle emissioni di rumore che avvengono a media ed alta frequenza osserviamo una certa direttività nell'emissione sonora della sorgente, pertanto è necessario considerare come livello di potenza sonora, non tanto quello globale fornito, bensì un livello "corretto" che tenga conto di questa direttività

$$L_{wd} = L_w + D_c \quad [1]$$

dove:

- L_{wd} = livello di potenza sonora corretto (dB);
- L_w = livello di potenza sonora medio (dB);
- D_c = correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

I termini che compongono D_c sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (directivity index D_i) e l'indice di emissione sull'angolo solido (D_Ω).

$$D_c = D_i + D_\Omega \quad [2]$$

Il fattore di correzione D_Ω sarà:

- $D_\Omega = 0$ dB emissione su 4_Ω radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_\Omega = 3$ dB emissione su 2_Ω radianti (una superficie riflettente);
- $D_\Omega = 6$ dB emissione su Ω radianti (due superfici riflettenti);
- $D_\Omega = 9$ dB emissione su $\Omega/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Questi fattori correttivi sono validi applicando il metodo di calcolo proposto nelle pagine successive, in quanto tutte le elaborazioni contenute nella presente Valutazione sono state effettuate considerando l'influenza dell'assorbimento del terreno.

Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

- $D_\Omega = 0$ dB emissione su 4_Ω radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);
- $D_\Omega = 3$ dB emissione su 2_Ω radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);
- $D_\Omega = 3$ dB emissione su Ω radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_\Omega = 6$ dB emissione su Ω radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);
- $D_\Omega = 6$ dB emissione su $\Omega/2$ radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);
- $D_\Omega = 9$ dB emissione su $\Omega/2$ radianti (tre superfici riflettenti).

Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

Il livello di pressione sonora L_p presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} - A \quad [3]$$

dove:

- L_p = livello di pressione sonora al ricevitore (dB)
- L_{wd} = livello di potenza sonora corretto (dB)
- A = correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB)

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine A possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rifl} + A_{dif} + A_{misc} \quad [4]$$

dove:

- A_{div} = attenuazione per la divergenza geometrica (dB)
- A_{atm} = attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB)
- A_{ter} = attenuazione del terreno (dB)
- A_{rifl} = attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB)
- A_{dif} = attenuazione per effetti schermanti (dB)
- A_{misc} = attenuazione per effetti diversi (dB)

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

Accuratezza delle simulazioni acustiche

Gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fondamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- tipo di modello e utilizzatore di questo;
- dati delle potenze delle sorgenti in gioco;
- dati non considerati nella propagazione sonora;
- corretto inserimento della morfologia del territorio;
- riferimenti normativi del modello;
- taratura del modello;
- scelta dei parametri di calcolo.

Dati di potenza sonora delle sorgenti

E' sicuramente il punto di partenza di una buona valutazione previsionale, se abbiamo un dato di partenza sbagliato difficilmente troveremo un dato di uscita corretto.

Questo elemento richiede forzatamente la distribuzione spettrale di emissione perché nei processi di propagazione la lunghezza d'onda è la componente che determina i fattori diffrattivi.

Nel caso del rumore emesso da infrastrutture stradali abbiamo una serie di linee guida che variano in relazione alla nazione dove sono state sviluppate. Alcune lavorano sullo spettro, altre sul valore globale.

La sorgente viene supposta con distribuzione lineare (per alcuni modelli la distribuzione è pseudo-lineare) e quindi con una propagazione di tipo cilindrico.

Il modelli propagativi dai quali, inseriti i dati di volume di traffico, velocità e composizione, si ottengono i livelli sonori, sono fondamentalmente empirici e quindi fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla manutenzione delle autovetture che in alcune zone potrebbero essere diverse da altre: per esempio, in paesi come la Germania abbiamo un numero limitato di piccole cilindrate rispetto al nostro paese.

Inserimento dati morfologici

Diventa difficile riprodurre la reale morfologia del territorio quando questo possiede una notevole variabilità: è il caso di zone con variazioni altimetriche, dove l'inserimento corretto dei valori di quota della strada e del terreno circostante creano numerosi problemi.

L'assorbimento del terreno è anch'esso uno dei parametri delicati, di difficile quantificazione.

Riferimenti normativi del modello

Questo potrebbe sembrare un problema da poco, spesso siamo portati a pensare che la grande diversità tra una simulazione e l'altra sia fondamentalmente legata all'algoritmo di calcolo utilizzato dal modello stesso, invece dobbiamo osservare come esistano grandi differenze a seconda dei riferimenti normativi utilizzati.

Prendiamo ad esempio una situazione semplice:

- strada extraurbana;
- 10.000 veicoli sulle 24 ore di cui 9360 dalle ore 6 alle 22 e 640 dalle ore 22 alle 6;
- 20% di veicoli pesanti di giorno;
- 10% di pesanti di notte;
- velocità veicoli leggeri 70 km/h;
- velocità veicoli pesanti 50 km/h;
- simulazioni eseguite a 4 metri di altezza a distanza di 25, 50 e 100 metri dalla strada.

Nella tabella seguente è possibile osservare i valori ottenuti usando lo stesso modello ma con i riferimenti normativi diversi.

Norma	Diurno a 25 m	Notturmo a 25 m	Diurno a 50 m	Notturmo a 50 m	Diurno a 100 m	Notturmo a 100 m
RLS 90	66.6	56.1	61.4	50.8	57	46.4
DIN 18005	67.6	56.8	63.6	52.8	59.1	48.3
Nordic	70		64.8		58.4	
RVS	64.4	58.2	60.4	54.2	56.2	50
NMPB	72.5	61.7	67.4	56.5	60.8	49.9

Nel caso specifico delle simulazioni realizzate per l'opera stradale di progetto, i valori puntuali stimati in prossimità dei singoli recettori rappresentano una interpolazione dei valori stimabili con i differenti riferimenti normativi. Tale criterio ha consentito di pervenire ad una stima dei livelli sonori tale da evitare il rischio sia di sovrastima che di sottostima delle emissioni acustiche correlate al traffico veicolare.

La ISO 9613 esprime, in condizioni meteorologiche favorevoli, l'accuratezza associabile alla previsione, in relazione alla distanza ed all'altezza del ricettore come riportato nella tabella sottostante

Altezza media di ricevitore e sorgente (m)	Distanza (m) $0 < d < 100$	Distanza (m) $100 < d < 1000$
$0 < h < 5$	± 3 dB	± 3 dB
$5 < h < 30$	± 1 dB	± 3 dB

Scelta dei parametri di calcolo

Anche in questo caso vi possono essere diversità tra i risultati ottenuti modificando i parametri di calcolo del modello, come ad esempio avviene quando si vuole abbreviare i tempi di calcolo e si eseguono delle interpolazioni con una griglia molto estesa.



Allegato 4.8/2 Dossier Ricettori - Schede

Il presente allegato contiene le Schede di Censimento dei Ricettori individuati entro le Fasce di Pertinenza dell'infrastruttura in progetto.

Il Censimento è stato realizzato rilevando tutti i fabbricati, entro una fascia di 250 m per lato dai confini dell'opera, ed i ricettori a maggiore sensibilità (scuole, ospedali, case di cura) presenti entro una fascia di 500 metri.

Di seguito riportiamo il modello della scheda di censimento adottata, sono stati completati i campi fondamentali.

LINEA A.C. TORINO-VENEZIA – Tratta MILANO-VERONA PROGETTO DEFINITIVO – STUDIO ACUSTICO Schede di censimento dei ricettori	
COD. RICETTORE	- - 000
DATI IDENTIFICATIVI	
Provincia	_____
Comune	_____
Località	_____
Lato linea	_____
Protezione	_____
Distanza	_____
Fascia DPR 469/88	_____
Similitudine di rif.	_____
Numero Scheda	1 di ..
DATI CARATTERISTICI DELL'EDIFICIO ESAMINATO	
Tipologia edificio	_____
Stato conservazione	_____
Numero piani	_____
Orientamento	_____
Presenza seminterrato	<input type="checkbox"/>
CARATTERIZZAZIONE DEGLI INGRESSI	
NUMERO INGRESSI PER FRONTE	
Fronte parallelo all'infrastruttura	_____ 0
Fronte perpendicolare/obliquo lato protezione coesenti	_____ 0
Fronte perpendicolare/obliquo lato protezione disesenti	_____ 0
Tipologia degli ingressi	_____
Stato degli ingressi	_____
CARATTERISTICHE STRUTTURALI DEL RICETTORE	
Tipologia struttura	_____
Gruppo UNI 9916	_____
Fondazioni UNI 9916	_____
Struttura UNI 9916	_____
Terreno UNI 9916	_____
DESCRIZIONE DELLA FASCEA TRA L'INFRASTRUTTURA E L'EDIFICIO	
Descrizione fascia:	_____
DESCRIZIONE DELLE SOGGETTIVITÀ DI RUMORE	
Linee ferroviarie:	<input type="checkbox"/>
Industria:	<input type="checkbox"/>
Infrastrutture stradali:	_____
Altro:	_____
NOTE	_____



I criteri di identificazione dei Ricettori censiti sono i seguenti:

Codice Ricettore:

KXXX-Y-ZZ

K = Infrastruttura

B-M = ex SS 591 Variante di Bariano e Morengo

S-I = ex SS 11 Variante abitato di Sola e Isso

R = ex SS 498 Variante nord di Romano di Lombardia

C = ex SS 11 Variante di Calcio

U = Variante est di Urago d'Oglio

G-B = Riqualificazione strada Ghedi-Borgosatollo

XXX = Progressiva chilometrica

Y = lato: N = nord S = sud

ZZ = n. progressivo ricettore

Fascia DPR 142/04

Fascia A: fino a 100 m

Fascia b: da 100 a 250 m

Fino a 500 m (scuole, ospedali, etc.)

Destinazione d'uso dei Fabbricati

Edificio residenziale o per servizi

Edificio industriale o artigianale

Edificio scolastico

Edificio ospedaliero

Edificio dimesso o rudere

Baracca o magazzino

Altezza Fabbricati:

n. piani fuori terra dell'edificio